

Diario Oficial

de la Unión Europea

L 72

Edición
en lengua española

Legislación

51º año

14 de marzo de 2008

Sumario

II Actos adoptados en aplicación de los Tratados CE/Euratom cuya publicación no es obligatoria

ACTOS ADOPTADOS POR ÓRGANOS CREADOS POR ACUERDOS INTERNACIONALES

- ★ **Reglamento nº 67 de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE) — Disposiciones uniformes relativas a: I. Homologación de los equipos especiales de los automóviles que utilizan gas licuado de petróleo en sus sistemas de propulsión. II. Homologación de un vehículo provisto de un equipo especial para el uso de gas licuado de petróleo en su sistema de propulsión en relación con la instalación de dicho equipo** 1

- ★ **Reglamento nº 110 de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE) — Disposiciones uniformes relativas a la homologación de: I. Componentes específicos de vehículos de motor que utilizan gas natural comprimido (GNC) en sus sistemas de propulsión. II. Vehículos en relación con la instalación de componentes específicos de un tipo homologado para el uso de gas natural comprimido (GNC) en sus sistemas de propulsión** 113

Precio: 38 EUR

ES

Los actos cuyos títulos van impresos en caracteres finos son actos de gestión corriente, adoptados en el marco de la política agraria, y que tienen generalmente un período de validez limitado.

Los actos cuyos títulos van impresos en caracteres gruesos y precedidos de un asterisco son todos los demás actos.

II

(Actos adoptados en aplicación de los Tratados CE/Euratom cuya publicación no es obligatoria)

ACTOS ADOPTADOS POR ÓRGANOS CREADOS POR ACUERDOS INTERNACIONALES

Sólo los textos originales de la CEPE surten efectos jurídicos con arreglo al Derecho internacional público. La situación y la fecha de entrada en vigor del presente Reglamento deben consultarse en la última versión del documento de situación CEPE TRANS/WP.29/343, disponible en: <http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29docstts.html>.

Reglamento n° 67 de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE) — Disposiciones uniformes relativas a:

- I. Homologación de los equipos especiales de los automóviles que utilizan gas licuado de petróleo en sus sistemas de propulsión.**
- II. Homologación de un vehículo provisto de un equipo especial para el uso de gas licuado de petróleo en su sistema de propulsión en relación con la instalación de dicho equipo**

Adenda 66: Reglamento n° 67

Incluye todos los textos válidos hasta:

Suplemento 7 de la serie 01 de modificaciones — Fecha de entrada en vigor: 2 de febrero de 2007

ÍNDICE

REGLAMENTO

1. Ámbito de aplicación
2. Definición y clasificación de los componentes

PARTE 1

3. Solicitud de homologación
4. Marcas
5. Homologación
6. Especificaciones relativas a los diversos componentes del equipo GLP
7. Modificaciones de un tipo de equipo GLP y extensión de homologación
8. (No asignado)
9. Conformidad de la producción
10. Sanciones por disconformidad de la producción
11. Disposiciones transitorias relativas a los diversos componentes del equipo GLP
12. Abandono definitivo de la producción
13. Nombres y direcciones de los servicios técnicos responsables de los ensayos de homologación y de los departamentos administrativos

PARTE II

14. Definiciones
15. Solicitud de homologación
16. Homologación
17. Requisitos de instalación del equipo especial para el uso de gases licuados de petróleo en el sistema de propulsión de un vehículo
18. Conformidad de la producción
19. Sanciones por disconformidad de la producción
20. Modificación y extensión de la homologación de un tipo de vehículo
21. Abandono definitivo de la producción
22. Disposiciones transitorias relativas a la instalación de diversos componentes del equipo GLP y a la homologación de tipo de un vehículo provisto de un equipo especial para el uso de gas licuado de petróleo en su sistema de propulsión en relación con la instalación de dicho equipo
23. Nombres y direcciones de los servicios técnicos responsables de los ensayos de homologación y de los departamentos administrativos

ANEXOS

- | | |
|----------|--|
| Anexo 1 | Características esenciales del vehículo, del motor y de los equipos relacionados con el GLP |
| Anexo 2A | Disposición de la marca de homologación de tipo de equipo GLP |
| Anexo 2B | Comunicación relativa a la concesión, extensión, denegación o retirada de la homologación, o al abandono definitivo de la producción de un tipo de equipo GLP de acuerdo con el Reglamento n° 67 |
| Anexo 2C | Disposición de las marcas de homologación |
| Anexo 2D | Comunicación relativa a la concesión, extensión, denegación o retirada de la homologación, o al abandono definitivo de la producción de un tipo de vehículo con relación a la instalación de sistemas GLP de conformidad con el Reglamento n° 67 |
| Anexo 3 | Disposiciones relativas a la homologación de los accesorios de los recipientes de GLP |
| Anexo 4 | Disposiciones relativas a la homologación de la bomba de combustible |
| Anexo 5 | Disposiciones relativas a la homologación de la unidad de filtrado GLP |
| Anexo 6 | Disposiciones relativas a la homologación del regulador de presión y del vaporizador |
| Anexo 7 | Disposiciones relativas a la homologación de la llave de paso, la válvula antirretorno, la válvula limitadora de presión en los tubos de gas, el acoplamiento de servicio |
| Anexo 8 | Disposiciones relativas a la homologación de latiguillos con acoplamientos |
| Anexo 9 | Disposiciones relativas a la homologación de la unidad de llenado |
| Anexo 10 | Disposiciones relativas a la homologación de recipientes GLP |
| Anexo 11 | Disposiciones relativas a la homologación de dispositivos de inyección de gas o piezas mezcladoras de gas o inyectores y la rampa de inyección |
| Anexo 12 | Disposiciones relativas a la homologación de la unidad dosificadora de gas si no está combinada con el dispositivo de inyección de gas |
| Anexo 13 | Disposiciones relativas a la homologación del sensor de presión y/o temperatura |
| Anexo 14 | Disposiciones relativas a la homologación de la unidad de control electrónico |
| Anexo 15 | Procedimientos de ensayo |
| Anexo 16 | Disposiciones relativas a la marca identificativa de glp para vehículos de las categorías M ₂ y M ₃ |
| Anexo 17 | Disposiciones relativas a la marca identificativa de acoplamientos de servicio |

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

El presente Reglamento se aplica a la:

- | | | |
|------|-----------|---|
| 1.1. | Parte I. | Homologación de los equipos especiales de vehículos de las categorías M y N ⁽¹⁾ que utilizan gas licuado de petróleo en sus sistemas de propulsión. |
| 1.2. | Parte II. | Homologación de vehículos de las categorías M y N ⁽¹⁾ provistos de un equipo especial para el uso de gas licuado de petróleo en sus sistemas de propulsión en relación con la instalación de dicho equipo. |

⁽¹⁾ Con arreglo a la definición de la Resolución consolidada sobre la construcción de vehículos (R.E.3), anexo 7 (documento TRANS/WP.29/78/Rev.1/Amend.2, modificado en último lugar por el documento Amend.4).

2. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES

Los componentes para GLP destinados a vehículos se clasificarán según su presión máxima de funcionamiento y su función, de acuerdo con la figura 1.

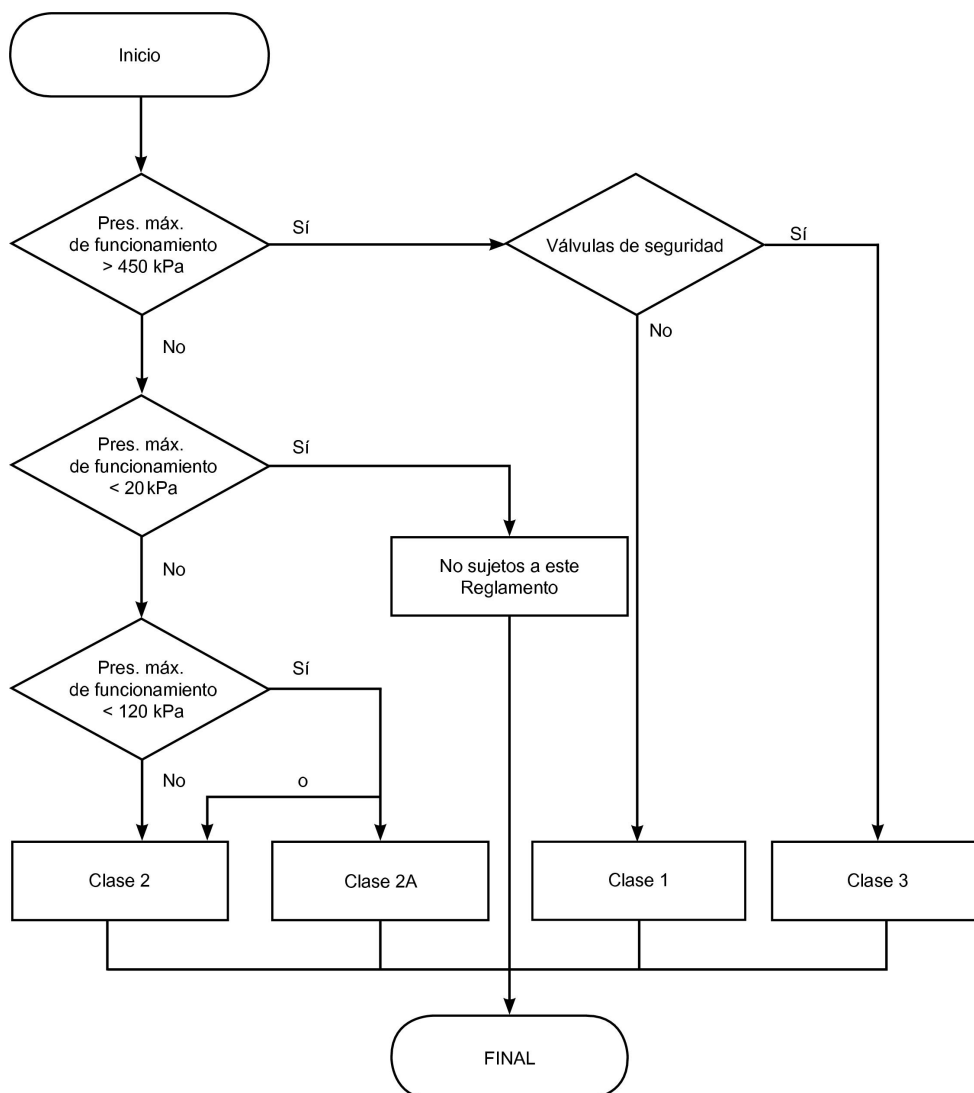
- Clase 1 Piezas de alta presión, incluidos tubos y racores que contengan GLP líquido a presión de vapor o a una presión de vapor aumentada de hasta 3 000 kPa.
- Clase 2 Piezas de baja presión, incluidos tubos y racores que contengan GLP vaporizado a presión máxima de funcionamiento comprendida entre inferior a 450 kPa y superior a 20 kPa por encima de la presión atmosférica.
- Clase 2A Piezas de baja presión para una gama de presiones limitada, incluidos tubos y racores que contengan GLP vaporizado a presión máxima de funcionamiento inferior a 120 kPa y superior a 20 kPa por encima de la presión atmosférica.
- Clase 3 Llaves de paso y válvulas limitadoras de presión para la fase líquida.

Los componentes para GLP diseñados para una presión máxima de funcionamiento inferior a 20 kPa por encima de la presión atmosférica no están sujetos al presente Reglamento.

Un componente puede constar de varias piezas, cada una de ellas asignada a su propia clase en función de su presión máxima de funcionamiento y funcionalidad.

Figura 1

Clasificación en función de la presión máxima de funcionamiento y funcionalidad



- 2.1. «Presión» es la presión relativa frente a la presión atmosférica, salvo que se indique lo contrario.
- 2.1.1. «Presión de servicio» es la presión estabilizada a una temperatura uniforme del gas de 15 °C.
- 2.1.2. «Presión de ensayo» es la presión que se aplica al componente durante el ensayo de homologación.
- 2.1.3. «Presión de trabajo» es la presión máxima para la que se ha diseñado el componente y con arreglo a la cual se determina su resistencia.
- 2.1.4. «Presión de funcionamiento» es la presión que se aplica en condiciones de funcionamiento normal.
- 2.1.5. «Presión máxima de funcionamiento» es la máxima presión que podría aplicarse al componente en funcionamiento.
- 2.1.6. «Presión de clasificación» es la presión máxima de funcionamiento admisible en un componente de acuerdo con su clasificación.
- 2.2. «Equipo especial» comprende:
 - a) el recipiente,
 - b) los accesorios incorporados al recipiente,
 - c) el vaporizador/regulador de presión,
 - d) la llave de paso,
 - e) el dispositivo de inyección de gas o inyector o pieza mezcladora de gas,
 - f) la unidad dosificadora de gas, ya sea aislada o combinada con el dispositivo de inyección de gas,
 - g) latiguillos,
 - h) unidad de llenado,
 - i) válvula antirretorno,
 - j) válvula limitadora de presión de los tubos de gas,
 - k) unidad de filtrado,
 - l) sensor de presión o temperatura,
 - m) bomba de combustible,
 - n) acoplamiento de servicio,
 - o) unidad de control electrónico,
 - p) rampa de inyección,
 - q) dispositivo limitador de presión.
- 2.3. «Recipiente» es cualquier recipiente utilizado para el depósito de gas licuado de petróleo.
- 2.3.1. Un recipiente puede ser:
 - i) una bombona estándar de cuerpo cilíndrico, con dos extremos abombados toriesféricos o elípticos y las aberturas necesarias;
 - ii) un recipiente especial distinto de las bombonas cilíndricas estándar. Véanse características dimensionales en el anexo 10, apéndice 5.

- 2.3.2. «Recipiente totalmente de material compuesto» es un recipiente hecho exclusivamente de materiales compuestos con una camisa no metálica.
- 2.3.3. «Lote de recipientes» es una máximo de 200 recipientes del mismo tipo fabricados consecutivamente en la misma cadena de producción.
- 2.4. «Tipo de recipiente» se refiere a recipientes que no presentan diferencias con respecto a las siguientes características definidas en el anexo 10:
- a) el nombre o marca comercial,
 - b) la forma (cilíndrica, especial),
 - c) las aberturas (placa para accesorios/aro metálico),
 - d) el material,
 - e) el proceso de soldadura (en caso de recipientes metálicos),
 - f) el tratamiento térmico (en caso de recipientes metálicos),
 - g) la cadena de producción,
 - h) el espesor nominal del cuerpo,
 - i) el diámetro,
 - j) la altura (en el caso de los recipientes especiales).
- 2.5. «Accesorios incorporados al recipiente» se refiere a los siguientes equipos, ya sea aisladamente o en combinación:
- a) válvula de cierre al 80 %
 - b) indicador de nivel
 - c) válvula limitadora de presión
 - d) válvula de servicio controlada a distancia con válvula limitadora de caudal
 - e) bomba de combustible
 - f) multiválvula
 - g) cubierta estanca
 - h) toma de alimentación eléctrica
 - i) válvula antirretorno
 - j) dispositivo limitador de presión.
- 2.5.1. «Válvula de cierre al 80 %» es un dispositivo que limita el llenado como máximo al 80 % de la capacidad del recipiente.
- 2.5.2. «Indicador de nivel» es un dispositivo para verificar el nivel de líquido en el recipiente.
- 2.5.3. «Válvula limitadora de presión (válvula de descarga)» es un dispositivo que limita la formación de presión en el recipiente.
- 2.5.3.1. «Dispositivo limitador de presión» es un dispositivo que impide que el recipiente estalle en caso de incendio, purgando el gas que contiene.
- 2.5.4. «Válvula de servicio controlada a distancia con válvula limitadora de caudal» es un dispositivo que permite el establecimiento e interrupción del suministro de GLP al vaporizador/regulador de presión; controlado a distancia significa que la válvula de servicio es controlada por la unidad de control electrónico; si el motor del vehículo no está en marcha, la válvula se cierra; la válvula limitadora de caudal limita la velocidad de salida de GLP.

- 2.5.5. «Bomba de combustible» es un dispositivo que establece el suministro de GLP líquido al motor aumentando la presión del recipiente con la presión de alimentación de la bomba de combustible.
- 2.5.6. «Multiválvula» es un dispositivo que consta de todos o parte de los accesorios mencionados en los apartados 2.5.1. a 2.5.3. y 2.5.8.
- 2.5.7. «Cubierta estanca» es un dispositivo que protege los accesorios y descarga las posibles fugas al aire libre.
- 2.5.8. Toma de alimentación eléctrica (bomba de combustible/dispositivos de accionamiento/sensor de nivel de combustible).
- 2.5.9. «Válvula antirretorno» es un dispositivo que permite que el GLP líquido fluya en una dirección e impide que fluya en la contraria.
- 2.6. «Vaporizador» es un dispositivo que provoca el paso del GLP en estado líquido al estado gaseoso.
- 2.7. «Regulador de presión» es un dispositivo para reducir y regular la presión del gas licuado de petróleo.
- 2.8. «Llave de paso» es un dispositivo que cierra el paso al GLP.
- 2.9. «Válvula limitadora de presión de los tubos de gas» es un dispositivo que evita la formación de presión en los tubos por encima de un valor predeterminado.
- 2.10. «Dispositivo de inyección de gas o inyector o pieza mezcladora de gas» es un dispositivo que introduce el GLP líquido o vaporizado en el motor.
- 2.11. «Unidad dosificadora de gas» es un dispositivo que dosifica y/o distribuye el caudal de gas al motor y que puede ser independiente o combinado con el dispositivo de inyección de gas.
- 2.12. «Unidad de control electrónico» es un dispositivo que controla la demanda de GLP del motor y corta automáticamente la alimentación eléctrica a las llaves de paso del sistema GLP en caso de rotura de un tubo de alimentación de combustible provocada por un accidente o al calarse el motor.
- 2.13. «Sensor de presión o temperatura» es un dispositivo que mide la presión o la temperatura.
- 2.14. «Unidad de filtrado de GLP» es un dispositivo que filtra el GLP, pudiendo estar el filtro integrado en otros componentes.
- 2.15. «Latiguillos» son los tubos flexibles que transportan de un punto a otro el gas licuado de petróleo en estado líquido o gaseoso a varias presiones.
- 2.16. «Unidad de llenado» es un dispositivo que permite llenar el recipiente; la unidad de llenado puede montarse integrada en la válvula de cierre al 80 % del recipiente o instalarse externamente al vehículo y controlarse a distancia.
- 2.17. «Acoplamiento de servicio» es un acoplamiento de la tubería de combustible situado entre el recipiente y el motor. Si un vehículo monocombustible se queda sin combustible, el motor puede funcionar gracias a un recipiente de combustible de servicio que puede acoplarse al acoplamiento de servicio.
- 2.18. «Rampa de inyección» es una tubería o conducción que conecta los dispositivos de inyección de combustible.
- 2.19. «Gas licuado de petróleo (GLP)» es cualquier producto esencialmente compuesto de los siguientes hidrocarburos: propano, propeno (propileno), butano normal, isobutano, isobutileno, buteno (butileno) y etano.

La norma europea EN 589:1993 especifica requisitos y métodos de ensayo para GLP de automoción comercializados y distribuidos en los países miembros del CEN (Comité Europeo de Normalización).

PARTE I*HOMOLOGACIÓN DEL EQUIPO ESPECIAL DE LOS VEHÍCULOS QUE UTILIZAN GAS LICUADO DE PETRÓLEO EN SUS SISTEMAS DE PROPULSIÓN*

3. SOLICITUD DE HOMOLOGACIÓN
 - 3.1. La solicitud de homologación del equipo especial será presentada por el titular del nombre o marca comercial o por su representante debidamente acreditado.
 - 3.2. Irá acompañada de los documentos mencionados a continuación por triplicado y con el siguiente detalle:
 - 3.2.1. una descripción detallada del tipo de equipo especial (según lo especificado en el anexo 1),
 - 3.2.2. un plano del equipo especial, suficientemente detallado y a escala adecuada,
 - 3.2.3. verificación del cumplimiento de las especificaciones estipuladas en el apartado 6 del presente Reglamento.
 - 3.3. A petición del servicio técnico responsable de los ensayos de homologación, se presentarán muestras del equipo especial.

Se facilitarán las muestras suplementarias que se soliciten.
4. MARCAS
 - 4.1. Todos los componentes presentados a la homologación llevarán el nombre o marca comercial del fabricante e indicación de tipo; y en el caso de los componentes no metálicos también indicación del mes y año de fabricación; esta marca será claramente legible e indeleble.
 - 4.2. Todos los equipos dispondrán de un espacio suficiente para colocar la marca de homologación, incluida la clasificación del componente (véase el anexo 2A); este espacio se indicará en los planos mencionados en el apartado 3.2.2. anterior.
 - 4.3. Cada recipiente llevará también una placa de características soldada, con los siguientes datos claramente legibles e indelebles:
 - a) número de serie;
 - b) capacidad en litros;
 - c) la marca «GLP»;
 - d) presión de ensayo [kPa];
 - e) la expresión «grado máximo de llenado: 80 %»;
 - f) año y mes de homologación (p. ej. 99/01);
 - g) marca de homologación conforme al apartado 5.4;
 - h) la marca «EQUIPO DE BOMBEO EN EL INTERIOR» y una marca que identifique la bomba cuando el recipiente lleve una bomba montada.
5. HOMOLOGACIÓN
 - 5.1. Si las muestras del equipo presentadas a la homologación cumplen los requisitos de los apartados 6.1 a 6.13 del presente Reglamento, se otorgará la homologación del equipo.
 - 5.2. A cada tipo de equipo homologado se asignará un número de homologación. Los dos primeros dígitos de dicho número (en la actualidad, 01, que corresponden a la serie 01 de modificaciones que entró en vigor el 13 de noviembre de 1999) indicarán la serie de modificaciones que incorpore las modificaciones técnicas importantes más recientes del Reglamento en el momento de conceder la homologación. La misma parte contratante no asignará este código alfanumérico a otro tipo de equipo.

- 5.3. La notificación de concesión o denegación o extensión de homologación de un tipo de equipo/pieza GLP de conformidad con el presente Reglamento se comunicará a las partes del Convenio que apliquen el presente Reglamento, por medio de un formulario conforme al modelo del anexo 2B del presente Reglamento. Si se refiere a un recipiente, se añadirá el anexo 2B, apéndice 1.
- 5.4. En todos los equipos que se ajusten a un tipo homologado de conformidad con el presente Reglamento se fijará, de manera visible y en el espacio mencionado en el apartado 4.2., además de las marcas estipuladas en los apartados 4.1. y 4.3., una marca de homologación internacional que constará de:
- 5.4.1. Una letra «E» encerrada en un círculo, seguida del número distintivo del país que haya concedido la homologación ⁽²⁾.
- 5.4.2. El número del presente Reglamento, seguido de la letra «R», un guión y el número de homologación a la derecha del círculo estipulado en el apartado 5.4.1. Este número de homologación constará del número de homologación de tipo de componente que aparezca en el certificado cumplimentado para este tipo (véanse el apartado 5.2. y el anexo 2B) precedido de dos cifras indicativas de la última serie de modificaciones del presente Reglamento.
- 5.5. La marca de homologación será claramente legible e indeleble.
- 5.6. El anexo 2A del presente Reglamento da ejemplos de disposición de la marca de homologación citada.
6. ESPECIFICACIONES RELATIVAS A LOS DIVERSOS COMPONENTES DEL EQUIPO GLP
- 6.1. Disposiciones generales
- El equipo especial de vehículos que utilicen GLP en su sistema de propulsión funcionará de manera correcta y segura.
- Los materiales del equipo que estén en contacto con GLP serán compatibles con este combustible.
- Las partes del equipo cuyo funcionamiento correcto y seguro pueda verse afectado por el GLP, por la alta presión o por las vibraciones, deberán someterse a los procedimientos de ensayo aplicables descritos en los anexos del presente Reglamento. En especial, deberán cumplirse las disposiciones de los apartados 6.2. a 6.13.
- La instalación de equipos GLP homologados conforme al presente Reglamento cumplirá los requisitos pertinentes sobre compatibilidad electromagnética (CEM) con arreglo al Reglamento n° 10, serie 02 de modificaciones, o equivalente..
- 6.2. Disposiciones relativas a recipientes
- Los recipientes de GLP estarán sujetos a homologación de conformidad con las disposiciones del anexo 10 del presente Reglamento.
- 6.3. Disposiciones relativas a los accesorios incorporados al recipiente
- 6.3.1. El recipiente irá equipado con los siguientes accesorios ya sea aisladamente o en combinación (multiválvulas):
- 6.3.1.1. válvula de cierre al 80 %,
- 6.3.1.2. indicador de nivel,

⁽²⁾ 1 para Alemania, 2 para Francia, 3 para Italia, 4 para los Países Bajos, 5 para Suecia, 6 para Bélgica, 7 para Hungría, 8 para la República Checa, 9 para España, 10 para Serbia, 11 para el Reino Unido, 12 para Austria, 13 para Luxemburgo, 14 para Suiza, 15 (sin asignar), 16 para Noruega, 17 para Finlandia, 18 para Dinamarca, 19 para Rumanía, 20 para Polonia, 21 para Portugal, 22 para la Federación de Rusia, 23 para Grecia, 24 para Irlanda, 25 para Croacia, 26 para Eslovenia, 27 para Eslovaquia, 28 para Belarús, 29 para Estonia, 30 (sin asignar), 31 para Bosnia y Herzegovina, 32 para Letonia, 33 (sin asignar), 34 para Bulgaria, 35 (sin asignar), 36 para Lituania, 37 para Turquía, 38 (sin asignar), 39 para Azerbaiyán, 40 para la Antigua República Yugoslava de Macedonia, 41 (sin asignar), 42 para la Comunidad Europea (sus Estados miembros conceden las homologaciones utilizando su símbolo CEPE respectivo), 43 para Japón, 44 (sin asignar), 45 para Australia, 46 para Ucrania, 47 para Sudáfrica, 48 para Nueva Zelanda, 49 para Chipre, 50 para Malta, 51 para la República de Corea, 52 para Malasia, 53 para Tailandia, 54 y 55 (sin asignar) y 56 para Montenegro. Se asignarán números consecutivos a otros países en el orden cronológico en el que ratifiquen el Acuerdo sobre la adopción de prescripciones técnicas uniformes aplicables a los vehículos de ruedas y los equipos y piezas que puedan montarse o utilizarse en éstos, y sobre las condiciones de reconocimiento recíproco de las homologaciones concedidas conforme a dichas prescripciones, o se adhieran a dicho Acuerdo, y el Secretario General de las Naciones Unidas comunicará los números así asignados a las Partes en el Acuerdo.

- 6.3.1.3. válvula limitadora de presión (válvula de descarga),
- 6.3.1.4. válvula de servicio controlada a distancia con válvula limitadora de caudal.
- 6.3.2. El recipiente podrá ir equipado con una cubierta estanca, si fuera necesario.
- 6.3.3. El recipiente podrá ir equipado con una toma de alimentación eléctrica para los dispositivos de accionamiento/bomba de combustible GLP.
- 6.3.4. El recipiente podrá ir equipado con una bomba de combustible GLP dentro del recipiente.
- 6.3.5. El recipiente podrá ir equipado con una válvula antirretorno.
- 6.3.6. El recipiente irá equipado con un dispositivo limitador de presión (DLP). Podrán homologarse dispositivos o funciones como DLP que sean:
- Un fusible (termoactivado), o bien
 - Una válvula limitadora de presión que cumpla con el apartado 6.15.8.3., o bien
 - Una combinación de los dos dispositivos anteriores, o bien
 - Cualquier otra solución técnica equivalente, siempre que garantice las mismas prestaciones.
- 6.3.7. Los accesorios mencionados en los apartados 6.3.1. a 6.3.6. anteriores serán sometidos a una homologación de conformidad con las disposiciones siguientes:
- anexo 3 del presente Reglamento para los accesorios mencionados en los apartados 6.3.1., 6.3.2., 6.3.3. y 6.3.6,
 - anexo 4 del presente Reglamento para los accesorios mencionados en el apartado 6.3.4,
 - anexo 7 del presente Reglamento para los accesorios mencionados en el apartado 6.3.5.
- 6.4.-6.14. Disposiciones relativas a otros componentes

Los demás componentes, indicados en el cuadro 1, serán sometidos a una homologación de conformidad con las disposiciones de los anexos determinados en el cuadro.

Cuadro 1

Apartado	Componente	Anexo
6.4.	Bomba de combustible	4
6.5.	Vaporizador ⁽¹⁾ Regulador de presión ⁽¹⁾	6
6.6.	Llaves de paso Válvulas antirretorno Válvulas limitadoras de presión en los tubos de gas Acoplamientos de servicio	7
6.7.	Latiguillos	8
6.8.	Unidad de llenado	9
6.9.	Dispositivos de inyección de gas/Pieza mezcladora de gas ⁽³⁾ o inyectores	11
6.10.	Unidades dosificadoras de gas ⁽²⁾	12
6.11.	Sensores de presión Sensores de temperatura	13
6.12.	Unidad de control electrónico	14
6.13.	Unidades de filtrado de GLP	5
6.14.	Dispositivo limitador de presión	3

⁽¹⁾ Ya sea aisladamente o en combinación.

⁽²⁾ Sólo aplicable si el actuador de dosificación de gas no está integrado en el dispositivo de inyección de gas.

⁽³⁾ Sólo aplicable si la presión de funcionamiento de la pieza mezcladora de gas es superior a 20 kPa (Clase 2).

- 6.15. Normas generales de diseño relativas a componentes
- 6.15.1. Disposiciones relativas a la válvula de cierre al 80 %
- 6.15.1.1. La conexión entre el flotador y la unidad de cierre de la válvula de cierre al 80 % no se deformará en condiciones normales de uso.
- 6.15.1.2. Si la válvula de cierre al 80 % comprende un flotador, éste soportará una presión exterior de 4 500 kPa.
- 6.15.1.3. La unidad de cierre del dispositivo que limita el llenado a un máximo del 80 % ± 5 % de la capacidad del recipiente, para la que está diseñada la válvula de cierre al 80 %, soportará una presión de 6 750 kPa. En la posición de corte, la velocidad de llenado a una presión diferencial de 700 kPa no excederá de 500 cm³/minuto. La válvula se ensayará con todos los recipientes en los que esté prevista su instalación o el fabricante declarará mediante cálculo para qué tipos de recipientes es adecuada la válvula.
- 6.15.1.4. Si la válvula de cierre al 80 % no comprende ningún flotador, no será posible continuar el llenado, tras el cierre, a una velocidad superior a 500 cm³/minuto.
- 6.15.1.5. El dispositivo llevará una marca permanente que indicará el tipo de recipiente para el que ha sido diseñado, el diámetro y el ángulo y, en su caso, indicación de montaje.
- 6.15.2. A fin de evitar que, en caso de fractura del componente, se produzcan chispas eléctricas en la superficie de fractura, los dispositivos de accionamiento eléctrico que contengan GLP tendrán:
- i) un aislamiento que impida el paso de corriente por las piezas que contengan GLP;
 - ii) el sistema eléctrico del dispositivo aislado:
 - del cuerpo,
 - del recipiente para la bomba de combustible.
- La resistencia de aislamiento será $> 10 \text{ M}\Omega$.
- 6.15.2.1. Las conexiones eléctricas del interior del maletero y del habitáculo cumplirán los requisitos de la clase de aislamiento IP 40 conforme a la norma IEC 529.
- 6.15.2.2. Todas las demás conexiones eléctricas cumplirán los requisitos de la clase de aislamiento IP 54 conforme a la norma IEC 529.
- 6.15.2.3. La toma de alimentación eléctrica (bomba de combustible/dispositivos de accionamiento/sensor de nivel de combustible) será de tipo estanco para establecer una conexión eléctrica hermética y aislada.
- 6.15.3. Disposiciones específicas para válvulas accionadas por alimentación (hidráulica, neumática) externa/eléctrica:
- 6.15.3.1. Las válvulas accionadas por alimentación externa/eléctrica (p. ej. válvula de cierre al 80 %, válvula de servicio, llaves de paso, válvulas antirretorno, válvula limitadora de presión de los tubos de gas, acoplamiento de servicio), estarán en la posición de «cerradas» cuando su alimentación esté desconectada.
- 6.15.3.2. La alimentación de la bomba de combustible se desconectará cuando la unidad de control electrónico se averíe o pierda energía.
- 6.15.4. Medio de intercambio de calor (requisitos de compatibilidad y presión)
- 6.15.4.1. Los materiales que conformen un dispositivo en contacto con el medio de intercambio de calor de un dispositivo en funcionamiento serán compatibles con ese fluido y se diseñarán para que soporten una presión de 200 kPa de parte del medio de intercambio de calor. El material cumplirá los requisitos establecidos en el anexo 15, apartado 17.

- 6.15.4.2. El compartimiento que contenga el medio de intercambio de calor del vaporizador/regulador de presión será estanco a una presión de 200 kPa.
- 6.15.5. Todo componente que conste de piezas de alta y baja presión se diseñará de modo que en la pieza de baja presión se forme más de 2,25 veces la presión máxima de trabajo para la que haya sido probada. Los componentes que se conecten directamente a la presión del depósito se diseñarán para la presión de clasificación de 3 000 kPa. No se permite la descarga al compartimiento del motor o al exterior del vehículo.
- 6.15.6. Disposiciones específicas para evitar todo flujo de gas
- 6.15.6.1. La bomba se diseñará de modo que la presión de salida nunca supere los 3 000 kPa, cuando p. ej. se bloqueen los tubos o no se abra una llave de paso. Esto puede conseguirse desconectando la bomba o aplicando recirculación al recipiente.
- 6.15.6.2. El vaporizador/regulador de presión se diseñará de modo que se evite todo flujo de gas si se suministra GLP al vaporizador/regulador de presión $\leq 4\,500$ kPa cuando el regulador no esté funcionando
- 6.15.7. Disposiciones relativas a la válvula limitadora en los tubos de gas
- 6.15.7.1. La válvula limitadora de presión de los tubos de gas se diseñará de modo que se abra a una presión de $3\,200 \pm 100$ kPa.
- 6.15.7.2. La válvula limitadora de presión de los tubos de gas no tendrá fugas internas hasta 3 000 kPa.
- 6.15.8. Disposiciones relativas a la válvula limitadora de presión (válvula de descarga)
- 6.15.8.1. La válvula limitadora de presión se montará en el interior o en el exterior del recipiente, en la zona en la que el combustible esté en estado gaseoso.
- 6.15.8.2. La válvula limitadora de presión se diseñará de modo que se abra a una presión de $2\,700 \pm 100$ kPa.
- 6.15.8.3. La capacidad de la válvula limitadora de presión, determinada con aire comprimido a una presión que sea un 20 % superior a la presión de funcionamiento normal, deberá ser como mínimo:

$$Q \geq 10,66 \cdot A^{0,82}$$

donde:

Q = caudal de aire en m³/min estándar (100 kPa absolutos y 15 °C de temperatura)

A = superficie exterior del recipiente en m².

Los resultados del ensayo de caudal deberán corregirse para condiciones estándar:

aire a 100 kPa de presión y 15 °C de temperatura.

Si la válvula limitadora de presión se considera un dispositivo limitador de presión, el caudal será de al menos 17,7 m³/min estándar.

- 6.15.8.4. La válvula limitadora de presión no sufrirá fugas internas hasta 2 600 kPa.
- 6.15.8.5. El dispositivo limitador de presión (fusible) se diseñará para que se abra a una temperatura de 120 ± 10 °C.
- 6.15.8.6. El dispositivo limitador de presión (fusible) se diseñará para que, una vez abierto, tenga una capacidad de:

$$Q \geq 2,73 \cdot A$$

donde:

Q = caudal de aire en m³/min estándar (100 kPa absolutos y 15 °C de temperatura)

A = superficie exterior del recipiente en m².

El ensayo de caudal se realizará a 200 kPa de presión absoluta a la entrada y 15 °C de temperatura.

Los resultados del ensayo de caudal deberán corregirse para que se correspondan con las condiciones estándar:

aire a 100 kPa de presión y 15 °C de temperatura.

- 6.15.8.7. El dispositivo limitador de presión se montará en el recipiente en la zona gaseosa.
- 6.15.8.8. El dispositivo limitador de presión se incorporará al recipiente de tal manera que pueda descargar a la cubierta estanca, cuando se haya estipulado su presencia.
- 6.15.8.9. El dispositivo limitador de presión (fusible) se ensayará de acuerdo con las disposiciones descritas en el apartado 7 del anexo 3.
- 6.15.9. Disipación de energía de la bomba de combustible:
- Con un nivel mínimo de combustible que permita que el motor continúe funcionando, la acumulación de calor de la bomba de combustible nunca deberá provocar la apertura de la válvula limitadora de presión.
- 6.15.10. Disposiciones relativas a la unidad de llenado:
- 6.15.10.1. La unidad de llenado irá equipada con al menos una válvula antirretorno de contacto elástico y estará concebida de forma que no pueda desmontarse.
- 6.15.10.2. La unidad de llenado estará protegida frente a la contaminación.
- 6.15.10.3. El diseño y las dimensiones de la zona de conexión de la unidad de llenado deberán corresponderse con las establecidas en las figuras del anexo 9.
- La unidad de llenado ilustrada en la figura 5 sólo es aplicable a categorías de vehículos automóviles M₂, M₃, N₂, N₃ y M₁ que tengan una masa total máxima superior a 3 500 kg ⁽³⁾.
- 6.15.10.4. La unidad de llenado ilustrada en la figura 4 también puede aplicarse a categorías de vehículos automóviles M₂, M₃, N₂, N₃ y M₁ que tengan una masa total máxima superior a 3 500 kg ⁽³⁾.
- 6.15.10.5. La unidad de llenado exterior se conecta al recipiente por un latiguillo o tubería.
- 6.15.10.6. Disposiciones específicas relativas a la unidad de llenado europea para vehículos ligeros (anexo 9, figura 3).
- 6.15.10.6.1. El volumen muerto entre la superficie de estanquidad delantera y la parte delantera de la válvula antirretorno no superará 0,1 cm³.
- 6.15.10.6.2. El caudal que pase por el conector a una diferencia de presión de 30 kPa será de 60 litros/min. como mínimo cuando los ensayos se realicen con agua.
- 6.15.10.7. Disposiciones específicas relativas a la unidad de llenado europea para vehículos pesados (anexo 9, figura 5).
- 6.15.10.7.1. El volumen muerto entre la superficie de estanquidad delantera y la parte delantera de la válvula antirretorno no superará 0,5 cm³.
- 6.15.10.7.2. El caudal que pase por la unidad de llenado, con la válvula antirretorno abierta mecánicamente, a una diferencia de presión de 50 kPa será de 200 litros/min. como mínimo cuando los ensayos se realicen con agua.

⁽³⁾ Con arreglo a la definición de la Resolución consolidada sobre la construcción de vehículos (R.E.3), anexo 7 (documento TRANS/WP.29/78/Rev.1/Amend.2, modificado en último lugar por el documento Amend.4).

- 6.15.10.7.3. La unidad de llenado europea responderá a las exigencias del ensayo de impacto descrito en el anexo 9, apartado 7.4.
- 6.15.11. Disposiciones relativas al indicador de nivel:
 - 6.15.11.1. El dispositivo de verificación del nivel de líquido en el recipiente será de tipo indirecto (p. ej. magnético) entre el interior y el exterior del recipiente. Si el dispositivo de verificación es de tipo directo, las conexiones eléctricas deberán cumplir las especificaciones IP54 con arreglo a la norma IEC EN 60529:1997-06.
 - 6.15.11.2. Si el indicador de nivel del recipiente comprende un flotador, este último soportará una presión exterior de 3 000 kPa.
- 6.15.12. Disposiciones relativas a la cubierta estanca del recipiente
 - 6.15.12.1. La salida de la cubierta estanca tendrá una sección transversal libre total de al menos 450 mm².
 - 6.15.12.2. La cubierta será estanca a una presión de 10 kPa con las aberturas cerradas, con una tasa de fugas máxima admisible de 100 cm³ de vapor por hora y no presentará deformación permanente.
 - 6.15.12.3. La cubierta estanca se diseñará para soportar una presión de 50 kPa.
- 6.15.13. Disposiciones relativas a la válvula de servicio controlada a distancia con válvula limitadora de caudal
 - 6.15.13.1. Disposiciones relativas a la válvula de servicio
 - 6.15.13.1.1. En el caso de que la válvula de servicio esté combinada con una bomba de alimentación de combustible GLP, la bomba se identificará colocando la marca «EQUIPO DE BOMBEO EN EL INTERIOR» e indicando la identificación de la bomba en la placa de características del recipiente de GLP o en la multiválvula si la hay. Las conexiones eléctricas en el interior del recipiente cumplirán los requisitos de la clase de aislamiento IP 40 conforme a la norma IEC 529.
 - 6.15.13.1.2. La válvula de servicio soportará una presión de 6 750 kPa en las posiciones de abierta y cerrada.
 - 6.15.13.1.3. La válvula de servicio, en la posición de cierre, no permitirá fugas internas en la dirección de flujo. Puede haber fugas en la dirección de contraflujo.
 - 6.15.13.2. Disposiciones relativas a la válvula limitadora de caudal
 - 6.15.13.2.1. La válvula limitadora de caudal se montará en el interior del recipiente.
 - 6.15.13.2.2. La válvula limitadora de caudal se diseñará con una derivación que permita la igualación de presiones.
 - 6.15.13.2.3. La válvula limitadora de presión se cerrará con una diferencia de presión de 90 kPa sobre la válvula. Con esta diferencia de presión, el caudal no será superior a 8 000 cm³/min.
 - 6.15.13.2.4. Cuando la válvula limitadora de presión esté en la posición de cierre, el caudal que pase por la derivación no será superior a 500 cm³/min con una presión diferencial de 700 kPa.
- 7. MODIFICACIONES DE UN TIPO DE EQUIPO GLP Y EXTENSIÓN DE HOMOLOGACIÓN
 - 7.1. Toda modificación de un tipo de equipo GLP se notificará al departamento administrativo que haya concedido la homologación de tipo. El departamento podrá entonces:
 - 7.1.1. decidir que es improbable que las modificaciones realizadas tengan efectos negativos apreciables y que el equipo continúa cumpliendo los requisitos; o
 - 7.1.2. decidir si se repetirán ensayos de manera parcial o completa.

- 7.2. La confirmación o denegación de la homologación, especificando las modificaciones, se comunicará a las partes del Convenio que apliquen el presente Reglamento por el procedimiento especificado en el apartado 5.3. anterior.
- 7.3. La autoridad competente que otorgue la extensión de homologación asignará un número de serie a cada formulario de comunicación emitido para dicha extensión.
8. (No asignado)
9. CONFORMIDAD DE LA PRODUCCIÓN
- Los procedimientos de conformidad de la producción se ajustarán a los establecidos en el apéndice 2 del Convenio (E/ECE/324-E/ECE/TRANS/505/Rev.2) con los siguientes requisitos:
- 9.1. Todo equipo homologado conforme al presente Reglamento se fabricará de tal modo que se ajuste al tipo homologado cumpliendo los requisitos del apartado 6 anterior.
- 9.2. A fin de verificar el cumplimiento del apartado 9.1., se llevarán a cabo controles de producción adecuados.
- 9.3. Se cumplirán los requisitos mínimos establecidos en los anexos 8, 10 y 15 del presente Reglamento para los ensayos de control de conformidad de la producción.
- 9.4. La autoridad que haya concedido la homologación de tipo podrá verificar en cualquier momento los métodos de control de conformidad aplicados en cada instalación de producción. La frecuencia normal de estas verificaciones será una vez al año.
- 9.5. Además, cada recipiente se ensayará a una presión mínima de 3 000 kPa de conformidad con las estipulaciones del apartado 2.3. del anexo 10 del presente Reglamento.
- 9.6. Todos los conjuntos de latiguillos que se incorporen a la clase de alta presión (clase 1), de acuerdo con la clasificación estipulada en el apartado 2 del presente Reglamento, se someterán durante medio minuto a un ensayo con gas a 3 000 kPa de presión.
- 9.7. En el caso de los recipientes soldados, al menos uno de cada 200 recipientes y uno de los restantes deberán someterse al examen radiográfico estipulado en el apartado 2.4.1. del anexo 10.
- 9.8. Durante la producción, 1 de cada 200 recipientes y uno de los restantes deberán someterse a los ensayos mecánicos anteriormente citados y descritos en el apartado 2.1.2. del anexo 10.
10. SANCIONES POR DISCONFORMIDAD DE LA PRODUCCIÓN
- 10.1. La homologación concedida con respecto a un tipo de equipo conforme al presente Reglamento podrá retirarse si no se cumplen los requisitos establecidos en el apartado 9 anterior.
- 10.2. Si una de las partes del Convenio que aplique el presente Reglamento retira una homologación que haya concedido anteriormente, lo notificará sin demora a las demás partes contratantes que apliquen el presente Reglamento, por medio de un formulario de comunicación conforme al modelo del anexo 2B del presente Reglamento.
11. DISPOSICIONES TRANSITORIAS RELATIVAS A LOS DIVERSOS COMPONENTES DEL EQUIPO GLP
- 11.1. A partir de la fecha oficial de entrada en vigor de la serie 01 de modificaciones del presente Reglamento, ninguna Parte Contratante que lo aplique denegará la concesión de la homologación CEPE con arreglo al presente Reglamento modificado por la serie 01 de modificaciones.
- 11.2. Tres meses después de la fecha oficial de entrada en vigor de la serie 01 de modificaciones del presente Reglamento, las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento concederán homologaciones CEPE únicamente si el tipo de componente que ha de homologarse cumple los requisitos del presente Reglamento modificado por la serie 01 de modificaciones.

- 11.3. Ninguna Parte Contratante que aplique el presente Reglamento rechazará un tipo de componente homologado con arreglo a la serie 01 de modificaciones del presente Reglamento.
- 11.4. En un período de 12 meses a partir de la fecha de entrada en vigor de la serie 01 de modificaciones del presente Reglamento, ninguna Parte Contratante que lo aplique rechazará un tipo de componente homologado con arreglo al presente Reglamento en su forma original.
- 11.5. Una vez expirado el período de 12 meses a partir de la fecha de entrada en vigor de la serie 01 de modificaciones, las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento podrán denegar la venta de un tipo de componente que no cumpla los requisitos de la serie 01 de modificaciones del presente Reglamento, excepto cuando esté concebido como recambio para instalar en vehículos en uso.
12. ABANDONO DEFINITIVO DE LA PRODUCCIÓN
- Si el titular de la homologación deja por completo de fabricar un tipo de equipo homologado de acuerdo con el presente Reglamento, lo comunicará a la autoridad que haya concedido la homologación. A la recepción de la comunicación pertinente, dicha autoridad informará de este hecho a las demás partes del Convenio que apliquen el presente Reglamento por medio de un formulario de comunicación conforme al modelo del anexo 2B del presente Reglamento.
13. NOMBRES Y DIRECCIONES DE LOS SERVICIOS TÉCNICOS RESPONSABLES DE LOS ENSAYOS DE HOMOLOGACIÓN Y DE LOS DEPARTAMENTOS ADMINISTRATIVOS
- Las partes del Convenio que apliquen el presente Reglamento comunicarán a la Secretaría de las Naciones Unidas los nombres y direcciones de los servicios técnicos responsables de los ensayos de homologación y de los departamentos administrativos que otorguen la homologación y a los cuales deban enviarse los formularios, emitidos en otros países, que certifiquen la concesión o extensión o denegación o retirada de la homologación.

PARTE II

HOMOLOGACIÓN DE UN VEHÍCULO PROVISTO DE UN EQUIPO ESPECIAL PARA EL USO DE GASES LICUADOS DE PETRÓLEO EN SU SISTEMA DE PROPULSIÓN EN RELACIÓN CON LA INSTALACIÓN DE DICHO EQUIPO

14. DEFINICIONES
- 14.1. A efectos de la parte II del presente Reglamento:
- 14.1.1. «Homologación de un vehículo» es la homologación de un tipo de vehículo con respecto a la instalación de su equipo especial para el uso de gases licuados de petróleo en su sistema de propulsión.
- 14.1.2. «Tipo de vehículo» es un vehículo o familia de vehículos provistos del equipo especial para el uso de GLP en su sistema de propulsión, que no sea diferente con respecto a las siguientes condiciones:
- 14.1.2.1. el fabricante;
- 14.1.2.2. la designación del tipo establecida por el fabricante;
- 14.1.2.3. los aspectos esenciales de diseño y construcción;
- 14.1.2.3.1. chasis/chapa de piso (diferencias obvias y fundamentales);
- 14.1.2.3.2. instalación del equipo GLP (diferencias obvias y fundamentales).
15. SOLICITUD DE HOMOLOGACIÓN
- 15.1. La solicitud de homologación de un tipo de vehículo con respecto a la instalación del equipo especial para el uso de gases licuados de petróleo en su sistema de propulsión será presentada por el fabricante del vehículo o por su representante debidamente acreditado.

- 15.2. Irá acompañada de los documentos mencionados a continuación por triplicado: descripción del vehículo, incluidos todos los detalles pertinentes indicados en el anexo 1 del presente Reglamento.
- 15.3. Se presentará un vehículo representativo del tipo a homologar al servicio técnico que realice los ensayos de homologación.
16. HOMOLOGACIÓN
- 16.1. Si el vehículo presentado a la homologación de conformidad con el presente Reglamento está provisto de todo el equipo especial necesario para el uso de gases licuados de petróleo en su sistema de propulsión y cumple los requisitos del apartado 17, se otorgará la homologación de dicho tipo de vehículo.
- 16.2. Se asignará un número de homologación a cada tipo de vehículo homologado. Sus dos primeros dígitos indicarán la serie de modificaciones que incorporen los principales cambios técnicos más recientes del Reglamento en el momento de la concesión de la homologación.
- 16.3. La notificación de concesión o denegación o extensión de homologación de un tipo de vehículo GLP de conformidad con el presente Reglamento se comunicará a las partes del Convenio que apliquen el presente Reglamento por medio de un formulario conforme al modelo del anexo 2D del presente Reglamento.
- 16.4. En todos los equipos homologados conforme al presente Reglamento se fijará, de manera visible y en un espacio fácilmente accesible especificado en el formulario de homologación mencionado en el apartado 16.3. anterior, una marca de homologación internacional que constará de:
- 16.4.1. Una letra «E» encerrada en un círculo, seguida del número distintivo del país que haya concedido la homologación ⁽⁴⁾.
- 16.4.2. El número del presente Reglamento, seguido de la letra «R», un guión y el número de homologación a la derecha del círculo estipulado en el apartado 16.4.1.
- 16.5. Si el vehículo es conforme a un vehículo homologado, de acuerdo con uno o más Reglamentos adicionales anexados al Convenio, en el país que haya concedido la homologación de acuerdo con el presente Reglamento, no será necesario repetir el símbolo estipulado en el apartado 16.4.1.; en tal caso, los números de Reglamento y homologación y los símbolos adicionales de todos los Reglamentos conforme a los cuales se haya concedido la homologación en el país que la haya concedido de acuerdo con el presente Reglamento se colocarán en columnas verticales a la derecha del símbolo estipulado en el apartado 16.4.1.
- 16.6. La marca de homologación será claramente legible e indeleble.
- 16.7. La marca de homologación se colocará en la placa de características del vehículo o junto a ella.
- 16.8. El anexo 2C de esta norma da ejemplos de la disposición de la citada marca de homologación.
17. REQUISITOS DE INSTALACIÓN DEL EQUIPO ESPECIAL PARA EL USO DE GASES LICUADOS DE PETRÓLEO EN EL SISTEMA DE PROPULSIÓN DE UN VEHÍCULO
- 17.1. Generalidades
- 17.1.1. El equipo GLP instalado en el vehículo funcionará de tal manera que no se pueda superar la presión máxima de funcionamiento para la que haya sido diseñado y homologado.
- 17.1.2. Todas las partes del sistema se someterán a una homologación por cada una de sus piezas, de acuerdo con la parte I del presente Reglamento.
- 17.1.3. Los materiales utilizados en el sistema serán adecuados para su uso con GLP.
- 17.1.4. Todas las piezas del sistema se fijarán de manera adecuada.

⁽⁴⁾ Véase la nota 2 a pie de página.

- 17.1.5. El sistema GLP no presentará fuga alguna.
- 17.1.6. El sistema GLP se instalará de tal modo que tenga la mejor protección posible frente a daños tales como los ocasionados por componentes móviles del vehículo, colisión, gravilla, o por la carga y descarga del vehículo o por el desplazamiento de dichas cargas.
- 17.1.7. No se conectarán al sistema GLP otros aparatos que los estrictamente necesarios para el correcto funcionamiento del motor del vehículo automóvil.
 - 17.1.7.1. Sin perjuicio de las disposiciones del apartado 17.1.7, los vehículos automóviles de las categorías M₂, M₃, N₂, N₃ y M₁ que tengan una masa total máxima > 3 500 kg podrán equiparse con un sistema de calefacción para caldear el habitáculo que vaya conectado al sistema GLP.
 - 17.1.7.2. El sistema de calefacción mencionado en el apartado 17.1.7.1. se permitirá si, en opinión de los servicios técnicos responsables de la homologación de tipo, el sistema de calefacción está adecuadamente protegido y no afecta al funcionamiento requerido del sistema GLP normal.
 - 17.1.7.3. Sin perjuicio de las disposiciones del apartado 17.1.7, los sistemas GLP de los vehículos de monocombustible que no tengan sistema de marcha de emergencia podrán equiparse con acoplamientos de servicio.
 - 17.1.7.4. El acoplamiento de servicio mencionado en el apartado 17.1.7.3. se permitirá si, en opinión de los servicios técnicos responsables de la homologación de tipo, el acoplamiento de servicio está adecuadamente protegido y no afecta al funcionamiento requerido del sistema GLP normal. El acoplamiento de servicio deberá combinarse con una válvula antirretorno estanca independiente, por medio de la cual sólo sea posible accionar el motor.
 - 17.1.7.5. Los vehículos de monocombustible provistos de un acoplamiento de servicio llevarán una pegatina próxima a éste, de acuerdo con las especificaciones del anexo 17.
- 17.1.8. Identificación de los vehículos de las categorías M₂ y M₃ alimentados con GLP
 - 17.1.8.1. Los vehículos de las categorías M₂ y M₃ llevarán una placa como la especificada en el anexo 16.
 - 17.1.8.2. La placa se instalará en las partes trasera y delantera del vehículo de categoría M₂ o M₃ y en el exterior de las puertas del lado izquierdo en los vehículos que lleven el volante a la derecha y del lado derecho en los vehículos que lleven el volante a la izquierda.
- 17.2. Requisitos adicionales
 - 17.2.1. Ningún componente del sistema GLP, incluido todo material de protección que forme parte de dichos componentes, sobresaldrá de la superficie externa del vehículo, con la excepción de la unidad de llenado si no sobresale más de 10 mm de la línea nominal de la chapa de la carrocería.
 - 17.2.2. Con excepción del recipiente de combustible GLP, en ninguna sección transversal del vehículo podrá ningún componente del sistema GLP, incluido todo material protector que forme parte de dichos componentes, sobresalir del borde inferior del vehículo a menos que haya otra parte del vehículo situada más abajo en un radio de 150 mm.
 - 17.2.3. Ningún componente del sistema GLP estará situado a menos de 100 mm del tubo de escape o foco de calor similar, a menos que dichos componentes estén adecuadamente protegidos contra el calor.
- 17.3. El sistema GLP
 - 17.3.1. *Todo sistema GLP constará al menos de los siguientes componentes:*
 - 17.3.1.1. recipiente de combustible;
 - 17.3.1.2. válvula de cierre al 80 %;
 - 17.3.1.3. indicador de nivel;
 - 17.3.1.4. válvula limitadora de presión;

- 17.3.1.5. válvula de servicio controlada a distancia con válvula limitadora de caudal;
- 17.3.1.6. regulador de presión y vaporizador, que podrán estar combinados;
- 17.3.1.7. llave de paso controlada a distancia;
- 17.3.1.8. unidad de llenado;
- 17.3.1.9. latiguillos y tubos de gas;
- 17.3.1.10. conexiones de transporte de gas entre componentes del sistema GLP;
- 17.3.1.11. inyector o dispositivo de inyección de gas o pieza mezcladora de gas;
- 17.3.1.12. unidad de control electrónico;
- 17.3.1.13. dispositivo limitador de presión (fusible).
- 17.3.2. *El sistema podrá incluir además los siguientes componentes:*
 - 17.3.2.1. cubierta estanca, que cubra los accesorios incorporados al recipiente de combustible;
 - 17.3.2.2. válvula antirretorno;
 - 17.3.2.3. válvula limitadora de presión de los tubos de gas;
 - 17.3.2.4. unidad dosificadora de gas;
 - 17.3.2.5. unidad de filtrado de GLP;
 - 17.3.2.6. sensor de presión o temperatura;
 - 17.3.2.7. bomba de combustible GLP;
 - 17.3.2.8. toma de alimentación eléctrica para el recipiente (dispositivos de accionamiento/bomba de combustible/sensor de nivel de combustible);
 - 17.3.2.9. acoplamiento de servicio (sólo vehículos de monocombustible y sin sistema de marcha de emergencia);
 - 17.3.2.10. sistema de selección de combustible y sistema eléctrico;
 - 17.3.2.11. rampa de inyección.
- 17.3.3. Los componentes del recipiente mencionados en los apartados 17.3.1.2. a 17.3.1.5. podrán combinarse.
- 17.3.4. La llave de paso controlada a distancia mencionada en el apartado 17.3.1.7. podrá combinarse con el regulador de presión/vaporizador.
- 17.3.5. Los componentes adicionales que sean necesarios para el funcionamiento eficaz del motor podrán instalarse en la parte del sistema GLP donde la presión sea inferior a 20 kPa.
- 17.4. Instalación del recipiente de combustible
 - 17.4.1. El recipiente de combustible se instalará en el vehículo de manera permanente y no se instalará en el compartimiento del motor.
 - 17.4.2. El recipiente de combustible se instalará en la posición correcta, de acuerdo con las instrucciones del fabricante del recipiente.
 - 17.4.3. El recipiente de combustible se instalará de tal modo que no haya contacto de metal con metal, salvo en los puntos de fijación permanente del recipiente.

- 17.4.4. El recipiente de combustible tendrá puntos de fijación permanente con los que asegurarlo al vehículo automóvil o bien se fijará al vehículo por medio de un bastidor y correas.
- 17.4.5. Cuando el vehículo esté preparado para funcionar, el recipiente de combustible no quedará a menos de 200 mm de la superficie de la carretera.
- 17.4.5.1. Las disposiciones del apartado 17.4.5. no serán de aplicación si el recipiente va adecuadamente protegido en la parte delantera y en los laterales y ninguna parte del recipiente queda por debajo de esta estructura de protección.
- 17.4.6. Los recipientes llenos de combustible deberán montarse y fijarse de tal modo que puedan absorberse las siguientes aceleraciones (sin que se produzcan daños):
- Vehículos de las categorías M_1 y N_1 :
- a) 20 g en la dirección de marcha;
 - b) 8 g en sentido horizontalmente perpendicular a la dirección de marcha.
- Vehículos de las categorías M_2 y N_2 :
- a) 10 g en la dirección de marcha;
 - b) 5 g en sentido horizontalmente perpendicular a la dirección de marcha.
- Vehículos de las categorías M_3 y N_3 :
- a) 6,6 g en la dirección de marcha;
 - b) 5 g en sentido horizontalmente perpendicular a la dirección de marcha.
- Podrá utilizarse un método de cálculo en lugar del ensayo práctico si el solicitante puede demostrar su equivalencia a satisfacción del servicio técnico.
- 17.5. Requisitos adicionales para el recipiente de combustible
- 17.5.1. Si se conecta más de un recipiente de GLP a un solo tubo de distribución, cada recipiente irá provisto de una válvula antirretorno instalada más adelante de la válvula de servicio controlada a distancia y se instalará una válvula limitadora de presión en los tubos más adelante de la válvula antirretorno. Deberá instalarse un sistema de filtrado adecuado anterior a las válvulas antirretorno para evitar que éstas se obstruyan.
- 17.5.2. La válvula antirretorno y la válvula limitadora de presión en los tubos no serán necesarias si la presión de contraflujo de la válvula de servicio controlada a distancia supera los 500 kPa en la posición de cierre.
- En ese caso, el control de las válvulas de servicio controladas a distancia se fabricará de tal modo que sea imposible la apertura simultánea de dos o más válvulas controladas a distancia. El tiempo de solape para la conmutación se limita a 2 minutos.
- 17.6. Accesorios para el recipiente de combustible
- 17.6.1. *Válvula de servicio controlada a distancia con válvula limitadora de caudal en el recipiente*
- 17.6.1.1. La válvula de servicio controlada a distancia con válvula limitadora de caudal se instalará directamente en el recipiente de combustible, sin utilizar elementos de montaje.
- 17.6.1.2. La válvula de servicio controlada a distancia con válvula limitadora de caudal se controlará de tal modo que se cierre automáticamente cuando se pare el motor, con independencia de la posición del interruptor de encendido, y que permanezca cerrada mientras el motor continúe parado.
- 17.6.2. *Válvula limitadora de presión accionada por resorte en el recipiente*
- 17.6.2.1. La válvula limitadora de presión accionada por resorte se instalará en el recipiente de combustible de tal manera que se conecte al espacio de vapor y pueda descargar a la atmósfera circundante. La válvula limitadora de presión accionada por resorte podrá descargar a la cubierta estanca si dicha cubierta cumple los requisitos del apartado 17.6.5.

- 17.6.3. *Válvula de cierre al 80 %*
- 17.6.3.1. El limitador automático de nivel de llenado será adecuado para el recipiente de combustible en el que vaya montado y se instalará en la posición apropiada que asegure que no pueda llenarse el recipiente por encima del 80 %.
- 17.6.4. *Indicador de nivel*
- 17.6.4.1. El indicador de nivel será adecuado para el recipiente de combustible en el que vaya montado y se instalará en la posición apropiada.
- 17.6.5. *Cubierta estanca del recipiente*
- 17.6.5.1. Sobre los componentes del recipiente se instalará una cubierta estanca que cumpla los requisitos de los apartados 17.6.5.2. a 17.6.5.5., a menos que el recipiente esté instalado en el exterior del vehículo y los componentes del recipiente estén protegidos contra la suciedad y el agua.
- 17.6.5.2. La cubierta estanca estará en conexión abierta con la atmósfera, cuando sea necesario a través de un latiguillo de conexión con pasacables.
- 17.6.5.3. La abertura de ventilación de la cubierta estanca apuntará hacia abajo al punto de salida del vehículo automóvil. Sin embargo, no descargará a un arco de rueda, ni apuntará a un foco de calor como el tubo de escape.
- 17.6.5.4. Todo latiguillo de conexión con pasacables situado en el fondo de la carrocería del vehículo para la ventilación de la cubierta estanca tendrá una abertura libre mínima de 450 mm². Si se instala un tubo de gas, un tubo de otro tipo o un cable eléctrico en el latiguillo de conexión con pasacables, la abertura libre también será de al menos 450 mm².
- 17.6.5.5. La cubierta y los latiguillos de conexión serán estancos a una presión de 10 kPa con las aberturas cerradas y no presentarán ninguna deformación permanente con una tasa de fugas máxima admisible de 100 cm³/h.
- 17.6.5.6. El latiguillo de conexión se fijará de manera apropiada a la cubierta estanca y al pasacables para asegurar la formación de una junta estanca.
- 17.7. *Tubos y latiguillos de gas*
- 17.7.1. Los tubos de gas se fabricarán con un material sin costuras: cobre, acero inoxidable o acero con revestimiento resistente a la corrosión.
- 17.7.2. Si se utiliza cobre sin costuras, el tubo se protegerá con un manguito de plástico o de goma.
- 17.7.3. El diámetro exterior de los tubos de gas de cobre no superará los 12 mm con un espesor de pared de, al menos, 0,8 mm; el diámetro exterior de los tubos de gas de acero y acero inoxidable no superará los 25 mm, con un espesor de pared adecuado para el funcionamiento con gas.
- 17.7.4. El tubo de gas podrá fabricarse con un material no metálico si el tubo cumple los requisitos del apartado 6.7 del presente Reglamento.
- 17.7.5. El tubo de gas podrá reemplazarse por un latiguillo de gas, si este latiguillo cumple el requisito del apartado 6.7 del presente Reglamento.
- 17.7.6. Los tubos de gas que no sean metálicos se fijarán de tal manera que no queden sometidos a vibraciones o tensiones.
- 17.7.7. Los tubos de gas metálicos y no metálicos se fijarán de tal modo que no queden sometidos a tensiones.

- 17.7.8. En el punto de fijación, el tubo o latiguillo de gas llevará un material protector.
- 17.7.9. No se colocarán tubos o latiguillos de gas en los puntos de aplicación del gato elevador.
- 17.7.10. En los conductos, los tubos o latiguillos de gas, estén o no provistos de manguito protector, se equiparán con material protector.
- 17.8. Conexiones de gas entre componentes del sistema GLP
- 17.8.1. No se permiten juntas soldadas ni juntas de compresión de agarre.
- 17.8.2. Los tubos de gas sólo se conectarán con racores compatibles con respecto a la corrosión.
- 17.8.3. Los tubos de acero inoxidable sólo se unirán con racores de acero inoxidable.
- 17.8.4. Los bloques distribuidores se fabricarán con material resistente a la corrosión.
- 17.8.5. Los tubos de gas se conectarán por medio de juntas apropiadas; por ejemplo, juntas de compresión de dos componentes en tubos de acero y juntas con olivas ahusadas a ambos lados o dos bridas en tubos de cobre. Los tubos de gas se conectarán con uniones adecuadas. En ningún caso podrán utilizarse acoplamientos que dañen el tubo. La presión de rotura de los acoplamientos montados será igual o superior a la especificada para el tubo.
- 17.8.6. El número de juntas será el mínimo posible.
- 17.8.7. Todas las juntas se realizarán en lugares que permitan el acceso a la inspección.
- 17.8.8. En un habitáculo o maletero cerrado, la longitud del tubo o latiguillo de gas no será superior a la razonablemente necesaria; esta disposición se cumple cuando el tubo o latiguillo de gas no se prolonga más que desde el recipiente de combustible hasta el lateral del vehículo.
- 17.8.8.1. No habrá conexiones de transporte de gas en el habitáculo o maletero cerrado con excepción de:
- i) las conexiones de la cubierta estanca; y
 - ii) la conexión entre el tubo o latiguillo de gas y la unidad de llenado si esta conexión está provista de un manguito resistente al GLP y se descargue toda fuga de gas directamente a la atmósfera.
- 17.8.8.2. Las disposiciones del apartado 17.8.8. y del apartado 17.8.8.1. no serán de aplicación para los vehículos de categoría M₂ o M₃ si los tubos o latiguillos y conexiones de gas están provistos de un manguito que sea resistente al GLP y que tenga una conexión abierta a la atmósfera. El extremo abierto del manguito o conducción estará situado en el punto más bajo.
- 17.9. Llave de paso controlada a distancia
- 17.9.1. Se instalará una llave de paso controlada a distancia en el tubo de gas que va desde el recipiente GLP al regulador de presión/vaporizador, lo más próximo posible a este último.
- 17.9.2. La llave de paso controlada a distancia podrá incorporarse al regulador de presión/vaporizador.
- 17.9.3. Sin perjuicio de las disposiciones del apartado 17.9.1., la llave de paso controlada a distancia podrá instalarse en un lugar del alojamiento del motor especificado por el fabricante del sistema GLP si se dispone un sistema de retorno de combustible entre el regulador de presión y el recipiente de GLP.
- 17.9.4. La llave de paso controlada a distancia se instalará de tal modo que se corte la alimentación de combustible cuando se pare el motor o, si el vehículo está equipado además con otro sistema de combustible, cuando se seleccione el otro combustible. Se permite un retardo de 2 segundos a efectos de diagnóstico.
- 17.10. Unidad de llenado
- 17.10.1. La unidad de llenado fijará de modo que no pueda girar y se protegerá frente a la suciedad y el agua.

- 17.10.2. Si el recipiente de GLP se instala en el habitáculo o en un maletero cerrado, la unidad de llenado se situará en el exterior del vehículo.
- 17.11. Sistema de selección de combustible e instalación eléctrica
 - 17.11.1. Los componentes eléctricos del sistema GLP se protegerán frente a sobrecargas y se dispondrá al menos un fusible independiente en el cable de alimentación.
 - 17.11.1.1. El fusible se instalará en un lugar conocido, al que se pueda llegar sin utilizar herramientas.
 - 17.11.2. La corriente eléctrica para los componentes del sistema GLP que también transporten gas no se conducirá por medio de un tubo de gas.
 - 17.11.3. Todos los componentes eléctricos instalados en una parte del sistema GLP donde la presión supere los 20 kPa se conectarán y aislarán de manera que no pase corriente a través de piezas que contengan GLP.
 - 17.11.4. Los cables eléctricos se protegerán adecuadamente frente a daños. Las conexiones eléctricas del interior del maletero y del habitáculo cumplirán los requisitos de la clase de aislamiento IP 40 conforme a la norma IEC 529. Todas las demás conexiones eléctricas cumplirán los requisitos de la clase de aislamiento IP 54 conforme a la norma IEC 529.
 - 17.11.5. Los vehículos con más de un sistema de combustible tendrá un sistema de selección de combustible que asegure que no se suministre más de un combustible al motor simultáneamente. Se permite un breve tiempo de solape para la conmutación.
 - 17.11.6. Sin perjuicio de las disposiciones del apartado 17.11.5., en el caso de motores de doble combustible accionados por piloto se permite el suministro de más de un combustible.
 - 17.11.7. Las conexiones y los componentes eléctricos de la cubierta estanca se fabricarán de tal modo que no generen chispas.
- 17.12. Dispositivo limitador de presión
 - 17.12.1. El dispositivo limitador de presión se instalará en el recipiente de combustible de tal manera que pueda descargar en la cubierta estanca, cuando se haya estipulado su presencia, si dicha carcasa cumple los requisitos del apartado 17.6.5.
- 18. CONFORMIDAD DE LA PRODUCCIÓN

Los procedimientos de conformidad de la producción se ajustarán a los establecidos en el apéndice 2 del Convenio (E/ECE/324-E/ECE/TRANS/505/Rev.2), con los siguientes requisitos:

 - 18.1. Todos los vehículos homologados conforme al presente Reglamento se fabricarán de modo que se ajusten al tipo homologado cumpliendo los requisitos del apartado 17 anterior.
 - 18.2. A fin de verificar el cumplimiento de los requisitos del apartado 18.1, se llevarán a cabo controles adecuados de la producción.
 - 18.3. La autoridad que haya concedido la homologación de tipo podrá verificar en cualquier momento los métodos de control de conformidad aplicados en cada instalación de producción. La frecuencia normal de estas verificaciones será una vez al año.
- 19. SANCIONES POR DISCONFORMIDAD DE LA PRODUCCIÓN
 - 19.1. La homologación concedida con respecto a un tipo de vehículo de conformidad con el presente Reglamento podrá retirarse si no se cumplen los requisitos establecidos en el apartado 18.
 - 19.2. Si una parte del Convenio que aplique el presente Reglamento retira una homologación que haya concedido anteriormente, lo notificará inmediatamente a las demás partes contratantes que apliquen el presente Reglamento, por medio de un formulario de comunicación conforme al modelo del anexo 2D del presente Reglamento.

20. MODIFICACIÓN Y EXTENSIÓN DE LA HOMOLOGACIÓN DE UN TIPO DE VEHÍCULO
- 20.1. Toda modificación de la instalación del equipo especial para el uso de gases licuados de petróleo en el sistema de propulsión del vehículo se notificará al departamento administrativo que haya homologado el tipo de vehículo. El departamento podrá entonces:
- 20.1.1. decidir que es improbable que las modificaciones realizadas tengan un efecto negativo apreciable y que en cualquier caso el vehículo continúa cumpliendo los requisitos; o
- 20.1.2. exigir un informe de ensayo adicional al servicio técnico responsable de los ensayos.
- 20.2. La confirmación o denegación de la homologación, especificando la modificación, se comunicará a las partes del Convenio que apliquen el presente Reglamento por el procedimiento especificado en el apartado 16.3. anterior.
- 20.3. La autoridad competente que otorgue la extensión de la homologación asignará un número de serie a dicha extensión e informará del hecho a las otras partes del Convenio de 1958 que apliquen el presente Reglamento por medio de un formulario de comunicación conforme al modelo del anexo 2D del presente Reglamento.
21. ABANDONO DEFINITIVO DE LA PRODUCCIÓN
- Si el titular de la homologación abandona por completo la fabricación de un tipo de vehículo homologado de acuerdo con el presente Reglamento, lo comunicará a la autoridad que haya concedido la homologación. A la recepción de la comunicación pertinente, dicha autoridad informará del hecho a las demás partes del Convenio que apliquen el presente Reglamento por medio de un formulario de comunicación conforme al modelo del anexo 2D del presente Reglamento.
22. DISPOSICIONES TRANSITORIAS RELATIVAS A LA INSTALACIÓN DE DIVERSOS COMPONENTES DEL EQUIPO GLP Y A LA HOMOLOGACIÓN DE TIPO DE UN VEHÍCULO PROVISTO DE UN EQUIPO ESPECIAL PARA EL USO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO EN SU SISTEMA DE PROPULSIÓN EN RELACIÓN CON LA INSTALACIÓN DE DICHO EQUIPO
- 22.1. A partir de la fecha oficial de entrada en vigor de la serie 01 de modificaciones del presente Reglamento, ninguna Parte Contratante que lo aplique denegará la concesión de la homologación CEPE con arreglo al presente Reglamento modificado por la serie 01 de modificaciones.
- 22.2. A partir de la fecha oficial de entrada en vigor de la serie 01 de modificaciones del presente Reglamento, ninguna Parte Contratante que lo aplique prohibirá la instalación en un vehículo y la utilización como equipo de origen de un componente homologado con arreglo al presente Reglamento modificado por la serie 01 de modificaciones.
- 22.3. Durante el período de 12 meses a partir de la fecha de entrada en vigor de la serie 01 de modificaciones del presente Reglamento, las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento podrán permitir la utilización como equipo de origen de un componente homologado con arreglo al presente Reglamento en su forma original cuando esté instalado en un vehículo transformado para la propulsión mediante GLP.
- 22.4. Una vez expirado el período de 12 meses a partir de la fecha de entrada en vigor de la serie 01 de modificaciones del presente Reglamento, las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento prohibirán la utilización como equipo de origen de un componente que no cumpla los requisitos del presente Reglamento modificado por la serie 01 de modificaciones cuando esté instalado en un vehículo transformado para la propulsión mediante GLP.
- 22.5. Una vez expirado el período de 12 meses a partir de la fecha de entrada en vigor de la serie 01 de modificaciones del presente Reglamento, las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento podrán denegar la primera matriculación nacional (primera puesta en circulación) de un vehículo que no cumpla los requisitos del presente Reglamento modificado por la serie 01 de modificaciones.

23. NOMBRES Y DIRECCIONES DE LOS SERVICIOS TÉCNICOS RESPONSABLES DE LOS ENSAYOS DE HOMOLOGACIÓN Y DE LOS DEPARTAMENTOS ADMINISTRATIVOS

Las partes del Convenio que apliquen el presente Reglamento comunicarán a la Secretaría de las Naciones Unidas los nombres y direcciones de los servicios técnicos responsables de los ensayos de homologación y de los departamentos administrativos que otorguen la homologación y a los cuales deban enviarse los formularios, emitidos en otros países, que certifiquen la concesión o extensión o denegación o retirada de la homologación.

ANEXO 1

CARACTERÍSTICAS ESENCIALES DEL VEHÍCULO, DEL MOTOR Y DE LOS EQUIPOS RELACIONADOS
CON EL GLP

0. DESCRIPCIÓN DEL VEHÍCULO
- 0.1. Marca:
- 0.2. Tipo:
- 0.3. Nombre y dirección del fabricante:
1. DESCRIPCIÓN DEL MOTOR
- 1.1. Fabricante:
- 1.1.1. Código de motor del fabricante (indicado en el motor u otro medio de identificación):
- 1.2. Motor de combustión interna:
- 1.2.1.-1.2.4.4. (no se utiliza)
- 1.2.4.5. Descripción del equipo de alimentación de GLP:
- 1.2.4.5.1. Descripción del sistema:
- 1.2.4.5.1.1. Marca:
- 1.2.4.5.1.2. Tipo:
- 1.2.4.5.1.3. Planos/diagramas de flujos de la instalación del vehículo:
- 1.2.4.5.2. Vaporizador/regulador de presión:
- 1.2.4.5.2.1. Marca:
- 1.2.4.5.2.2. Tipo:
- 1.2.4.5.2.3. Número de certificado:
- 1.2.4.5.2.4. (no se utiliza)
- 1.2.4.5.2.5. Planos:
- 1.2.4.5.2.6. Número de puntos principales de ajuste:
- 1.2.4.5.2.7. Descripción del principio de ajuste por medio de los puntos de ajuste principales:
- 1.2.4.5.2.8. Número de puntos de ajuste auxiliares:
- 1.2.4.5.2.9. Descripción de los principios de ajuste por medio de los puntos de ajuste auxiliares:
- 1.2.4.5.2.10. Otras posibilidades de ajuste: si las hay y cuáles (descripción y planos):
- 1.2.4.5.2.11. Presión de funcionamiento ⁽²⁾: kPa
- 1.2.4.5.3. Pieza mezcladora: sí/no ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.3.1. Número:
- 1.2.4.5.3.2. Marca:
- 1.2.4.5.3.3. Tipo:
- 1.2.4.5.3.4. Planos:
- 1.2.4.5.3.5. Lugar de instalación (incluir planos):
- 1.2.4.5.3.6. Posibilidades de ajuste:
- 1.2.4.5.3.7. Presión de funcionamiento ⁽²⁾: kPa

- 1.2.4.5.4. Unidad dosificadora de gas: sí/no ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.4.1. Número:
- 1.2.4.5.4.2. Marca:
- 1.2.4.5.4.3. Tipo:
- 1.2.4.5.4.4. Planos:
- 1.2.4.5.4.5. Lugar de instalación (incluir planos):
- 1.2.4.5.4.6. Posibilidades de ajuste (descripción):
- 1.2.4.5.4.7. Presión de funcionamiento ⁽²⁾: kPa
- 1.2.4.5.5. Dispositivos de inyección de gas o inyectores: sí/no ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.5.1. Marca:
- 1.2.4.5.5.2. Tipo:
- 1.2.4.5.5.3. (no se utiliza)
- 1.2.4.5.5.4. Presión de funcionamiento ⁽²⁾: kPa
- 1.2.4.5.5.5. Planos de instalación:
- 1.2.4.5.6. Unidad de control electrónico, alimentación de GLP:
- 1.2.4.5.6.1. Marca:
- 1.2.4.5.6.2. Tipo:
- 1.2.4.5.6.3. Lugar de instalación:
- 1.2.4.5.6.4. Posibilidades de ajuste:
- 1.2.4.5.7. Recipiente de GLP:
- 1.2.4.5.7.1. Marca:
- 1.2.4.5.7.2. Tipo (incluir planos):
- 1.2.4.5.7.3. Número de recipientes:
- 1.2.4.5.7.4. Capacidad: litros
- 1.2.4.5.7.5. Bomba de combustible GLP en el recipiente: sí/no ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.7.6. (no se utiliza)
- 1.2.4.5.7.7. Planos de instalación del recipiente:
- 1.2.4.5.8. Accesorios del recipiente de GLP
- 1.2.4.5.8.1. *Válvula de cierre al 80%:*
- 1.2.4.5.8.1.1. Marca:
- 1.2.4.5.8.1.2. Tipo:
- 1.2.4.5.8.1.3. Principio de funcionamiento: flotador/otros ⁽¹⁾ (incluir descripción o planos):
- 1.2.4.5.8.2. *Indicador de nivel:*
- 1.2.4.5.8.2.1. Marca:
- 1.2.4.5.8.2.2. Tipo:
- 1.2.4.5.8.2.3. Principio de funcionamiento: flotador/otros ⁽¹⁾ (incluir descripción o planos):
- 1.2.4.5.8.3. *Válvula limitadora de presión (válvula de descarga):*
- 1.2.4.5.8.3.1. Marca:
- 1.2.4.5.8.3.2. Tipo:
- 1.2.4.5.8.3.3. Caudal en condiciones normales:

- 1.2.4.5.8.4. *Dispositivo limitador de presión*
- 1.2.4.5.8.4.1. Marca:
- 1.2.4.5.8.4.2. Tipo:
- 1.2.4.5.8.4.3. Descripción y planos:
- 1.2.4.5.8.4.4. Temperatura de funcionamiento:
- 1.2.4.5.8.4.5. Material:
- 1.2.4.5.8.4.6. Caudal en condiciones normales:
- 1.2.4.5.8.5. *Válvula de servicio controlada a distancia con válvula limitadora de caudal:*
- 1.2.4.5.8.5.1. Marca:
- 1.2.4.5.8.5.2. Tipo:
- 1.2.4.5.8.6. *Multiválvula: sí/no ⁽¹⁾*
- 1.2.4.5.8.6.1. Marca:
- 1.2.4.5.8.6.2. Tipo:
- 1.2.4.5.8.6.3. Descripción de la multiválvula (incluir planos):
- 1.2.4.5.8.7. *Cubierta estanca:*
- 1.2.4.5.8.7.1. Marca:
- 1.2.4.5.8.7.2. Tipo:
- 1.2.4.5.8.8. *Toma de alimentación eléctrica (bomba de combustible/actuadores):*
- 1.2.4.5.8.8.1. Marca:
- 1.2.4.5.8.8.2. Tipo:
- 1.2.4.5.8.8.3. Planos:
- 1.2.4.5.9. *Bomba de combustible (GLP): sí/no ⁽¹⁾*
- 1.2.4.5.9.1. Marca:
- 1.2.4.5.9.2. Tipo:
- 1.2.4.5.9.3. Bomba montada en el recipiente GLP: sí/no ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.9.4. Presión de funcionamiento ⁽²⁾: kPa
- 1.2.4.5.10. *Llave de paso/válvula antirretorno/válvula limitadora de presión en los tubos de gas: sí/no ⁽¹⁾*
- 1.2.4.5.10.1. Marca:
- 1.2.4.5.10.2. Tipo:
- 1.2.4.5.10.3. Descripción y planos:
- 1.2.4.5.10.4. Presión de funcionamiento ⁽²⁾: kPa
- 1.2.4.5.11. *Unidad de llenado a distancia ⁽¹⁾:*
- 1.2.4.5.11.1. Marca:
- 1.2.4.5.11.2. Tipo:
- 1.2.4.5.11.3. Descripción y planos:
- 1.2.4.5.12. *Tubos/latiguillos de combustible:*
- 1.2.4.5.12.1. Marca:
- 1.2.4.5.12.2. Tipo:
- 1.2.4.5.12.3. Descripción:
- 1.2.4.5.12.4. Presión de funcionamiento ⁽²⁾: kPa

- 1.2.4.5.13. Sensores de presión y temperatura ⁽¹⁾:
- 1.2.4.5.13.1. Marca:
- 1.2.4.5.13.2. Tipo:
- 1.2.4.5.13.3. Descripción:
- 1.2.4.5.13.4. Presión de funcionamiento ⁽²⁾: kPa
- 1.2.4.5.14. Unidad de filtrado de GLP ⁽¹⁾:
- 1.2.4.5.14.1. Marca:
- 1.2.4.5.14.2. Tipo:
- 1.2.4.5.14.3. Descripción:
- 1.2.4.5.14.4. Presión de funcionamiento ⁽²⁾: kPa
- 1.2.4.5.15. Acoplamiento de servicio (vehículos monocombustible sin sistema de marcha de emergencia) ⁽¹⁾:
- 1.2.4.5.15.1. Marca:
- 1.2.4.5.15.2. Tipo:
- 1.2.4.5.15.3. Descripción y planos de instalación:
- 1.2.4.5.16. Conexión al sistema GLP para el sistema de calefacción: sí/no ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.16.1. Marca:
- 1.2.4.5.16.2. Tipo:
- 1.2.4.5.16.3. Descripción y planos de instalación:
- 1.2.4.5.17. Rampa de inyección ⁽¹⁾:
- 1.2.4.5.17.1. Marca:
- 1.2.4.5.17.2. Tipo:
- 1.2.4.5.17.3. Descripción y planos de instalación:
- 1.2.4.5.17.4. Presión de funcionamiento ⁽²⁾: kPa
- 1.2.4.5.18. Documentación adicional:
- 1.2.4.5.18.1. Descripción del equipo GLP y de la protección física del catalizador en el paso de gasolina a GLP o viceversa
- 1.2.4.5.18.2. Distribución del sistema (conexiones eléctricas, latiguillos de compensación de las conexiones de vacío, etc.)
- 1.2.4.5.18.3. Dibujo del símbolo:
- 1.2.4.5.18.4. Datos de ajuste:
- 1.2.4.5.18.5. Certificado del vehículo de gasolina, si ya se ha otorgado:
- 1.2.5. Sistema de refrigeración: (líquido/aire) ⁽¹⁾
- 1.2.5.1. Descripción/planos del sistema con respecto al equipo GLP

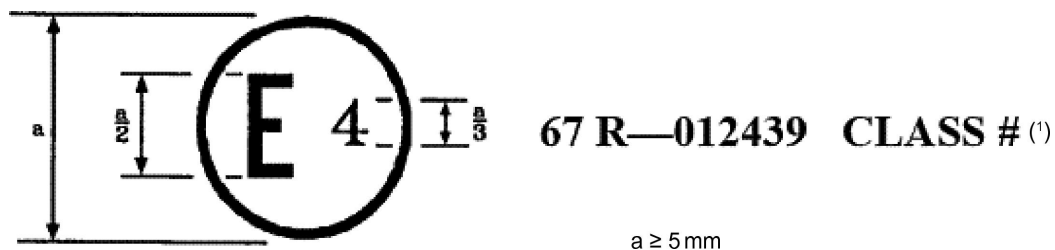
⁽¹⁾ Táchese lo que no corresponda.

⁽²⁾ Especifíquese la tolerancia.

ANEXO 2A

DISPOSICIÓN DE LA MARCA DE HOMOLOGACIÓN DE TIPO DE EQUIPO GLP

(Véase el apartado 5.2. del presente Reglamento)



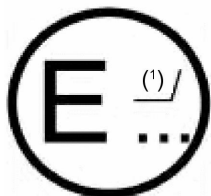
Esta marca de homologación fijada al equipo GLP demuestra que dicho equipo ha sido homologado en los Países Bajos (E4), de conformidad con el Reglamento n° 67 y con el número de homologación 012439. Los dos primeros dígitos del número de homologación indican que ésta se otorgó de acuerdo con los requisitos del Reglamento n° 67 modificado por la serie 01 de modificaciones (¹).

(¹) Clase 1, 2, 2A o 3.

ANEXO 2B

COMUNICACIÓN

[formato máximo: A4 (210 × 297 mm)]



expedida por: Nombre de la Administración:

.....

.....

.....

relativa a: ⁽²⁾

LA CONCESIÓN DE LA HOMOLOGACIÓN

LA EXTENSIÓN DE LA HOMOLOGACIÓN

LA DENEGACIÓN DE LA HOMOLOGACIÓN

LA RETIRADA DE LA HOMOLOGACIÓN

EL ABANDONO DEFINITIVO DE LA PRODUCCIÓN

de un tipo de equipo GLP de acuerdo con el Reglamento nº 67

Homologación nº:

Extensión nº:

1. Equipo GLP considerado: ⁽²⁾

Recipiente, incluida la configuración de accesorios instalados en el mismo, con arreglo a lo establecido en el apéndice 1 del presente anexo.

Válvula de cierre al 80 %

Indicador de nivel

Válvula limitadora de presión (válvula de descarga)

Dispositivo limitador de presión

Válvula de servicio controlada a distancia con válvula limitadora de caudal

Multiválvula, incluidos los siguientes accesorios:

.....

Cubierta estanca

Toma de alimentación eléctrica (bomba/actuadores)

Bomba de combustible

Vaporizador/regulador de presión

Llave de paso

Válvula antirretorno

Válvula limitadora de presión de los tubos de gas

Acoplamiento de servicio

Latiguillo

Unidad de llenado a distancia

Dispositivo de inyección de gas o inyector

Rampa de inyección

Unidad dosificadora de gas

Pieza mezcladora de gas

Unidad de control electrónico

Sensor de presión/temperatura

Unidad de filtrado de GLP

2. Nombre o marca comercial:
3. Nombre y dirección del fabricante:
4. En su caso, nombre y dirección del representante del fabricante:
5. Presentado para su homologación el:
6. Servicio técnico responsable de los ensayos de homologación:
7. Fecha del informe emitido por dicho servicio:
8. N° del informe emitido por dicho servicio:
9. Homologación concedida/denegada/extendida/retirada ⁽²⁾:
10. Motivo de la extensión (en su caso):
11. Lugar:
12. Fecha:
13. Firma:
14. Los documentos presentados con la solicitud o extensión de homologación podrán obtenerse previa petición.

⁽¹⁾ Número distintivo del país que haya concedido/extendido/denegado/retirado la homologación (véanse las disposiciones de homologación del Reglamento).

⁽²⁾ Táchese lo que no corresponda.

Apéndice 1 (sólo recipientes)

1. Características del recipiente procedentes del recipiente básico (configuración 00)

- a) Nombre o marca comercial:
- b) Forma:
- c) Material:
- d) Aberturas: véase el plano
- e) Espesor de las paredes: mm
- f) Diámetro (recipiente cilíndrico): mm
- g) Altura (forma del recipiente especial): mm
- h) Superficie exterior: cm²
- i) Configuración de los accesorios incorporados al recipiente: véase el cuadro 1.

Cuadro 1

Nº	Elemento	Tipo	Homologación nº	Extensión nº
a	Válvula de cierre al 80 %			
b	Indicador de nivel			
c	Válvula limitadora de presión			
d	Válvula de servicio controlada a distancia con válvula limitadora de caudal			
e	Bomba de combustible			
f	Multiválvula			
g	Cubierta estanca			
h	Toma de alimentación eléctrica			
i	Válvula antirretorno			
j	Dispositivo limitador de presión			

2. Lista de la familia de recipientes:

Las listas de la familia de recipientes indican el diámetro, la capacidad, la superficie exterior y las posibles configuraciones de los accesorios incorporados al recipiente.

Cuadro 2

Nº	Tipo	Diámetro/altura [mm]	Capacidad [l]	Superficie exterior [cm ²]	Configuración de los accesorios [códigos] ⁽¹⁾
01					
02					

⁽¹⁾ Código 00 y, en su caso, los mismos códigos del cuadro 3.

3. Listas de las posibles configuraciones de los accesorios incorporados al recipiente:

Especifíquese una lista de los posibles accesorios, que difieren de la configuración de accesorios sometida a ensayo (código 00) y que pueden incorporarse al tipo de recipiente. Con respecto a cada uno de los accesorios, especifíquense el tipo, el número de homologación y el número de extensión, e indíquese su propio código de configuración.

Cuadro 3

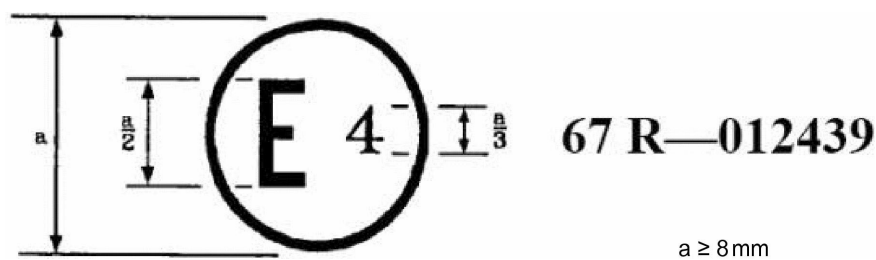
Nº	Accesorios	Tipo	Homologación nº	Extensión nº	Configuración de los accesorios [código]
a					
b					
c					
d					

ANEXO 2C

DISPOSICIÓN DE LAS MARCAS DE HOMOLOGACIÓN

MODELO A

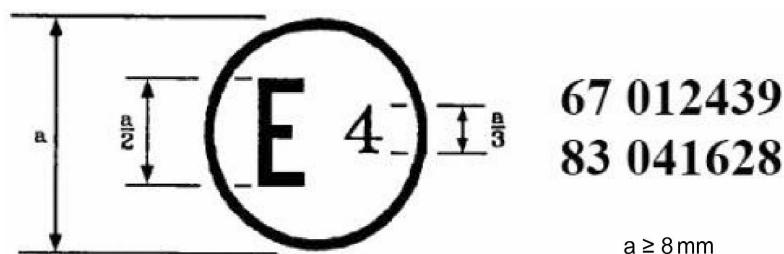
(Véase el apartado 16.2 del presente Reglamento)



Esta marca de homologación fijada a un vehículo demuestra que dicho vehículo ha sido homologado en los Países Bajos (E4), con respecto a la instalación del equipo especial para el uso de GLP en la propulsión, de conformidad con el Reglamento n° 67 y con el número de homologación 012439. Los dos primeros dígitos del número de homologación indican que ésta se otorgó de acuerdo con los requisitos del Reglamento n° 67 modificado por la serie 01 de modificaciones.

MODELO B

(Véase el apartado 16.2 del presente Reglamento)

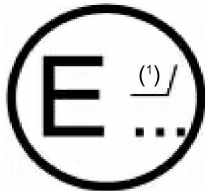


Esta marca de homologación fijada a un vehículo demuestra que dicho vehículo ha sido homologado en los Países Bajos (E4), con respecto a la instalación del equipo especial para el uso de GLP en la propulsión, de conformidad con el Reglamento n° 67 y con el número de homologación 012439. Los dos primeros dígitos del número de homologación indican que ésta se otorgó de acuerdo con los requisitos del Reglamento n° 67 modificado por la serie 01 de modificaciones y que el Reglamento n° 83 incluía la serie 04 de modificaciones.

ANEXO 2D

COMUNICACIÓN

[formato máximo: A4 (210 × 297 mm)]

relativa a: ⁽²⁾

LA CONCESIÓN DE LA HOMOLOGACIÓN
 LA EXTENSIÓN DE LA HOMOLOGACIÓN
 LA DENEGACIÓN DE LA HOMOLOGACIÓN
 LA RETIRADA DE LA HOMOLOGACIÓN
 EL ABANDONO DEFINITIVO DE LA PRODUCCIÓN

expedida por: Nombre de la Administración:

.....

de un tipo de vehículo con relación a la instalación de sistemas GLP de conformidad con el Reglamento nº 67.

Homologación nº:

Extensión nº:

1. Nombre o marca comercial del vehículo:
2. Tipo de vehículo:
3. Categoría de vehículo:
4. Nombre y dirección del fabricante:
5. En su caso, nombre y dirección del representante del fabricante:
6. Descripción del vehículo (planos, etc.):
7. Resultados de los ensayos:
8. Presentado para su homologación el:
9. Servicio técnico responsable de los ensayos de homologación:
10. Fecha del informe emitido por dicho servicio:
11. Nº del informe emitido por dicho servicio:
12. Homologación concedida/denegada/extendida/retirada ⁽²⁾:
13. Motivo de la extensión (en su caso):
14. Lugar:
15. Fecha:
16. Firma:
17. Los siguientes documentos presentados con la solicitud o extensión de homologación podrán obtenerse previa petición.

Planos y esquemas relativos a los componentes y la instalación de los equipos GLP considerados de importancia a los efectos del presente Reglamento;

en su caso, planos de los diversos equipos y su posición en el vehículo.

⁽¹⁾ Número distintivo del país que haya concedido/extendido/denegado/retirado la homologación (véanse las disposiciones de homologación del Reglamento).

⁽²⁾ Táchese lo que no corresponda.

ANEXO 3

DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DE LOS ACCESORIOS DE LOS RECIPIENTES DE GLP

1. Válvula de cierre al 80 %

1.1. Definición: véase el apdo. 2.5.1. del presente Reglamento.

1.2. Clasificación de componentes (de acuerdo con la figura 1, apdo. 2): clase 3.

1.3. Presión de clasificación: 3 000 kPa.

1.4. Temperaturas de diseño:

– 20 °C a 65 °C

Con temperaturas fuera de esta gama se aplicarán condiciones de ensayo especiales.

1.5. Normas generales de diseño:

Apdo. 6.15.1.: disposiciones relativas a la válvula de cierre al 80 %.

Apdo. 6.15.2.: disposiciones relativas al aislamiento eléctrico.

Apdo. 6.15.3.1.: disposiciones relativas a válvulas activadas por alimentación eléctrica.

1.6. Procedimientos de ensayo aplicables:

Ensayo de sobrepresión	Anexo 15, apdo. 4
Fugas externas	Anexo 15, apdo. 5
Altas temperaturas	Anexo 15, apdo. 6
Bajas temperaturas	Anexo 15, apdo. 7
Fugas en asientos	Anexo 15, apdo. 8
Resistencia a la fatiga	Anexo 15, apdo. 9
Ensayo de funcionamiento	Anexo 15, apdo. 10
Compatibilidad con GLP	Anexo 15, apdo. 11 (*)
Resistencia a la corrosión	Anexo 15, apdo. 12 (**)
Resistencia al calor seco	Anexo 15, apdo. 13 (*)
Envejecimiento por ozono	Anexo 15, apdo. 14 (*)
Fluencia	Anexo 15, apdo. 15 (*)
Ciclo térmico	Anexo 15, apdo. 16 (*)

2. Indicador de nivel

2.1. Definición: véase el apdo. 2.5.2. del presente Reglamento.

2.2. Clasificación de componentes (de acuerdo con la figura 1, apdo. 2): clase 1.

2.3. Presión de clasificación: 3 000 kPa.

2.4. Temperaturas de diseño:

– 20 °C a 65 °C

Con temperaturas fuera de esta gama se aplicarán condiciones de ensayo especiales.

(*) Sólo para piezas no metálicas.

(**) Sólo para piezas metálicas.

2.5. Normas generales de diseño:

Apdo. 6.15.11.: disposiciones relativas al indicador de nivel.

Apdo. 6.15.2.: disposiciones relativas al aislamiento eléctrico.

2.6. Procedimientos de ensayo aplicables:

Ensayo de sobrepresión	Anexo 15, apdo. 4
Fugas externas	Anexo 15, apdo. 5
Altas temperaturas	Anexo 15, apdo. 6
Bajas temperaturas	Anexo 15, apdo. 7
Compatibilidad con GLP	Anexo 15, apdo. 11 (*)
Resistencia a la corrosión	Anexo 15, apdo. 12 (**)
Resistencia al calor seco	Anexo 15, apdo. 13 (*)
Envejecimiento por ozono	Anexo 15, apdo. 14 (*)
Fluencia	Anexo 15, apdo. 15 (*)
Ciclo térmico	Anexo 15, apdo. 16 (*)

3. Válvula limitadora de presión (válvula de descarga)

3.1. Definición: véase el apdo. 2.5.3. del presente Reglamento.

3.2. Clasificación de componentes (de acuerdo con la figura 1, apdo. 2): clase 3.

3.3. Presión de clasificación: 3 000 kPa.

3.4. Temperaturas de diseño:

– 20 °C a 65 °C

Con temperaturas fuera de esta gama se aplicarán condiciones de ensayo especiales.

3.5. Normas generales de diseño:

Apdo. 6.15.8.: disposiciones relativas a la válvula limitadora de presión (válvula de descarga)

3.6. Procedimientos de ensayo aplicables:

Ensayo de sobrepresión	Anexo 15, apdo. 4
Fugas externas	Anexo 15, apdo. 5
Altas temperaturas	Anexo 15, apdo. 6
Bajas temperaturas	Anexo 15, apdo. 7
Fugas en asientos	Anexo 15, apdo. 8
Resistencia a la fatiga	Anexo 15, apdo. 9 (con 200 ciclos de funcionamiento)
Ensayo de funcionamiento	Anexo 15, apdo. 10
Compatibilidad con GLP	Anexo 15, apdo. 11 (*)
Resistencia a la corrosión	Anexo 15, apdo. 12 (**)
Resistencia al calor seco	Anexo 15, apdo. 13 (*)
Envejecimiento por ozono	Anexo 15, apdo. 14 (*)
Fluencia	Anexo 15, apdo. 15 (*)
Ciclo térmico	Anexo 15, apdo. 16 (*)

(*) Sólo para piezas no metálicas.

(**) Sólo para piezas metálicas.

4. Válvula de servicio controlada a distancia con válvula limitadora de caudal

4.1. Definición: véase el apdo. 2.5.4. del presente Reglamento.

4.2. Clasificación de componentes (de acuerdo con la figura 1, apdo. 2): clase 3.

4.3. Presión de clasificación: 3 000 kPa.

4.4. Temperaturas de diseño:

– 20 °C a 65 °C

Con temperaturas fuera de esta gama se aplicarán condiciones de ensayo especiales.

4.5. Normas generales de diseño:

Apdo. 6.15.2.: disposiciones relativas al aislamiento eléctrico.

Apdo. 6.15.3.1.: disposiciones relativas a válvulas activadas por alimentación externa/eléctrica.

Apdo. 6.15.13.: disposiciones relativas a la válvula de servicio controlada a distancia con válvula limitadora de caudal.

4.6. Procedimientos de ensayo aplicables:

Ensayo de sobrepresión	Anexo 15, apdo. 4
Fugas externas	Anexo 15, apdo. 5
Altas temperaturas	Anexo 15, apdo. 6
Bajas temperaturas	Anexo 15, apdo. 7
Fugas en asientos	Anexo 15, apdo. 8
Resistencia a la fatiga	Anexo 15, apdo. 9
Ensayo de funcionamiento	Anexo 15, apdo. 10
Compatibilidad con GLP	Anexo 15, apdo. 11 (*)
Resistencia a la corrosión	Anexo 15, apdo. 12 (**)
Resistencia al calor seco	Anexo 15, apdo. 13 (*)
Envejecimiento por ozono	Anexo 15, apdo. 14 (*)
Fluencia	Anexo 15, apdo. 15 (*)
Ciclo térmico	Anexo 15, apdo. 16 (*)

5. Toma de alimentación eléctrica

5.1. Definición: véase el apdo. 2.5.8. del presente Reglamento.

5.2. Clasificación de componentes (de acuerdo con la figura 1, apdo. 2): clase 1.

5.3. Presión de clasificación: 3 000 kPa.

5.4. Temperaturas de diseño:

– 20 °C a 65 °C

Con temperaturas fuera de esta gama se aplicarán condiciones de ensayo especiales.

5.5. Normas generales de diseño:

Apdo. 6.15.2.: disposiciones relativas al aislamiento eléctrico.

Apdo. 6.15.2.3.: disposiciones relativas a la toma de alimentación eléctrica.

(*) Sólo para piezas no metálicas.

(**) Sólo para piezas metálicas.

5.6. Procedimientos de ensayo aplicables:

Ensayo de sobrepresión	Anexo 15, apdo. 4
Fugas externas	Anexo 15, apdo. 5
Altas temperaturas	Anexo 15, apdo. 6
Bajas temperaturas	Anexo 15, apdo. 7
Compatibilidad con GLP	Anexo 15, apdo. 11 (*)
Resistencia a la corrosión	Anexo 15, apdo. 12 (**)
Resistencia al calor seco	Anexo 15, apdo. 13 (*)
Envejecimiento por ozono	Anexo 15, apdo. 14 (*)
Fluencia	Anexo 15, apdo. 15 (*)
Ciclo térmico	Anexo 15, apdo. 16 (*)

6. Cubierta estanca

6.1. Definición: véase el apdo. 2.5.7. del presente Reglamento.

6.2. Clasificación de componentes (de acuerdo con la figura 1, apdo. 2):

No aplicable.

6.3. Presión de clasificación: No aplicable.

6.4. Temperaturas de diseño:

– 20 °C a 65 °C

Con temperaturas fuera de esta gama se aplicarán condiciones de ensayo especiales.

6.5. Normas generales de diseño:

Apdo. 6.15.12.: disposiciones relativas a la cubierta estanca.

6.6. Procedimientos de ensayo aplicables:

Ensayo de sobrepresión	Anexo 15, apdo. 4 (a 50 kPa)
Fugas externas	Anexo 15, apdo. 5 (a 10 kPa)
Altas temperaturas	Anexo 15, apdo. 6
Bajas temperaturas	Anexo 15, apdo. 7

7. Disposiciones relativas a la homologación del dispositivo limitador de presión (fusible)

7.1. Definición: véase el apdo. 2.5.3.1 del presente Reglamento.

7.2. Clasificación del componente (conforme a la figura 1, apdo. 2): clase 3.

7.3. Presión de clasificación: 3 000 kPa.

7.4. Temperatura de diseño:

El fusible ha de estar diseñado para abrirse a una temperatura de 120 °C ± 10 °C

7.5. Normas generales de diseño

Apdo. 6.15.2.: disposiciones relativas al aislamiento eléctrico

Apdo. 6.15.3.1.: disposiciones relativas a válvulas activadas por alimentación eléctrica

Apdo. 6.15.7.: disposiciones relativas a la válvula limitadora de presión en los tubos de gas

(*) Sólo para piezas no metálicas.

(**) Sólo para piezas metálicas.

7.6. Procedimientos de ensayo aplicables:

Ensayo de sobrepresión	Anexo 15, apdo. 4
Fugas externas	Anexo 15, apdo. 5
Altas temperaturas	Anexo 15, apdo. 6
Bajas temperaturas	Anexo 15, apdo. 7
Fugas en asientos (si las hay)	Anexo 15, apdo. 8
Compatibilidad con GLP	Anexo 15, apdo. 11 (*)
Resistencia a la corrosión	Anexo 15, apdo. 12 (**)
Resistencia al calor seco	Anexo 15, apdo. 13 (*)
Envejecimiento por ozono	Anexo 15, apdo. 14 (*)
Fluencia	Anexo 15, apdo. 15 (*)
Ciclo térmico	Anexo 15, apdo. 16 (*)

7.7. Requisitos del dispositivo limitador de presión (fusible):

El dispositivo limitador de presión (fusible) especificado por el fabricante demostrará ser compatible con las condiciones de servicio por medio de los siguientes ensayos:

- a) Se mantendrá una muestra en condiciones controladas de temperatura no inferior a 90 °C y presión no inferior a la presión de ensayo (3 000 kPa) durante 24 horas. Al final de este ensayo no habrá fugas o signos visibles de extrusión de ningún metal fusible utilizado en el diseño.
- b) Se someterá una muestra a un ensayo de fatiga a la presión no superior a 4 ciclos por minuto, de la manera siguiente:
 - i) se mantendrá a 82 °C mientras se aplica una presión de entre 300 y 3 000 kPa durante 10 000 ciclos;
 - ii) se mantendrá a – 20 °C mientras se aplica una presión de entre 300 y 3 000 kPa durante 10 000 ciclos;

Al final de este ensayo no habrá fugas ni signos visible de extrusión de ningún metal fusible utilizado en el diseño.

- c) Los componentes de retención de presión expuestos de latón soportarán, sin sufrir agrietamiento por corrosión bajo tensión, el ensayo de nitrato de mercurio descrito en la norma ASTM B154 (***). Se sumergirá el dispositivo limitador de presión durante 30 minutos en una solución acuosa de nitrato de mercurio que contenga 10 g de nitrato de mercurio y 10 ml de ácido nítrico por litro de solución. Tras la inmersión, se someterá el dispositivo limitador de presión a un ensayo de fugas aplicando una presión aerostática de 3 000 kPa durante un minuto, tiempo durante el cual se comprobará si hay fugas externas en el componente, en cuyo caso no serán superiores a 200 cm³/h.
- d) Los componentes de retención de presión expuestos de acero inoxidable del dispositivo limitador de presión serán de un tipo de aleación resistente al agrietamiento por corrosión bajo tensión inducido por cloruros.

(*) Sólo para piezas no metálicas.

(**) Sólo para piezas metálicas.

(***) Este procedimiento, u otro equivalente, está permitido hasta que se disponga de una norma internacional.

ANEXO 4

DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE

1. Definición: véase el apdo. 2.5.5. del presente Reglamento.
2. Clasificación de componentes (de acuerdo con la figura 1, apdo. 2): clase 1.
3. Presión de clasificación: 3 000 kPa.
4. Temperaturas de diseño:
 - 20 °C a 65 °C, si la bomba de combustible está montada dentro del recipiente.
 - 20 °C a 120 °C, si la bomba de combustible está montada fuera del recipiente.

Con temperaturas fuera de esta gama se aplicarán condiciones de ensayo especiales.

5. Normas generales de diseño:

Apdo. 6.15.2.: disposiciones relativas al aislamiento eléctrico.

Apdo. 6.15.2.1.: disposiciones relativas a la clase de aislamiento.

Apdo. 6.15.3.2.: disposiciones para cuando se desconecta la alimentación eléctrica.

Apdo. 6.15.6.1.: disposiciones para evitar la acumulación de presión.

6. Procedimientos de ensayo aplicables:

- 6.1. Bomba de combustible montada dentro del recipiente:

Compatibilidad con GLP	Anexo 15, apdo. 11 (*)
------------------------	------------------------

- 6.2. Bomba de combustible montada fuera del recipiente:

Ensayo de sobrepresión	Anexo 15, apdo. 4
Fugas externas	Anexo 15, apdo. 5
Altas temperaturas	Anexo 15, apdo. 6
Bajas temperaturas	Anexo 15, apdo. 7
Compatibilidad con GLP	Anexo 15, apdo. 11 (*)
Resistencia a la corrosión	Anexo 15, apdo. 12 (**)
Resistencia al calor seco	Anexo 15, apdo. 13 (*)
Envejecimiento por ozono	Anexo 15, apdo. 14 (*)
Fluencia	Anexo 15, apdo. 15 (*)
Ciclo térmico	Anexo 15, apdo. 16 (*)

(*) Sólo para piezas no metálicas.

(**) Sólo para piezas metálicas.

ANEXO 5

DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DE LA UNIDAD DE FILTRADO GLP

1. Definición: véase el apdo. 2.14. del presente Reglamento.

2. Clasificación de componentes (de acuerdo con la figura 1, apdo. 2):

Las unidades de filtrado podrán ser de la clase 1, 2 o 2A.

3. Presión de clasificación:

Componentes de la clase 1: 3 000 kPa.

Componentes de la clase 2: 450 kPa.

Componentes de la clase 2A: 120 kPa.

4. Temperaturas de diseño:

– 20 °C a 120 °C

Con temperaturas fuera de esta gama se aplicarán condiciones de ensayo especiales.

5. Normas generales de diseño: (no se utiliza)

6. Procedimientos de ensayo aplicables:

6.1. Piezas de la clase 1:

Ensayo de sobrepresión	Anexo 15, apdo. 4
Fugas externas	Anexo 15, apdo. 5
Altas temperaturas	Anexo 15, apdo. 6
Bajas temperaturas	Anexo 15, apdo. 7
Compatibilidad con GLP	Anexo 15, apdo. 11 (*)
Resistencia a la corrosión	Anexo 15, apdo. 12 (**)
Resistencia al calor seco	Anexo 15, apdo. 13 (*)
Envejecimiento por ozono	Anexo 15, apdo. 14 (*)
Fluencia	Anexo 15, apdo. 15 (*)
Ciclo térmico	Anexo 15, apdo. 16 (*)

6.2. Para piezas de la clase 2 y/o 2A:

Ensayo de sobrepresión	Anexo 15, apdo. 4
Fugas externas	Anexo 15, apdo. 5
Altas temperaturas	Anexo 15, apdo. 6
Bajas temperaturas	Anexo 15, apdo. 7
Compatibilidad con GLP	Anexo 15, apdo. 11 (*)
Resistencia a la corrosión	Anexo 15, apdo. 12 (**)

(*) Sólo para piezas no metálicas.

(**) Sólo para piezas metálicas.

ANEXO 6

DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DEL REGULADOR DE PRESIÓN Y DEL VAPORIZADOR

1. Definición:

Vaporizador: véase el apdo. 2.6. del presente Reglamento.

Regulador de presión: véase el apdo. 2.7. del presente Reglamento.

2. Clasificación de componentes (de acuerdo con la figura 1, apdo. 2):

Clase 1: para la pieza que está en contacto con la presión de los recipientes.

Clase 2: para la pieza que está en contacto con la presión regulada y con una presión regulada máxima durante el funcionamiento de 450 kPa.

Clase 2A: para la pieza que está en contacto con la presión regulada y con una presión regulada máxima durante el funcionamiento de 120 kPa.

3. Presión de clasificación:

Componentes de la clase 1: 3 000 kPa.

Componentes de la clase 2: 450 kPa.

Componentes de la clase 2A: 120 kPa.

4. Temperaturas de diseño:

– 20 °C a 120 °C

Con temperaturas fuera de esta gama se aplicarán condiciones de ensayo especiales.

5. Normas generales de diseño:

Apdo. 6.15.2.: disposiciones relativas al aislamiento eléctrico.

Apdo. 6.15.3.1.: disposiciones relativas a válvulas activadas por alimentación externa.

Apdo. 6.15.4.: medio de intercambio de calor (requisitos de compatibilidad y presión).

Apdo. 6.15.5.: seguridad de derivación de sobrepresión.

Apdo. 6.15.6.2.: impedimento del flujo de gas.

6. Procedimientos de ensayo aplicables:

6.1. Piezas de la clase 1:

Ensayo de sobrepresión	Anexo 15, apdo. 4
Fugas externas	Anexo 15, apdo. 5
Altas temperaturas	Anexo 15, apdo. 6
Bajas temperaturas	Anexo 15, apdo. 7
Fugas en asientos	Anexo 15, apdo. 8
Resistencia a la fatiga	Anexo 15, apdo. 9
Compatibilidad con GLP	Anexo 15, apdo. 11 (*)
Resistencia a la corrosión	Anexo 15, apdo. 12 (**)
Resistencia al calor seco	Anexo 15, apdo. 13 (*)
Envejecimiento por ozono	Anexo 15, apdo. 14 (*)
Fluencia	Anexo 15, apdo. 15 (*)
Ciclo térmico	Anexo 15, apdo. 16 (*)

(*) Sólo para piezas no metálicas.

(**) Sólo para piezas metálicas.

6.2. Para piezas de la clase 2 y/o 2A:

Ensayo de sobrepresión	Anexo 15, apdo. 4
Fugas externas	Anexo 15, apdo. 5
Altas temperaturas	Anexo 15, apdo. 6
Bajas temperaturas	Anexo 15, apdo. 7
Compatibilidad con GLP	Anexo 15, apdo. 11 (*)
Resistencia a la corrosión	Anexo 15, apdo. 12 (**)

Observaciones:

La llave de paso podrá estar integrada en el vaporizador o regulador, en cuyo caso también será aplicable el anexo 7.

Las piezas del regulador de presión/vaporizador (clase 1, 2 o 2A) serán estancas con sus salidas cerradas.

Para el ensayo de sobrepresión se cerrarán todas las salidas, incluidas las del compartimiento de refrigerante.

(*) Sólo para piezas no metálicas.

(**) Sólo para piezas metálicas.

ANEXO 7

DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DE LA LLAVE DE PASO, LA VÁLVULA ANTIRRETORNO, LA VÁLVULA LIMITADORA DE PRESIÓN EN LOS TUBOS DE GAS, EL ACOPLAMIENTO DE SERVICIO

1. Disposiciones relativas a la homologación de la llave de paso

1.1. Definición: véase el apdo. 2.8. del presente Reglamento.

1.2. Clasificación de componentes (de acuerdo con la figura 1, apdo. 2): clase 3.

1.3. Presión de clasificación: 3 000 kPa.

1.4. Temperaturas de diseño:

– 20 °C a 120 °C

Con temperaturas fuera de esta gama se aplicarán condiciones de ensayo especiales.

1.5. Normas generales de diseño:

Apdo. 6.15.2.: disposiciones relativas al aislamiento eléctrico.

Apdo. 6.15.3.1.: disposiciones relativas a válvulas activadas por alimentación eléctrica.

1.6. Procedimientos de ensayo aplicables:

Ensayo de sobrepresión	Anexo 15, apdo. 4
Fugas externas	Anexo 15, apdo. 5
Altas temperaturas	Anexo 15, apdo. 6
Bajas temperaturas	Anexo 15, apdo. 7
Fugas en asientos	Anexo 15, apdo. 8
Resistencia a la fatiga	Anexo 15, apdo. 9
Compatibilidad con GLP	Anexo 15, apdo. 11 (*)
Resistencia a la corrosión	Anexo 15, apdo. 12 (**)
Resistencia al calor seco	Anexo 15, apdo. 13 (*)
Envejecimiento por ozono	Anexo 15, apdo. 14 (*)
Fluencia	Anexo 15, apdo. 15 (*)
Ciclo térmico	Anexo 15, apdo. 16 (*)

2. Disposiciones relativas a la homologación de la válvula antirretorno

2.1. Definición: véase el apdo. 2.5.9. del presente Reglamento.

2.2. Clasificación de componentes (de acuerdo con la figura 1, apdo. 2): clase 1.

2.3. Presión de clasificación: 3 000 kPa.

2.4. Temperaturas de diseño:

– 20 °C a 120 °C

Con temperaturas fuera de esta gama se aplicarán condiciones de ensayo especiales.

2.5. Normas generales de diseño:

Apdo. 6.15.2.: disposiciones relativas al aislamiento eléctrico.

Apdo. 6.15.3.1.: disposiciones relativas a válvulas activadas por alimentación eléctrica.

(*) Sólo para piezas no metálicas.

(**) Sólo para piezas metálicas.

2.6. Procedimientos de ensayo aplicables:

Ensayo de sobrepresión	Anexo 15, apdo. 4
Fugas externas	Anexo 15, apdo. 5
Altas temperaturas	Anexo 15, apdo. 6
Bajas temperaturas	Anexo 15, apdo. 7
Fugas en asientos	Anexo 15, apdo. 8
Resistencia a la fatiga	Anexo 15, apdo. 9
Compatibilidad con GLP	Anexo 15, apdo. 11 (*)
Resistencia a la corrosión	Anexo 15, apdo. 12 (**)
Resistencia al calor seco	Anexo 15, apdo. 13 (*)
Envejecimiento por ozono	Anexo 15, apdo. 14 (*)
Fluencia	Anexo 15, apdo. 15 (*)
Ciclo térmico	Anexo 15, apdo. 16 (*)

3. Disposiciones relativas a la homologación de la válvula limitadora de presión en los tubos de gas

3.1. Definición: véase el apdo. 2.9. del presente Reglamento.

3.2. Clasificación de componentes (de acuerdo con la figura 1, apdo. 2): clase 3.

3.3. Presión de clasificación: 3 000 kPa.

3.4. Temperaturas de diseño:

– 20 °C a 120 °C

Con temperaturas fuera de esta gama se aplicarán condiciones de ensayo especiales.

3.5. Normas generales de diseño:

Apdo. 6.15.2.: disposiciones relativas al aislamiento eléctrico.

Apdo. 6.15.3.1.: disposiciones relativas a válvulas activadas por alimentación eléctrica.

Apdo. 6.15.7.: disposiciones relativas a la válvula limitadora de presión en los tubos de gas.

3.6. Procedimientos de ensayo aplicables:

Ensayo de sobrepresión	Anexo 15, apdo. 4
Fugas externas	Anexo 15, apdo. 5
Altas temperaturas	Anexo 15, apdo. 6
Bajas temperaturas	Anexo 15, apdo. 7
Fugas en asientos	Anexo 15, apdo. 8
Resistencia a la fatiga	Anexo 15, apdo. 9 (con 200 ciclos de funcionamiento)
Compatibilidad con GLP	Anexo 15, apdo. 11 (*)
Resistencia a la corrosión	Anexo 15, apdo. 12 (**)
Resistencia al calor seco	Anexo 15, apdo. 13 (*)
Envejecimiento por ozono	Anexo 15, apdo. 14 (*)
Fluencia	Anexo 15, apdo. 15 (*)
Ciclo térmico	Anexo 15, apdo. 16 (*)

4. Disposiciones relativas a la homologación del acoplamiento de servicio

4.1. Definición: véase el apdo. 2.17. del presente Reglamento.

4.2. Clasificación de componentes (de acuerdo con la figura 1, apdo. 2): clase 1.

(*) Sólo para piezas no metálicas.

(**) Sólo para piezas metálicas.

4.3. Presión de clasificación: 3 000 kPa.

4.4. Temperaturas de diseño:

– 20 °C a 120 °C

Con temperaturas fuera de esta gama se aplicarán condiciones de ensayo especiales.

4.5. Normas generales de diseño:

Apdo. 6.15.2.: disposiciones relativas al aislamiento eléctrico.

Apdo. 6.15.3.1.: disposiciones relativas a válvulas activadas por alimentación eléctrica.

4.6. Procedimientos de ensayo aplicables:

Ensayo de sobrepresión	Anexo 15, apdo. 4
Fugas externas	Anexo 15, apdo. 5
Altas temperaturas	Anexo 15, apdo. 6
Bajas temperaturas	Anexo 15, apdo. 7
Fugas en asientos	Anexo 15, apdo. 8
Resistencia a la fatiga	Anexo 15, apdo. 9 (con 6 000 ciclos de funcionamiento)
Compatibilidad con GLP	Anexo 15, apdo. 11 (*)
Resistencia a la corrosión	Anexo 15, apdo. 12 (**)
Resistencia al calor seco	Anexo 15, apdo. 13 (*)
Envejecimiento por ozono	Anexo 15, apdo. 14 (*)
Fluencia	Anexo 15, apdo. 15 (*)
Ciclo térmico	Anexo 15, apdo. 16 (*)

(*) Sólo para piezas no metálicas.

(**) Sólo para piezas metálicas.

ANEXO 8

DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DE LATIGUILLOS CON ACOPLAMIENTOS

ALCANCE

Este anexo tiene por objeto establecer disposiciones relativas a la homologación de latiguillos para sistemas GLP con un diámetro interior de hasta 20 mm.

Este anexo comprende tres tipos de latiguillos:

- i) Latiguillos de caucho de alta presión (clase 1, p. ej. tubo de llenado)
- ii) Latiguillos de caucho de baja presión (clase 2)
- iii) Latiguillos sintéticos de alta presión (clase 1)

1. LATIGUILLOS DE CAUCHO DE ALTA PRESIÓN, CLASE 1, TUBO DE LLENADO**1.1. Especificaciones generales**

- 1.1.1. El latiguillo estará diseñado para soportar una presión máxima de funcionamiento de 3 000 kPa.
- 1.1.2. El latiguillo estará diseñado para soportar temperaturas de entre – 25 °C y + 80 °C. Si las temperaturas de funcionamiento se salen de la gama mencionada, deberán adaptarse las temperaturas de ensayo.
- 1.1.3. El diámetro interior se corresponderá con el cuadro 1 de la norma ISO 1307.

1.2. Construcción del latiguillo

- 1.2.1. El latiguillo deberá incorporar un tubo de calibre liso y un recubrimiento de material sintético adecuado, reforzado con una o más capas internas.
- 1.2.2. Las capas internas de refuerzo deberán protegerse con un recubrimiento anticorrosión.

Si las capas internas de refuerzo son de un material resistente a la corrosión (p. ej., acero inoxidable), no será necesario el recubrimiento.
- 1.2.3. El forro y el recubrimiento deberán ser lisos y sin poros, orificios o elementos extraños.

Una perforación realizada deliberadamente en el recubrimiento no se considerará una imperfección.
- 1.2.4. El recubrimiento deberá perforarse deliberadamente para evitar la formación de burbujas.
- 1.2.5. Si el recubrimiento es perforado y la capa intercalada es de un material no resistente a la corrosión, la capa deberá protegerse contra la corrosión.

1.3. Especificaciones y ensayos del forro

- 1.3.1. Resistencia a la tracción y alargamiento
 - 1.3.1.1. Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura conforme a la norma ISO 37. Resistencia a la tracción no inferior a 10 MPa y alargamiento a la rotura no inferior al 250 %.
 - 1.3.1.2. Resistencia al n-pentano de conformidad con la norma ISO 1817 con las siguientes condiciones:
 - i) medio: n-pentano
 - ii) temperatura: 23 °C (tolerancia conforme a la norma ISO 1817)
 - iii) período de inmersión: 72 horas

Requisitos:

- i) cambio máximo de volumen: 20 %
- ii) cambio máximo de la resistencia a la tracción: 25 %
- iii) cambio máximo del alargamiento a la rotura: 30 %

Tras mantenerse en aire a una temperatura de 40 °C durante un período de 48 horas, la masa no podrá disminuir más de un 5 % respecto del valor original.

1.3.1.3. Resistencia al envejecimiento conforme a la norma ISO 188 con las siguientes condiciones:

- i) temperatura: 70 °C (temperatura de ensayo = máxima temperatura de funcionamiento menos 10 °C)
- ii) período de exposición: 168 horas

Requisitos:

- i) cambio máximo de la resistencia a la tracción: 25 %
- ii) cambio máximo del alargamiento a la rotura: – 30 % y + 10 %

1.4. Especificaciones y método de ensayo del recubrimiento

1.4.1. Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura conforme a la norma ISO 37. Resistencia a la tracción no inferior a 10 MPa y alargamiento a la rotura no inferior al 250 %.

1.4.1.1. Resistencia al n-hexano conforme a la norma ISO 1817 con las siguientes condiciones:

- i) medio: n-hexano
- ii) temperatura: 23 °C (tolerancia conforme a la norma ISO 1817)
- iii) período de inmersión: 72 horas

Requisitos:

- i) cambio máximo de volumen: 30 %
- ii) cambio máximo de la resistencia a la tracción: 35 %
- iii) cambio máximo del alargamiento a la rotura: 35 %

1.4.1.2. Resistencia al envejecimiento conforme a la norma ISO 188 con las siguientes condiciones:

- i) temperatura: 70 °C (temperatura de ensayo = máxima temperatura de funcionamiento menos 10 °C)
- ii) período de exposición: 336 horas

Requisitos:

- i) cambio máximo de la resistencia a la tracción: 25 %
- ii) cambio máximo del alargamiento a la rotura: – 30 % y + 10 %

1.4.2. Resistencia al ozono

1.4.2.1. El ensayo deberá realizarse de conformidad con la norma ISO 1431/1.

1.4.2.2. Las probetas, que deberán estirarse hasta un alargamiento del 20 %, deberán exponerse a un aire a 40 °C con una concentración de ozono de 50 partes por cada cien millones durante 120 horas.

1.4.2.3. No se permite ningún grado de agrietamiento de las muestras.

1.5. Especificaciones para latiguillos no acoplados

1.5.1. Estanquidad (permeabilidad)

1.5.1.1. Deberá conectarse un latiguillo con una longitud libre de 1 m a un recipiente lleno de propano líquido, que tenga una temperatura de $23^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

1.5.1.2. El ensayo deberá realizarse de conformidad con el método descrito en la norma ISO 4080.

1.5.1.3. Las fugas por la pared del latiguillo no serán superiores a 95 cm^3 de vapor por metro de latiguillo y jornada de 24 h.

1.5.2. Resistencia a bajas temperaturas

1.5.2.1. El ensayo deberá realizarse de conformidad con el método B de la norma ISO 4672:1978.

1.5.2.2. Temperatura de ensayo: $-25 \pm 3^{\circ}\text{C}$.

1.5.2.3. No se permite ni agrietamiento ni rotura.

1.5.3. (No se utiliza)

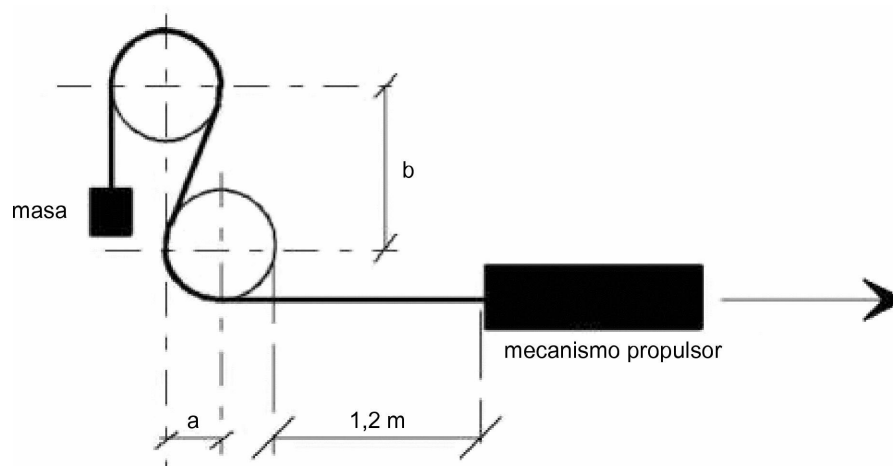
1.5.4. Ensayo de doblado

1.5.4.1. Un latiguillo vacío de aproximadamente 3,5 m de largo deberá poder soportar 3 000 veces el ensayo de doblado alterno estipulado a continuación sin romperse. Tras el ensayo, el latiguillo deberá poder soportar la presión de ensayo mencionada en el apartado 1.5.5.2.

1.5.4.2.

Figura 1

(a título de ejemplo)



Diámetro interior del latiguillo [mm]	Radio de curvatura [mm] (figura 1)	Distancia entre centros [mm] (figura 1)	
		Vertical a	Horizontal b
hasta 13	102	241	102
de 13 a 16	153	356	153
de 16 a 20	178	419	178

- 1.5.4.3. La máquina de ensayo (figura 1) consistirá en un bastidor de acero provisto de dos ruedas de madera con llantas de aprox. 130 mm de ancho.

La circunferencia de las ruedas deberá llevar un surco de guía para el latiguillo. El radio de las ruedas, medido hasta el fondo del surco, deberá ser el indicado en el apartado 1.5.4.2.

Los planos longitudinales de las medianas de ambas ruedas deberán estar en el mismo plano vertical y la distancia entre los centros de las ruedas deberá corresponderse con el apartado 1.5.4.2.

Cada rueda deberá poder girar libremente en torno a su centro de giro.

El mecanismo propulsor tira del latiguillo sobre las ruedas a una velocidad de cuatro revoluciones completas por minuto.

- 1.5.4.4. El latiguillo se instalará en forma de S sobre las ruedas (véase la figura 1).

El extremo que corra sobre la rueda superior tendrá suficiente masa para encajarse perfectamente en las ruedas. La parte que corra sobre la rueda inferior se conectará al mecanismo propulsor.

El mecanismo deberá ajustarse de tal manera que el latiguillo recorra una distancia total de 1,2 m en ambas direcciones.

- 1.5.5. Presión hidráulica de ensayo y determinación de la presión mínima de rotura

- 1.5.5.1. El ensayo deberá realizarse de conformidad con el método descrito en la norma ISO 1402.

- 1.5.5.2. La presión de ensayo de 6 750 kPa se aplicará durante 10 minutos sin fugas.

- 1.5.5.3. La presión de rotura no será inferior a 10 000 kPa.

1.6. Acoplamientos

- 1.6.1. Los acoplamientos serán de acero o latón y la superficie deberá ser resistente a la corrosión.

- 1.6.2. Los acoplamientos deberán ser de montaje engarzado.

- 1.6.2.1. La tuerca giratoria deberá tener una rosca U.N.F.

- 1.6.2.2. El cono de estanquidad de tuerca giratoria deberá tener un ángulo vertical de 45°.

- 1.6.2.3. Los acoplamientos podrán ser de tuerca giratoria o de unión rápida.

- 1.6.2.4. Resultará imposible desconectar la unión rápida sin utilizar un método específico o herramientas especiales.

1.7. Conjunto del latiguillo y los acoplamientos

- 1.7.1. La construcción de los acoplamientos deberá ser tal que no sea necesario arrancar el recubrimiento a menos que el refuerzo del latiguillo sea de material resistente a la corrosión.

- 1.7.2. El conjunto del latiguillo deberá someterse a un ensayo de impulsos de conformidad con la norma ISO 1436.

- 1.7.2.1. El ensayo deberá finalizarse haciendo circular aceite a una temperatura de 93 °C y a una presión mínima de 3 000 kPa.

- 1.7.2.2. El latiguillo deberá someterse a 150 000 impulsos.

- 1.7.2.3. Tras el ensayo de impulsos, el latiguillo deberá soportar la presión de ensayo mencionada en el apartado 1.5.5.2.

- 1.7.3. Estanquidad

- 1.7.3.1. El conjunto del latiguillo (latiguillo con acoplamientos) deberá soportar gas a una presión de 3 000 kPa durante 5 minutos sin sufrir fugas.

1.8. Marcas

1.8.1. Cada latiguillo deberá llevar, separadas por una distancia máxima de 0,5 m, las siguientes marcas de identificación claramente legibles e indelebles, compuestas por caracteres, figuras o símbolos.

1.8.1.1. El nombre o marca comercial del fabricante.

1.8.1.2. El año y mes de fabricación.

1.8.1.3. El tamaño y la marca de tipo.

1.8.1.4. La marca identificativa «GLP Clase 1».

1.8.2. Cada latiguillo llevará el nombre o marca comercial del fabricante del montaje.

2. LATIGUILLOS DE CAUCHO DE BAJA PRESIÓN, CLASE 2**2.1. Especificaciones generales**

2.1.1. El latiguillo estará diseñado para soportar una presión máxima de funcionamiento de 450 kPa.

2.1.2. El latiguillo estará diseñado para soportar temperaturas de entre – 25 °C y + 125 °C. Si las temperaturas de funcionamiento se salen de la gama mencionada, deberán adaptarse las temperaturas de ensayo.

2.2. Construcción del latiguillo

2.2.1. El latiguillo deberá incorporar un tubo de calibre liso y un recubrimiento de material sintético adecuado, reforzado con una o más capas internas.

2.2.2. Las capas internas de refuerzo deberán protegerse con un recubrimiento anticorrosión.

Si las capas internas de refuerzo son de un material resistente a la corrosión (p. ej., acero inoxidable), no será necesario el recubrimiento.

2.2.3. El forro y el recubrimiento deberán ser lisos y sin poros, orificios o elementos extraños.

Una perforación realizada deliberadamente en el recubrimiento no se considerará una imperfección.

2.3. Especificaciones y ensayos del forro

2.3.1. Resistencia a la tracción y alargamiento

2.3.1.1. Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura conforme a la norma ISO 37. Resistencia a la tracción no inferior a 10 MPa y alargamiento a la rotura no inferior al 250 %.

2.3.1.2. Resistencia al n-pentano de conformidad con la norma ISO 1817 con las siguientes condiciones:

i) medio: n-pentano

ii) temperatura: 23 °C (tolerancia conforme a la norma ISO 1817)

iii) período de inmersión: 72 horas

Requisitos:

- i) cambio máximo de volumen: 20 %
- ii) cambio máximo de la resistencia a la tracción: 25 %
- iii) cambio máximo del alargamiento a la rotura: 30 %

Tras mantenerse en aire a una temperatura de 40 °C durante un período de 48 horas, la masa no podrá disminuir más de un 5 % respecto del valor original.

2.3.1.3. Resistencia al envejecimiento conforme a la norma ISO 188 con las siguientes condiciones:

- i) temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = máxima temperatura de funcionamiento menos 10 °C)
- ii) período de exposición: 168 horas

Requisitos:

- i) cambio máximo de la resistencia a la tracción: 25 %
- ii) cambio máximo del alargamiento a la rotura: – 30 % y + 10 %

2.4. Especificaciones y método de ensayo del recubrimiento

2.4.1.1. Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura conforme a la norma ISO 37. Resistencia a la tracción no inferior a 10 MPa y alargamiento a la rotura no inferior al 250 %.

2.4.1.2. Resistencia al n-hexano conforme a la norma ISO 1817 con las siguientes condiciones:

- i) medio: n-hexano
- ii) temperatura: 23 °C (tolerancia conforme a la norma ISO 1817)
- iii) período de inmersión: 72 horas

Requisitos:

- i) cambio máximo de volumen: 30 %
- ii) cambio máximo de la resistencia a la tracción: 35 %
- iii) cambio máximo del alargamiento a la rotura: 35 %

2.4.1.3. Resistencia al envejecimiento conforme a la norma ISO 188 con las siguientes condiciones:

- i) temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = máxima temperatura de funcionamiento menos 10 °C)
- ii) período de exposición: 336 horas

Requisitos:

- i) cambio máximo de la resistencia a la tracción: 25 %
- ii) cambio máximo del alargamiento a la rotura: – 30 % y + 10 %

2.4.2. Resistencia al ozono

2.4.2.1. El ensayo deberá realizarse de conformidad con la norma ISO 1431/1.

2.4.2.2. Las probetas, que deberán estirarse hasta un alargamiento del 20 %, deberán exponerse a un aire a 40 °C con una concentración de ozono de 50 partes por cada cien millones durante 120 horas.

2.4.2.3. No se permite ningún grado de agrietamiento de las muestras.

2.5. Especificaciones para latiguillos no acoplados

2.5.1. Estanquidad (permeabilidad)

2.5.1.1. Deberá conectarse un latiguillo con una longitud libre de 1 m a un recipiente lleno de propano líquido, que tenga una temperatura de $23^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

2.5.1.2. El ensayo deberá realizarse de conformidad con el método descrito en la norma ISO 4080.

2.5.1.3. Las fugas por la pared del latiguillo no serán superiores a 95 cm^3 de vapor por metro de latiguillo y jornada de 24 h.

2.5.2. Resistencia a bajas temperaturas

2.5.2.1. El ensayo deberá realizarse de conformidad con el método B de la norma ISO 4672:1978.

2.5.2.2. Temperatura de ensayo: $-25 \pm 3^{\circ}\text{C}$

2.5.2.3. No se permite ni agrietamiento ni rotura.

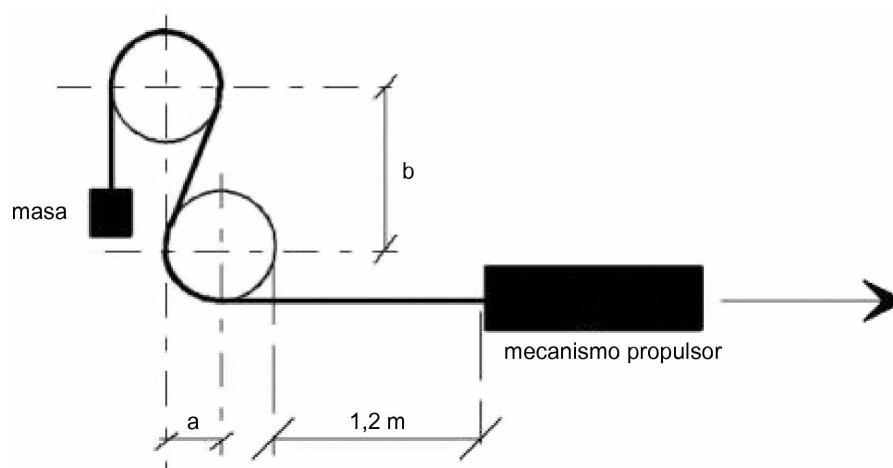
2.5.3. Ensayo de doblado

2.5.3.1. Un latiguillo vacío de aproximadamente 3,5 m de largo deberá poder soportar 3 000 veces el ensayo de doblado alterno estipulado a continuación sin romperse. Tras el ensayo, el latiguillo deberá poder soportar la presión de ensayo mencionada en el apartado 2.5.4.2.

2.5.3.2.

Figura 2

(a título de ejemplo)



Diámetro interior del latiguillo [mm]	Radio de curvatura [mm] (figura 2)	Distancia entre centros [mm] (figura 2)	
		Vertical a	Horizontal b
hasta 13	102	241	102
de 13 a 16	153	356	153
de 16 a 20	178	419	178

2.5.3.3. La máquina de ensayo (figura 2) consistirá en un bastidor de acero provisto de dos ruedas de madera con llantas de aprox. 130 mm de ancho.

La circunferencia de las ruedas deberá llevar un surco de guía para el latiguillo. El radio de las ruedas, medido hasta el fondo del surco, deberá ser el indicado en el apartado 2.5.3.2.

Los planos longitudinales de las medianas de ambas ruedas deberán estar en el mismo plano vertical y la distancia entre los centros de las ruedas deberá corresponderse con el apartado 2.5.3.2.

Cada rueda deberá poder girar libremente en torno a su centro de giro.

El mecanismo propulsor tira del latiguillo sobre las ruedas a una velocidad de cuatro revoluciones completas por minuto.

2.5.3.4. El latiguillo se instalará en forma de S sobre las ruedas (véase la figura 2).

El extremo que corra sobre la rueda superior tendrá suficiente masa para encajarse perfectamente en las ruedas. La parte que corra sobre la rueda inferior se conectará al mecanismo propulsor.

El mecanismo deberá ajustarse de tal manera que el latiguillo recorra una distancia total de 1,2 m en ambas direcciones.

2.5.4. Presión hidráulica de ensayo y determinación de la presión mínima de rotura

2.5.4.1. El ensayo deberá realizarse de conformidad con el método descrito en la norma ISO 1402.

2.5.4.2. La presión de ensayo de 1 015 kPa se aplicará durante 10 minutos sin fugas.

2.5.4.3. La presión de rotura no será inferior a 1 800 kPa.

2.6. Acoplamientos

2.6.1. Los acoplamientos serán de un material resistente a la corrosión.

2.6.2. La presión de rotura del acoplamiento montado nunca será inferior a la presión de rotura del tubo o latiguillo.

La presión de fuga del acoplamiento montado nunca será inferior a la presión de fuga del tubo o latiguillo.

2.6.3. Los acoplamientos deberán ser de montaje engarzado.

2.6.4. Los acoplamientos podrán ser de tuerca giratoria o de unión rápida.

2.6.5. Resultará imposible desconectar la unión rápida sin utilizar un método específico o herramientas especiales.

2.7. Conjunto del latiguillo y los acoplamientos

2.7.1. La construcción de los acoplamientos deberá ser tal que no sea necesario arrancar el recubrimiento a menos que el refuerzo del latiguillo sea de material resistente a la corrosión.

2.7.2. El conjunto del latiguillo deberá someterse a un ensayo de impulsos de conformidad con la norma ISO 1436.

2.7.2.1. El ensayo deberá finalizarse haciendo circular aceite a una temperatura de 93 °C y a una presión mínima de 1 015 kPa.

2.7.2.2. El latiguillo deberá someterse a 150 000 impulsos.

2.7.2.3. Tras el ensayo de impulsos, el latiguillo deberá soportar la presión de ensayo mencionada en el apartado 2.5.4.2.

2.7.3. Estanquidad

2.7.3.1. El conjunto del latiguillo (latiguillo con acoplamientos) deberá soportar gas a una presión de 1 015 kPa durante 5 minutos sin sufrir fugas.

2.8. Marcas

2.8.1. Cada latiguillo deberá llevar, separadas por una distancia máxima de 0,5 m, las siguientes marcas de identificación claramente legibles e indelebles, compuestas por caracteres, figuras o símbolos.

2.8.1.1. El nombre o marca comercial del fabricante.

2.8.1.2. El año y mes de fabricación.

2.8.1.3. El tamaño y la marca de tipo.

2.8.1.4. La marca identificativa «GLP Clase 2».

2.8.2. Cada latiguillo llevará el nombre o marca comercial del fabricante del montaje.

3. LATIGUILLOS SINTÉTICOS DE ALTA PRESIÓN, CLASE 1

3.1. Especificaciones generales

3.1.1. El presente capítulo tiene por objeto establecer disposiciones de homologación de latiguillos sintéticos para GLP, que tengan un diámetro interior de hasta 10 mm.

3.1.2. Este capítulo incluye, además de las especificaciones generales y los ensayos correspondientes a los latiguillos sintéticos, las especificaciones y los ensayos correspondientes a tipos específicos de materiales para latiguillos sintéticos.

3.1.3. El latiguillo estará diseñado para soportar una presión máxima de funcionamiento de 3 000 kPa.

3.1.4. El latiguillo estará diseñado para soportar temperaturas de entre – 25 °C y + 125 °C. Si las temperaturas de funcionamiento se salen de la gama mencionada, deberán adaptarse las temperaturas de ensayo.

3.1.5. El diámetro interior se corresponderá con el cuadro 1 de la norma ISO 1307.

3.2. Construcción del latiguillo

3.2.1. El latiguillo sintético deberá incorporar un tubo termoplástico y un recubrimiento de material termoplástico adecuado, a prueba de aceites y de la intemperie, reforzado con una o más capas internas sintéticas. Si las capas internas de refuerzo son de un material resistente a la corrosión (p. ej., acero inoxidable), no será necesario el recubrimiento.

3.2.2. El forro y el recubrimiento deberán ser lisos y sin poros, orificios o elementos extraños.

Una perforación realizada deliberadamente en el recubrimiento no se considerará una imperfección.

3.3. Especificaciones y ensayos del forro

3.3.1. Resistencia a la tracción y alargamiento

3.3.1.1. *Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura* conforme a la norma ISO 37. Resistencia a la tracción no inferior a 20 MPa y alargamiento a la rotura no inferior al 200 %.

3.3.1.2. *Resistencia al n-pentano* de conformidad con la norma ISO 1817 con las siguientes condiciones:

i) medio: n-pentano

ii) temperatura: 23 °C (tolerancia conforme a la norma ISO 1817)

iii) período de inmersión: 72 horas

Requisitos:

i) cambio máximo de volumen: 20 %

- ii) cambio máximo de la resistencia a la tracción: 25 %
- iii) cambio máximo del alargamiento a la rotura: 30 %

Tras mantenerse en aire a una temperatura de 40 °C durante un período de 48 horas, la masa no podrá disminuir más de un 5 % respecto del valor original.

3.3.1.3. *Resistencia al envejecimiento* conforme a la norma ISO 188 con las siguientes condiciones:

- i) temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = máxima temperatura de funcionamiento menos 10 °C)
- ii) período de exposición: 336 horas

Requisitos:

- i) cambio máximo de la resistencia a la tracción: 35 %
- ii) cambio máximo del alargamiento a la rotura: – 30 % y + 10 %

3.3.2. Resistencia a la tracción y alargamiento de la poliamida 6

3.3.2.1. *Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura* conforme a la norma ISO 527-2 con las condiciones siguientes:

- i) tipo de muestra: tipo 1 BA
- ii) velocidad de tracción: 20 mm/min

Antes de someterse al ensayo, el material se acondicionará un mínimo de 21 días a 23 °C y a una humedad relativa del 50 %.

Requisitos:

- i) resistencia a la tracción no inferior a 20 MPa
- ii) alargamiento a la rotura no inferior al 50 %.

3.3.2.2. *Resistencia al n-pentano* de conformidad con la norma ISO 1817 con las siguientes condiciones:

- i) medio: n-pentano
- ii) temperatura: 23 °C (tolerancia conforme a la norma ISO 1817)
- iii) período de inmersión: 72 horas

Requisitos:

- i) cambio máximo de volumen: 2 %
- ii) cambio máximo de la resistencia a la tracción: 10 %
- (iii) cambio máximo del alargamiento a la rotura: 10 %

Tras mantenerse en aire a una temperatura de 40 °C durante un período de 48 horas, la masa no podrá disminuir más de un 5 % respecto del valor original.

3.3.2.3. *Resistencia al envejecimiento* conforme a la norma ISO 188 con las siguientes condiciones:

- i) temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = máxima temperatura de funcionamiento menos 10 °C)
- ii) período de exposición: 24 y 336 horas

Una vez envejecidas, las muestras se acondicionarán un mínimo de 21 días a 23 °C y a una humedad relativa del 50 % antes de realizar el ensayo de tracción conforme al apartado 3.3.2.1.

Requisitos:

- i) cambio máximo de la resistencia a la tracción: 35 % tras 336 horas de envejecimiento con respecto a la resistencia a la tracción del material envejecido 24 horas;
- ii) cambio máximo del alargamiento a la rotura: 25 % tras 336 horas de envejecimiento con respecto al alargamiento a la rotura del material envejecido 24 horas.

3.4. Especificaciones y método de ensayo del recubrimiento

3.4.1.1. *Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura* conforme a la norma ISO 37. Resistencia a la tracción no inferior a 20 MPa y alargamiento a la rotura no inferior al 250 %.

3.4.1.2. *Resistencia al n-hexano* conforme a la norma ISO 1817 con las siguientes condiciones:

- i) medio: n-hexano
- ii) temperatura: 23 °C (tolerancia conforme a la norma ISO 1817)
- iii) período de inmersión: 72 horas

Requisitos:

- i) cambio máximo de volumen: 30 %
- ii) cambio máximo de la resistencia a la tracción: 35 %
- iii) cambio máximo del alargamiento a la rotura: 35 %

3.4.1.3. *Resistencia al envejecimiento* conforme a la norma ISO 188 con las siguientes condiciones:

- i) temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = máxima temperatura de funcionamiento menos 10 °C)
- ii) período de exposición: 336 horas

Requisitos:

- i) cambio máximo de la resistencia a la tracción: 25 %
- ii) cambio máximo del alargamiento a la rotura: – 30 % y + 10 %

3.4.2. Resistencia al ozono

3.4.2.1. El ensayo deberá realizarse de conformidad con la norma ISO 1431/1.

3.4.2.2. Las probetas, que deberán estirarse hasta un alargamiento del 20 %, deberán exponerse a un aire a 40 °C y una humedad relativa del 50 % ± 10 % con una concentración de ozono de 50 partes por cada cien millones durante 120 horas.

3.4.2.3. No se permite ningún grado de agrietamiento de las muestras.

3.4.3. Especificaciones y método de ensayo del recubrimiento de poliamida 6

3.4.3.1. *Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura* conforme a la norma ISO 527-2 con las condiciones siguientes:

- i) tipo de muestra: tipo 1 BA
- ii) velocidad de tracción: 20 mm/min

Antes de someterse al ensayo, el material se acondicionará un mínimo de 21 días a 23 °C y a una humedad relativa del 50 %.

Requisitos:

- i) resistencia a la tracción no inferior a 20 MPa
- ii) alargamiento a la rotura no inferior al 100 %.

3.4.3.2. *Resistencia al n-hexano* conforme a la norma ISO 1817 con las siguientes condiciones:

- i) medio: n-hexano
- ii) temperatura: 23 °C (tolerancia conforme a la norma ISO 1817)
- iii) período de inmersión: 72 horas

Requisitos:

- i) cambio máximo de volumen: 2 %
- ii) cambio máximo de la resistencia a la tracción: 10 %
- iii) cambio máximo del alargamiento a la rotura: 10 %

3.4.3.3. *Resistencia al envejecimiento* conforme a la norma ISO 188 con las siguientes condiciones:

- i) temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = máxima temperatura de funcionamiento menos 10 °C)
- ii) período de exposición: 24 y 336 horas

Una vez envejecidas, las muestras se acondicionarán un mínimo de 21 días antes de realizar el ensayo de tracción conforme al apartado 3.3.1.1.

Requisitos:

- i) cambio máximo de la resistencia a la tracción: 20 % tras 336 horas de envejecimiento con respecto a la resistencia a la tracción del material envejecido 24 horas;
- ii) cambio máximo del alargamiento a la rotura: 50 % tras 336 horas de envejecimiento con respecto al alargamiento a la rotura del material envejecido 24 horas.

3.5. **Especificaciones para latiguillos no acoplados**

3.5.1. Estanquidad (permeabilidad)

3.5.1.1. Deberá conectarse un latiguillo con una longitud libre de 1 m a un recipiente lleno de propano líquido, que tenga una temperatura de $23^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

3.5.1.2. El ensayo deberá realizarse de conformidad con el método descrito en la norma ISO 4080.

3.5.1.3. Las fugas por la pared del latiguillo no serán superiores a 95 cm^3 de vapor por metro de latiguillo y jornada de 24 h.

3.5.2. Resistencia a bajas temperaturas

3.5.2.1. El ensayo deberá realizarse de conformidad con el método B de la norma ISO 4672.

3.5.2.2. Temperatura de ensayo: $-25 \pm 3^{\circ}\text{C}$

3.5.2.3. No se permite ni agrietamiento ni rotura.

3.5.3. Resistencia a altas temperaturas

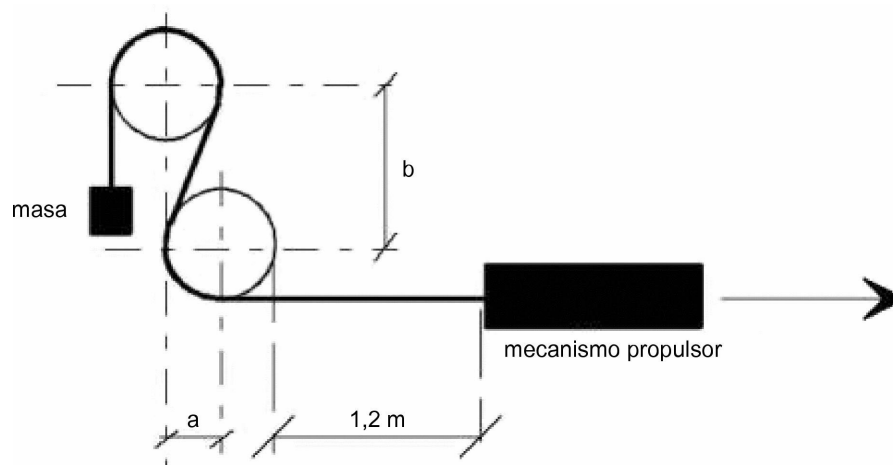
3.5.3.1. Deberá ponerse un trozo de latiguillo de 0,5 m de largo mínimo y a una presión de 3 000 kPa en un horno a $125^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ de temperatura durante 24 horas.

3.5.3.2. No se permiten fugas.

- 3.5.3.3. Tras el ensayo, el latiguillo soportará la presión de ensayo de 6 750 kPa durante 10 minutos. No se permiten fugas.
- 3.5.4. Ensayo de doblado
- 3.5.4.1. Un latiguillo vacío de aproximadamente 3,5 m de largo deberá poder soportar 3 000 veces el ensayo de doblado alterno estipulado a continuación sin romperse. Tras el ensayo, el latiguillo deberá poder soportar la presión de ensayo mencionada en el apartado 3.5.5.2.

Figura 3

(a título de ejemplo) ($a = 102 \text{ mm}$; $b = 241 \text{ mm}$)



- 3.5.4.2. La máquina de ensayo (véase la figura 3) consistirá en un bastidor de acero provisto de dos ruedas de madera con llantas de aprox. 130 mm de ancho.

La circunferencia de las ruedas deberá llevar un surco de guía para el latiguillo. El radio de las ruedas, medido hasta el fondo del surco, deberá ser de 102 mm.

Los planos longitudinales de las medianas de ambas ruedas deberán estar en el mismo plano vertical. La distancia entre los centros de las ruedas deberá ser de 241 mm en vertical y 102 mm en horizontal.

Cada rueda deberá poder girar libremente en torno a su centro de giro.

El mecanismo propulsor tira del latiguillo sobre las ruedas a una velocidad de cuatro revoluciones completas por minuto.

- 3.5.4.3. El latiguillo se instalará en forma de S sobre las ruedas (véase la figura 3).

El extremo que corra sobre la rueda superior tendrá suficiente masa para encajarse perfectamente en las ruedas. La parte que corra sobre la rueda inferior se conectará al mecanismo propulsor.

El mecanismo deberá ajustarse de tal manera que el latiguillo recorra una distancia total de 1,2 m en ambas direcciones.

- 3.5.5. Presión hidráulica de ensayo y determinación de la presión mínima de rotura

- 3.5.5.1. El ensayo deberá realizarse de conformidad con el método descrito en la norma ISO 1402.

- 3.5.5.2. La presión de ensayo de 6 750 kPa se aplicará durante 10 minutos sin fugas.

- 3.5.5.3. La presión de rotura no será inferior a 10 000 kPa.

3.6. Acoplamientos

- 3.6.1. Los acoplamientos serán de acero o latón y la superficie deberá ser resistente a la corrosión.

3.6.2. Los acoplamientos deberán ser de montaje engarzado y de tipo tubo o tipo banjo. La estanquidad será resistente a GLP y cumplirá lo dispuesto en el apartado 3.3.1.2.

3.6.3. El acoplamiento de banjo cumplirá los requisitos de la norma DIN 7643.

3.7. **Conjunto del latiguillo y los acoplamientos**

3.7.1. El conjunto del latiguillo deberá someterse a un ensayo de impulsos de conformidad con la norma ISO 1436.

3.7.1.1. El ensayo deberá finalizarse haciendo circular aceite a una temperatura de 93 °C y a una presión mínima de 3 000 kPa.

3.7.1.2. El latiguillo deberá someterse a 150 000 impulsos.

3.7.1.3. Tras el ensayo de impulsos, el latiguillo deberá soportar la presión de ensayo mencionada en el apartado 3.5.5.2.

3.7.2. Estanquidad

3.7.2.1. El conjunto del latiguillo (latiguillo con acoplamientos) deberá soportar gas a una presión de 3 000 kPa durante 5 minutos sin sufrir fugas.

3.8. **Marcas**

3.8.1. Cada latiguillo deberá llevar, separadas por una distancia máxima de 0,5 m, las siguientes marcas de identificación claramente legibles e indelebles, compuestas por caracteres, figuras o símbolos.

3.8.1.1. El nombre o marca comercial del fabricante.

3.8.1.2. El año y mes de fabricación.

3.8.1.3. El tamaño y la marca de tipo.

3.8.1.4. La marca identificativa «GLP Clase 1».

3.8.2. Cada latiguillo llevará el nombre o marca comercial del fabricante del montaje.

ANEXO 9

DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DE LA UNIDAD DE LLENADO

1. Definición: véase el apdo. 2.16. del presente Reglamento.

2. Clasificación de componentes (de acuerdo con la figura 1, apdo. 2):

Unidad de llenado: Clase 3

Válvula antirretorno: Clase 3

3. Presión de clasificación: 3 000 kPa.

4. Temperaturas de diseño:

– 20 °C a 65 °C

Con temperaturas fuera de esta gama se aplicarán condiciones de ensayo especiales.

5. Normas generales de diseño:

Apdo. 6.15.2.: disposiciones relativas al aislamiento eléctrico.

Apdo. 6.15.10.: disposiciones relativas a la unidad de llenado.

6. Procedimientos de ensayo aplicables:

Ensayo de sobrepresión	Anexo 15, apdo. 4
Fugas externas	Anexo 15, apdo. 5
Altas temperaturas	Anexo 15, apdo. 6
Bajas temperaturas	Anexo 15, apdo. 7
Ensayo de fugas en asientos	Anexo 15, apdo. 8
Resistencia a la fatiga	Anexo 15, apdo. 9
	(con 6 000 ciclos de funcionamiento)
Compatibilidad con GLP	Anexo 15, apdo. 11 (*)
Resistencia a la corrosión	Anexo 15, apdo. 12 (**)
Resistencia al calor seco	Anexo 15, apdo. 13
Envejecimiento por ozono	Anexo 15, apdo. 14
Fluencia	Anexo 15, apdo. 15 (*)
Ciclo térmico	Anexo 15, apdo. 16 (*)
Ensayo de impacto	Apdo. 7 de este anexo

7. Requisitos del ensayo de impacto para la unidad de llenado europea

7.1. Requisitos generales

La unidad de llenado se someterá a un ensayo de impacto de 10 J.

7.2. Procedimiento de ensayo

Se hará caer una masa de acero templado de 1 kg desde una altura de 1 m para conseguir una velocidad de impacto de 4,4 m/s, lo que se obtendrá montando la masa en un péndulo.

La unidad de llenado se instalará horizontalmente sobre un objeto sólido. La masa impactará en el centro de la parte que sobresale de la unidad de llenado.

7.3. Interpretación del ensayo

La unidad de llenado responderá a las exigencias del ensayo de fugas externas y de fugas en asientos a temperatura ambiente.

(*) Sólo para piezas no metálicas.

(**) Sólo para piezas metálicas.

7.4. Repetición del ensayo

Si la unidad de llenado no supera el ensayo, dos muestras del mismo componente se someterán al ensayo de impacto. Si ambas muestras superan el ensayo, se ignorará el primero.

En caso de que una o ambas no superen la repetición del ensayo, no se homologará el componente.

Observaciones:

- El ensayo de sobrepresión se realizará en cada válvula antirretorno.
- El ensayo de resistencia a la fatiga se realizará con una boquilla destinada específicamente a la unidad de llenado objeto del ensayo. Se aplicarán 6 000 ciclos según el procedimiento siguiente:
 - se conecta la boquilla al conector y se abre el sistema de la unidad de llenado;
 - se deja abierto al menos 3 segundos;
 - se cierra la unidad de llenado y se desconecta la boquilla.

Figura 1

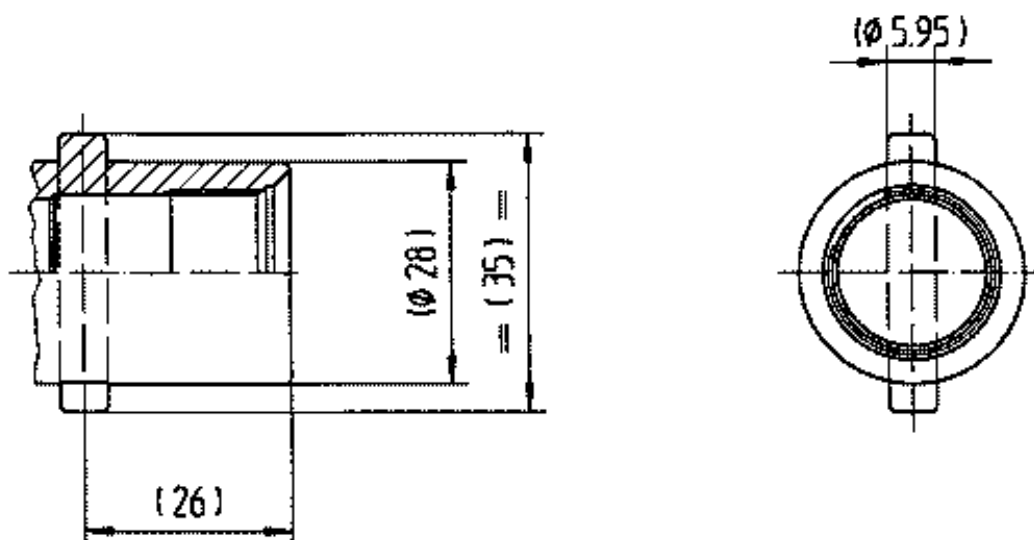
Zona de conexión de la unidad de llenado de bayoneta

Figura 2

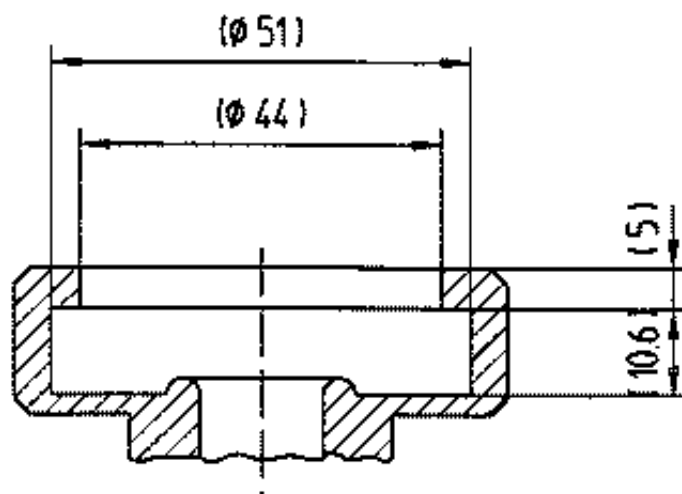
Zona de conexión de la unidad de llenado de disco

Figura 3

Zona de conexión de la unidad de llenado europea para vehículos ligeros

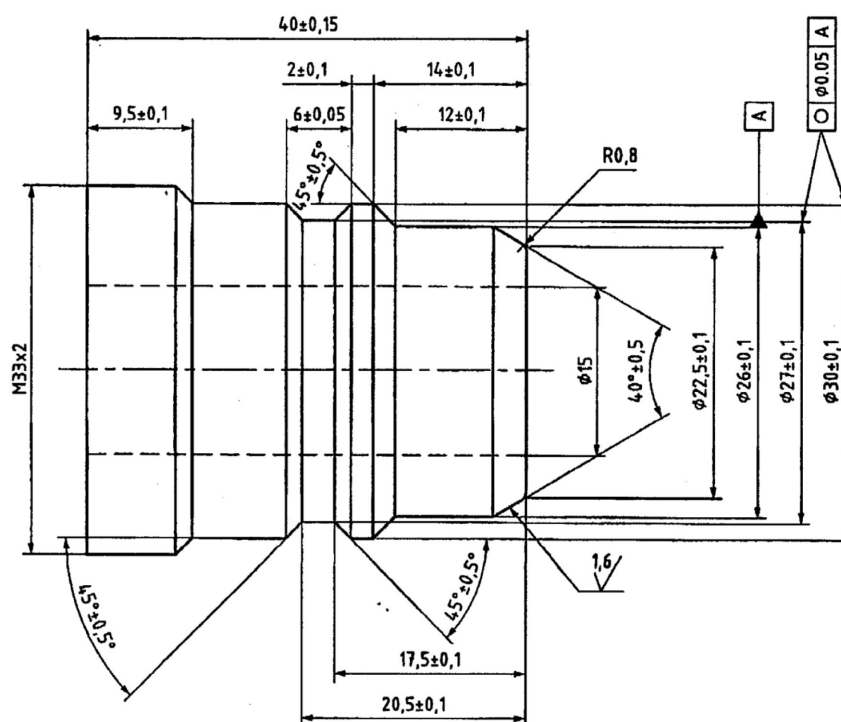


Figura 4

Zona de conexión de la unidad de llenado ACME

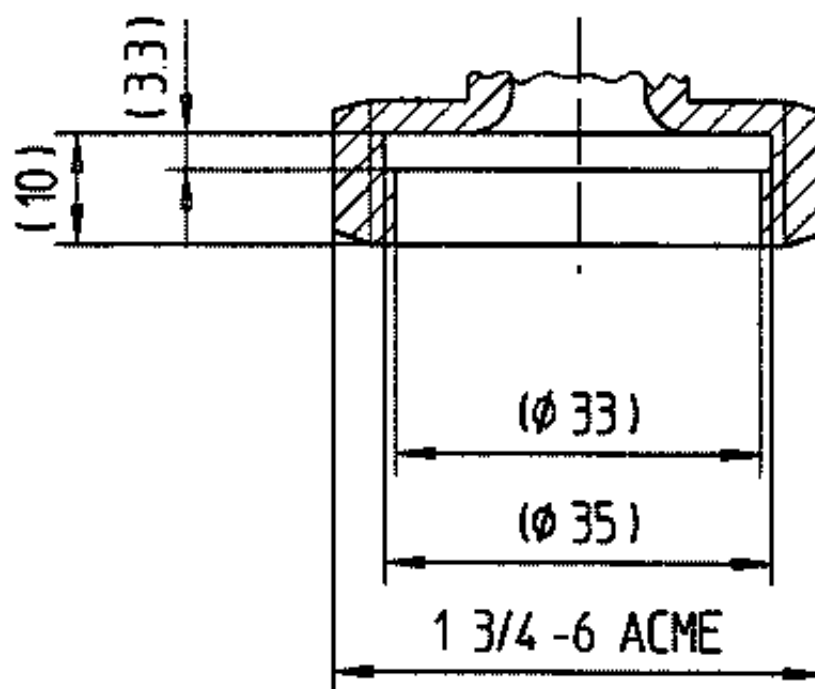
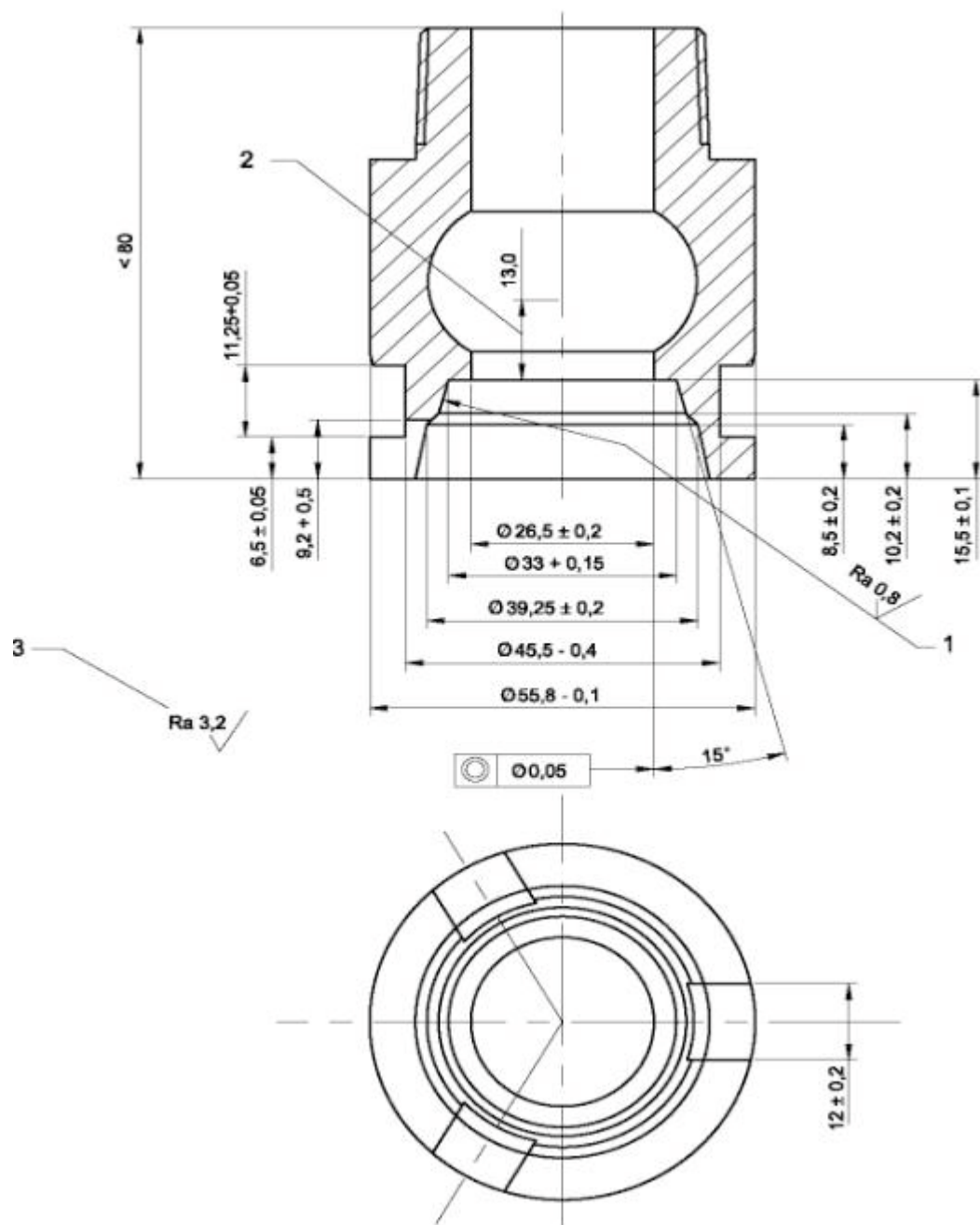


Figura 5

Zona de conexión de la unidad de llenado europea para vehículos pesados



Dimensiones en milímetros

Leyenda:

1. Superficie de estanquidad de la boquilla
2. Recorrido mínimo de la válvula
3. Tolerancia general

ANEXO 10

DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DE RECIPIENTES GLP

Significado de los símbolos y términos utilizados en este anexo:

- P_h = presión hidráulica de ensayo, en kPa;
 P_r = presión de rotura del recipiente medida en el ensayo de rotura, en kPa;
 R_e = límite de elasticidad garantizado por la calidad de material utilizada, en N/mm²;
 R_m = resistencia mínima a la tracción garantizada por la calidad de material utilizada, en N/mm²;
 R_{mt} = resistencia efectiva a la tracción, en N/mm²;
 a = espesor mínimo calculado de la pared del cuerpo cilíndrico, en mm;
 b = espesor mínimo calculado de los extremos abombados, en mm;
 D = diámetro exterior nominal del recipiente, en mm;
 R = radio interior del extremo abombado del recipiente cilíndrico estándar, en mm;
 r = rótula interior del extremo abombado del recipiente cilíndrico estándar, en mm;
 H = altura exterior de la parte abombada del extremo del recipiente, en mm;
 h = altura de la parte cilíndrica del extremo abombado, en mm;
 L = longitud del cuerpo resistente a la fatiga del recipiente, en mm;
 A = valor de alargamiento (porcentaje) del material precursor;
 V_0 = volumen inicial del recipiente en el momento de aumentar la presión en el ensayo de rotura, en dm³;
 V = volumen final del recipiente a la rotura, en dm³;
 g = gravedad, en m/s²;
 c = factor de forma;
 Z = factor de atenuación de tensiones.

1. REQUISITOS TÉCNICOS

1.1. **El presente anexo se aplica a las botellas siguientes:**

LPG-1 Recipientes metálicos

LPG-4 Recipientes totalmente de material compuesto

1.2. **Dimensiones**

Se aplicarán las tolerancias generales de la norma EN 22768-1 a todas las dimensiones que no indiquen tolerancias.

1.3. **Materiales**

1.3.1. El material utilizado para la fabricación de los cuerpos resistentes a la fatiga de los recipientes deberá ser acero conforme a lo especificado en la norma europea EN 10120 (sin embargo, podrán utilizarse otros materiales a condición de que el recipiente tenga las mismas características de seguridad, a certificar por las autoridades que otorguen la homologación de tipo).

1.3.2. El término «material precursor» se refiere al material en el estado previo a la realización de cualquier transformación específica con respecto al proceso de fabricación.

1.3.3. Todos los componentes del cuerpo del recipiente y todas las piezas soldadas al mismo deberán ser de materiales compatibles.

1.3.4. Los materiales de aportación deberán ser compatibles con el material precursor a fin de formar soldaduras con propiedades equivalentes a las especificadas para el material precursor (EN 288-39).

- 1.3.5. El fabricante del recipiente deberá obtener y presentar:
- a) para los recipientes metálicos: certificados de análisis químico de la fundición;
 - b) para los recipientes totalmente de material compuesto: certificados de análisis de resistencia química referentes a ensayos realizados conforme a los requisitos del apéndice 6;
 - c) las propiedades mecánicas del material con respecto a los aceros u otros materiales utilizados para la construcción de las piezas sujetas a presión.
- 1.3.6. La autoridad inspectora deberá tener la oportunidad de realizar análisis independientes. Estos análisis deberán realizarse con muestras tomadas de los materiales suministrados al fabricante del recipiente o con los recipientes acabados.
- 1.3.7. El fabricante deberá facilitar a la autoridad inspectora los resultados de los ensayos mecánicos y metalúrgicos y de los análisis de los materiales precursores y de aporte de las soldaduras y deberá facilitarle además una descripción de los métodos y procesos de soldadura que puedan considerarse representativos de las soldaduras realizadas durante la producción.
- 1.4. **Temperaturas y presiones de diseño**
- 1.4.1. Temperatura de diseño
- La temperatura de funcionamiento prevista en el diseño del recipiente será de – 20 a 65 °C. En el caso de temperaturas de funcionamiento extremas que se salgan de los valores citados, se aplicarán las condiciones de ensayo especiales que se acuerden con la autoridad competente.
- 1.4.2. Presión de diseño
- La presión de funcionamiento prevista en el diseño del recipiente será de 3 000 kPa.
- 1.5. **Los procedimientos de tratamiento térmico, sólo en recipientes metálicos, se ajustarán a los siguientes requisitos:**
- 1.5.1. El tratamiento térmico se aplicará a las piezas o al recipiente completo.
- 1.5.2. Las piezas del recipiente que se hayan deformado más de un 5 % deberán someterse al siguiente tratamiento térmico: normalización.
- 1.5.3. Los recipientes de espesor ≥ 5 mm deberán someterse al siguiente tratamiento térmico:
- 1.5.3.1. material laminado en caliente y normalizado: atenuación de tensiones o normalización;
 - 1.5.3.2. materiales de otro tipo: normalización.
- 1.5.4. El fabricante deberá presentar el procedimiento utilizado en el tratamiento térmico.
- 1.5.5. No se permite el tratamiento térmico localizado de un recipiente completo.
- 1.6. **Cálculo de las piezas bajo presión**
- 1.6.1. Cálculo de las piezas bajo presión para los recipientes metálicos
- 1.6.1.1. El espesor del cuerpo cilíndrico de los recipientes no deberá ser inferior al calculado con la fórmula:
 - 1.6.1.1.1. Recipientes sin soldaduras longitudinales:

$$a = \frac{P_h \cdot D}{2\,000 \frac{R_e}{4/3} + P_h} = \frac{P_h \cdot D}{1\,500 R_e + P_h}$$

1.6.1.1.2. Recipientes con soldaduras longitudinales:

$$a = \frac{P_h \cdot D}{2\,000 \frac{R_e}{4/3} \cdot z + P_h} = \frac{P_h \cdot D}{1\,500 R_e \cdot z + P_h}$$

- i) $z = 0,85$ cuando el fabricante radiografe cada intersección de soldaduras y 100 m de la soldadura longitudinal adyacente y 50 mm (25 mm a cada lado de la intersección) de la soldadura circunferencial adyacente.

Este ensayo deberá realizarse en cada máquina al principio y final de cada turno de trabajo de producción continua.

- ii) $z = 1$ cuando se realicen radiografías por puntos de cada intersección de soldaduras y 100 mm de la soldadura longitudinal adyacente y 50 mm (25 mm a cada lado de la intersección de la soldadura circunferencial adyacente).

Este ensayo deberá realizarse en el 10 % de la producción de recipientes: los recipientes a ensayar se elegirán aleatoriamente. Si estos ensayos radiográficos revelan defectos inaceptables, conforme a la definición del apartado 2.4.1.4., deberán darse todos los pasos necesarios para examinar la serie de producción en cuestión y eliminar los defectos.

1.6.1.2. Dimensiones y cálculos de extremos (véanse las figuras del apéndice 4 de este anexo).

1.6.1.2.1. Los extremos del recipiente serán de una pieza, se abombarán bajo presión con una forma toriesférica o elíptica (véanse los ejemplos del apéndice 5).

1.6.1.2.2. Los extremos del recipiente deberán cumplir las siguientes condiciones:

Extremos toriesféricos

límites simultáneos:

$$0,003 D \leq b \leq 0,08 D$$

$$r \geq 0,1 D$$

$$R \leq D$$

$$H \geq 0,18 D$$

$$r \geq 2 b$$

$$h \geq 4 b$$

$$h \leq 0,15 D \quad (\text{no aplicable a los recipientes que se indican en el apéndice 2 de este anexo, figura 2a})$$

Extremos elípticos

límites simultáneos:

$$0,003 D \leq b \leq 0,08 D$$

$$H \geq 0,18 D$$

$$h \geq 4 b$$

$$h \leq 0,15 D \quad (\text{no aplicable a los recipientes que se indican en el apéndice 2 de este anexo, figura 2a})$$

1.6.1.2.3. El espesor de estos extremos abombados no deberá ser inferior en total a la cifra calculada por medio de la fórmula siguiente:

$$b = \frac{P_h \cdot D}{1\,500 R_e} C$$

En el cuadro y en los gráficos del apéndice 5 de este anexo se indica el factor de forma C a utilizar para extremos completos.

El espesor del borde cilíndrico de los extremos no podrá ser inferior o diferir más de un 15 % con respecto al menor espesor del cuerpo.

1.6.1.3. El espesor nominal de la parte cilíndrica y del extremo abombado no podrá ser, en ningún caso, menor que:

$$\frac{D}{250} + 1 \text{ mm}$$

con un mínimo de 1,5 mm.

- 1.6.1.4. El cuerpo del recipiente podrá ser de una, dos o tres piezas. Si el cuerpo consta de dos o tres piezas, las soldaduras longitudinales deberán desplazarse/girarse con un mínimo de 10 veces el espesor del recipiente ($10 \cdot a$). Los extremos deben ser de una pieza y convexos.

- 1.6.2. Cálculo de las piezas bajo presión para los recipientes totalmente de material compuesto

Se calcularán los esfuerzos en el recipiente para cada tipo de recipiente. Las presiones utilizadas para estos cálculos serán la presión de diseño y la presión del ensayo de rotura. Los cálculos utilizarán técnicas de análisis adecuadas para determinar la distribución de esfuerzos en todo el recipiente.

- 1.7. **Construcción y mano de obra**

- 1.7.1. Requisitos generales

- 1.7.1.1. El fabricante demostrará, por medio de un sistema de control de calidad adecuado, que tiene y mantiene las instalaciones y los procesos de fabricación necesarios para garantizar que los recipientes fabricados cumplan los requisitos de este anexo.

- 1.7.1.2. El fabricante deberá asegurarse, mediante una supervisión adecuada, de que los materiales precursores y las piezas estampadas utilizadas para fabricar los recipientes estén exentas de defectos que puedan comprometer la seguridad de uso.

- 1.7.2. Partes sometidas a presión

- 1.7.2.1. El fabricante deberá describir los métodos y procesos de soldadura utilizados e indicar las inspecciones realizadas durante la producción.

- 1.7.2.2. Requisitos técnicos de soldadura

Las soldaduras a tope deberán ejecutarse por medio de un proceso automático de soldadura.

Las soldaduras a tope en el cuerpo resistente a la fatiga no podrán realizarse en zonas de cambio de perfil.

No podrán superponerse soldaduras en ángulo a las soldaduras a tope y deberán estar al menos a 10 mm de distancia de éstas.

Las soldaduras que unan piezas que conformen el cuerpo del recipiente deberán cumplir las siguientes condiciones (véanse las figuras que contiene el apéndice 1 de este anexo a modo de ejemplos):

Soldadura longitudinal: esta soldadura se ejecutará en forma de soldadura a tope en toda la sección transversal del material del cuerpo.

Soldadura circunferencial:

esta soldadura se ejecutará en forma de soldadura a tope en toda la sección transversal del material del cuerpo. Las soldaduras de ensamblaje se considerarán un tipo especial de soldadura a tope.

Las soldaduras del plato o aro de válvula con pasadores se realizarán conforme a la figura 3 del apéndice 1.

La soldadura que fije el collar o los soportes al recipiente será una soldadura a tope o en ángulo.

Los soportes de montaje soldados se soldarán en sentido circunferencial. Las soldaduras serán de resistencia suficiente para soportar vibraciones, acciones de frenado y fuerzas exteriores de al menos 30 g en todas las direcciones.

En este caso de las soldaduras a tope, la desalineación de las caras de unión no podrá ser superior a una quinta parte del espesor del cuerpo ($1/5 a$).

- 1.7.2.3. Inspección de las soldaduras

El fabricante deberá asegurarse de que las soldaduras presenten una penetración continua sin desviación de la costura de soldadura y de que no tengan defectos que puedan comprometer la seguridad de uso del recipiente.

En el caso de los recipientes de dos piezas, deberá realizarse un ensayo radiográfico en las soldaduras a tope circunferenciales de más de 100 mm, con la excepción de las soldaduras que se ajusten a la soldadura de ensamblaje de la página 1 del apéndice 1 de este anexo. En un recipiente elegido al principio y al final de cada turno de producción continua y, en el caso de que se interrumpa la producción durante más de 12 horas, también se radiografiará el primer recipiente soldado.

1.7.2.4. Ovalización

La ovalización del cuerpo cilíndrico del recipiente deberá limitarse de modo que la diferencia entre el diámetro exterior máximo y mínimo de la misma sección transversal no sea superior al 1 % de la media de dichos diámetros.

1.7.3. Accesorios

1.7.3.1. Los soportes deberán fabricarse y fijarse al cuerpo del recipiente de tal manera que no se produzcan concentraciones peligrosas de tensiones internas ni se favorezca la acumulación de agua.

1.7.3.2. La base del recipiente deberá ser suficientemente resistente y de un metal compatible con el tipo de acero utilizado para el recipiente. La forma de la base deberá dar al recipiente estabilidad suficiente.

El borde superior de la base deberá soldarse al recipiente de tal manera que no se favorezca la acumulación de agua ni se permita que ésta penetre entre la base y el recipiente.

1.7.3.3. Se fijará una marca de referencia a los recipientes para asegurar su correcta instalación.

1.7.3.4. Cuando se coloquen placas identificativas, éstas deberán fijarse al cuerpo resistente a la fatiga y no serán removibles. Deberán tomarse todas las medidas de prevención de la corrosión que sean necesarias.

1.7.3.5. El recipiente dispondrá de medios para montar una cubierta estanca o algún tipo de dispositivo protector sobre los accesorios del recipiente.

1.7.3.6. Sin embargo, podrá utilizarse cualquier otro material para la fabricación de los soportes, a condición de que se asegure su resistencia y se elimine todo riesgo de corrosión de los extremos del recipiente.

1.7.4. Protección contra incendios

1.7.4.1. Un recipiente representativo del tipo de recipiente, que lleve incorporados todos sus accesorios y materiales aislantes o protectores, se someterá al ensayo de resistencia al fuego especificado en el apartado 2.6. de este anexo.

2. ENSAYOS

Los cuadros 1 y 2 siguientes resumen los ensayos a los que deben someterse los recipientes de GLP, tanto en la fase de prototipos como durante la producción, según su naturaleza. Todos los ensayos se realizarán a una temperatura ambiente de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, salvo que se indique lo contrario.

Cuadro 1

Resumen de los ensayos a los que deben someterse los recipientes metálicos

Ensayo	Ensayos por lote de producción	Nº de recipientes que se ensayarán para la homologación de tipo	Descripción del ensayo
Ensayo de tracción	1 por lote	2 ⁽¹⁾	V. apdo. 2.1.2.2.
Ensayo de doblado	1 por lote	2 ⁽¹⁾	V. apdo. 2.1.2.3.
Ensayo de rotura		2	V. apdo. 2.2.
Ensayo hidráulico	Cada recipiente	100 %	V. apdo. 2.3.
Ensayo de resistencia al fuego		1	V. apdo. 2.6.
Examen radiográfico	1 por lote	100 %	V. apdo. 2.4.1.
Examen macroscópico	1 por lote	2 ⁽¹⁾	V. apdo. 2.4.2.
Inspección de las soldaduras	1 por lote	100 %	V. apdo. 1.7.2.3.
Inspección visual de las partes del recipiente	1 por lote	100 %	

⁽¹⁾ Estas muestras pueden tomarse de un recipiente.

Nota 1: se someterán a homologación de tipo 6 recipientes

Nota 2: En uno de dichos prototipos, se determinarán el volumen del recipiente y el espesor de la pared de cada parte del mismo.

Cuadro 2

Resumen de los ensayos a los que deben someterse los recipientes totalmente de material compuesto

Ensayo	Ensayos por lote de producción	Nº de recipientes que se ensayarán para la homologación de tipo	Descripción del ensayo
Ensayo de rotura	1 por lote	3	V. apdo. 2.2.
Ensayo hidráulico	Cada recipiente	Todos los recipientes	V. apdo. 2.3.
Ensayo de ciclos de presión a temperatura ambiente	1 por cada 5 lotes	3	V. apdo. 2.3.6.1.
Ensayo de ciclos de presión a alta temperatura		1	V. apdo. 2.3.6.2.
Ensayo de fugas externas		1	V. apdo. 2.3.6.3.
Ensayo de permeabilidad		1	V. apdo. 2.3.6.4.
Ensayo de ciclos GLP		1	V. apdo. 2.3.6.5.
Ensayo de fluencia (<i>creep</i>) a alta temperatura		1	V. apdo. 2.3.6.6.
Ensayo de resistencia al fuego		1	V. apdo. 2.6.
Ensayo de impacto		1	V. apdo. 2.7.
Ensayo de caída		1	V. apdo. 2.8.
Ensayo de torsión de los rebordes		1	V. apdo. 2.9.
Ensayo en medio ácido		1	V. apdo. 2.10.
Ensayo de radiación ultravioleta		1	V. apdo. 2.11.

2.1. Ensayos mecánicos

2.1.1. Requisitos generales

2.1.1.1. Frecuencia de los ensayos mecánicos

- 2.1.1.1.1. La frecuencia de los ensayos para recipientes metálicos será la siguiente: 1 recipiente de cada lote durante la producción y para el ensayo de tipo; véase el cuadro 1.

Las muestras que no sean planas se aplanarán mediante un procedimiento en frío.

En todas las muestras que contengan una soldadura, se mecanizará ésta para eliminar el exceso.

Los recipientes metálicos se someterán a los ensayos enumerados en el cuadro 1.

Las muestras de recipientes con sólo una soldadura circunferencial (dos secciones) se tomarán de los lugares indicados en el apéndice 2, figura 1.

Las muestras de recipientes con soldaduras longitudinales y circunferenciales (tres secciones) se tomarán de los lugares indicados en el apéndice 2, figura 2.

2.1.1.1.2. La frecuencia de los ensayos para los recipientes totalmente de material compuesto será la siguiente:

(a) Durante la producción: 1 recipiente de cada lote.

(b) Para el ensayo de tipo; véase el cuadro 2.

2.1.1.2. Todos los ensayos mecánicos para verificar las propiedades del metal precursor y de las soldaduras de los cuerpos resistentes a la fatiga de los recipientes se realizarán con muestras extraídas de recipientes acabados.

- 2.1.2. Tipos de ensayos y evaluación de sus resultados
- 2.1.2.1. Cada recipiente utilizado como muestra se someterá a los siguientes ensayos:
- 2.1.2.1.1. Recipientes con soldaduras longitudinales y circunferenciales (tres secciones). Se utilizarán probetas tomadas de los puntos indicados en la figura 1 del apéndice 2 de este anexo:
- a) un ensayo de tracción en el material precursor; la muestra se tomará en la dirección longitudinal (si esto no es posible, podrá tomarse en la dirección circunferencial);
 - b) un ensayo de tracción en el metal precursor del fondo;
 - c) un ensayo de tracción perpendicular a la soldadura longitudinal;
 - d) un ensayo de tracción perpendicular a la soldadura circunferencial;
 - e) un ensayo de doblado en la soldadura longitudinal, con la superficie interior en tensión;
 - f) un ensayo de doblado en la soldadura longitudinal, con la superficie exterior en tensión;
 - g) un ensayo de doblado en la soldadura circunferencial, con la superficie interior en tensión;
 - h) un ensayo de doblado en la soldadura circunferencial, con la superficie exterior en tensión; y
 - i) un ensayo macroscópico de una sección soldada.
- (ml, m2) Un mínimo de dos ensayos macroscópicos de las secciones del reborde/placa de válvula en el caso de las válvulas montadas en paredes laterales mencionadas en el apartado 2.4.2.
- 2.1.2.1.2. Recipientes con soldaduras circunferenciales exclusivamente (dos secciones). Se utilizarán probetas tomadas de los puntos indicados en las figuras 2a y 2b del apéndice 2 de este anexo:
- Los ensayos especificados en el apartado 2.1.2.1.1. con excepción de los puntos c), e) y f) que no son aplicables. La probeta para el ensayo de tracción en material precursor se tomará conforme a los puntos a) o b) del apartado 2.1.2.1.1.
- 2.1.2.1.3. Las probetas que no sean suficientemente planas deberán aplanarse por estampado en frío.
- 2.1.2.1.4. En todas las muestras que contengan una soldadura, se mecanizará ésta para eliminar el exceso.
- 2.1.2.2. Ensayo de tracción
- 2.1.2.2.1. Ensayo de tracción en el metal precursor
- 2.1.2.2.1.1. El ensayo de tracción se realizará conforme a las normas europeas EN 876, EN 895 y EN 10002-1.
- 2.1.2.2.1.2. Los valores determinados para el límite de elasticidad, la resistencia a la tracción y el alargamiento tras la rotura se ajustarán a las características del metal determinadas en el apartado 1.3 del presente anexo.
- 2.1.2.2.2. Ensayo de tracción en soldaduras
- 2.1.2.2.2.1. Este ensayo de tracción perpendicular a la soldadura deberá realizarse en una probeta que tenga una sección transversal reducida de 25 mm de ancho en un tramo situado hasta a 15 mm de los bordes de la soldadura, tal como se indica en la figura 2 del apéndice 3 de este anexo.
- Más allá de esta parte central, el ancho de la probeta deberá aumentar progresivamente.
- 2.1.2.2.2.2. El valor de resistencia a la tracción obtenido deberá respetar los mínimos requeridos por la norma EN 10120.
- 2.1.2.3. Ensayo de doblado
- 2.1.2.3.1. El ensayo de doblado se realizará conforme a las normas ISO 7438:2000 e ISO 7799:2000 y la norma europea EN 910 para las piezas soldadas. Los ensayos de doblado se realizarán en las superficies interior y exterior en tensión.

2.1.2.3.2. No deberán aparecer grietas en la probeta cuando se doble alrededor de un mandril en tanto que los bordes interiores queden separados por una distancia no superior al diámetro del mandril + 3a (véase la figura 1 del apéndice 3 de este anexo).

2.1.2.3.3. La relación (n) entre el diámetro del mandril y el espesor de la muestra no deberá sobrepasar los valores indicados en el cuadro siguiente:

Resistencia efectiva a la tracción R_t en(N/mm ²)	Valor (n)
Hasta 440 inclusive	2
Por encima de 440 hasta 520 inclusive	3
Por encima de 520	4

2.1.2.4. Repetición de los ensayos de tracción y doblado

2.1.2.4.1. Está permitido repetir los ensayos de tracción y doblado. El segundo ensayo se realizará con dos muestras tomadas del mismo recipiente.

Si los resultados de estos ensayos son satisfactorios, se ignorará el primero.

En el caso de que uno o ambos ensayos incumplan los requisitos, se rechazará el lote.

2.2. Ensayo de rotura bajo presión hidráulica

2.2.1. Condiciones del ensayo

Los recipientes sometidos a este ensayo deberán llevar las inscripciones que se proponga fijar a la sección del recipiente sometida a presión.

2.2.1.1. El ensayo de rotura bajo presión hidráulica deberá realizarse con equipos que permitan aumentar la presión de manera uniforme hasta que se rompa el recipiente y registrar el cambio de presión en el tiempo. El caudal máximo durante el ensayo no deberá exceder del 3 % de la capacidad del recipiente por minuto.

2.2.2. Interpretación del ensayo

2.2.2.1. Los criterios adoptados para la interpretación del ensayo de rotura son los siguientes:

2.2.2.1.1. Expansión volumétrica del recipiente metálico; equivale a: volumen de agua utilizado entre el momento en el que comienza a aumentar la presión y el momento de la rotura;

2.2.2.1.2. Examen de desgarro y forma de sus bordes;

2.2.2.1.3. Presión de rotura.

2.2.3. Condiciones de aceptación del ensayo

2.2.3.1. La presión de rotura medida (P_r) no deberá ser en ningún caso inferior a $2,25 \times 3\,000 = 6\,750$ kPa.

2.2.3.2. El cambio específico en el volumen del recipiente metálico en el momento de la rotura no deberá ser menor que:

el 20 % si la longitud del recipiente metálico es mayor que su diámetro;

el 17 % si la longitud del recipiente metálico es igual o menor que su diámetro;

el 8 % si se trata de uno de los recipientes metálicos especiales indicados en el apéndice 5, página 1, figuras A, B y C.

2.2.3.3. El ensayo de rotura no deberá provocar la fragmentación del recipiente.

2.2.3.3.1. La fractura principal no deberá mostrar fragilidad alguna, es decir, los bordes de la fractura no deberán ser radiales sino en ángulo con respecto a un plano diametral y presentar una reducción de área por todo su espesor.

- 2.2.3.3.2. En el caso de los recipientes metálicos, la fractura no deberá revelar un defecto inherente del metal. La soldadura deberá ser al menos tan resistente como el metal original, preferiblemente más.

En el caso de los recipientes totalmente de material compuesto, la fractura no deberá revelar defectos de la estructura.

- 2.2.3.4. Repetición del ensayo de rotura

Está permitido repetir el ensayo de rotura. El segundo ensayo de rotura se realizará en dos recipientes que se hayan fabricado sucesivamente después del primer recipiente dentro del mismo lote.

Si los resultados de estos ensayos son satisfactorios, se ignorará el primero.

En el caso de que uno o ambos ensayos incumplan los requisitos, se rechazará el lote.

2.3. Ensayo hidráulico

- 2.3.1. Los recipientes representativos del tipo de recipiente presentado a la homologación (sin accesorios pero con las salidas cerradas) soportarán una presión hidráulica interna de 3 000 kPa sin sufrir fugas ni distorsión permanente, conforme a los siguientes requisitos:

- 2.3.2. La presión de agua en el recipiente deberá aumentar de manera uniforme hasta que se alcance la presión de ensayo de 3 000 kPa.

- 2.3.3. El recipiente deberá permanecer bajo la presión de ensayo el tiempo suficiente para que sea posible establecer que la presión no disminuye y que puede garantizarse que el recipiente es estanco.

- 2.3.4. Después del ensayo, el recipiente no deberá presentar señales de deformación permanente.

- 2.3.5. Deberán rechazarse todos los recipientes que no superen el ensayo.

- 2.3.6. Ensayos hidráulicos adicionales a los que deben someterse los recipientes totalmente de material compuesto

- 2.3.6.1. Ensayo de ciclos de presión a temperatura ambiente

- 2.3.6.1.1. Procedimiento de ensayo

El recipiente acabado se someterá a un máximo de 20 000 ciclos de presión, según el procedimiento siguiente:

- a) Se llenará el recipiente que se someterá a ensayo con un fluido no corrosivo como aceite, agua inhibida o glicol.
- b) Se aplicarán ciclos de presión en el recipiente entre un máximo de 300 kPa y un mínimo de 3 000 kPa a una frecuencia no superior a 10 ciclos por minuto.

Este ciclo se realizará al menos 10 000 veces y se continuará hasta las 20 000 veces, a menos que se produzca una fuga antes de la rotura.

- c) Se indicará el número de ciclos hasta el fallo, así como la ubicación y la descripción de la iniciación del fallo.

- 2.3.6.1.2. Interpretación del ensayo

El recipiente no fallará ni presentará fugas antes de alcanzar los 10 000 ciclos.

Una vez completados éstos, el recipiente podrá presentar fugas antes de la rotura.

- 2.3.6.1.3. Repetición del ensayo

Está permitido repetir el ensayo de ciclos de presión a temperatura ambiente.

Se realizará un segundo ensayo en dos recipientes que se hayan fabricado sucesivamente después del primer recipiente dentro del mismo lote.

Si los resultados de estos ensayos son satisfactorios, se ignorará el primero.

En el caso de que uno o ambos ensayos incumplan los requisitos, se rechazará el lote.

- 2.3.6.2. Ensayo de ciclos de presión a alta temperatura

2.3.6.2.1. Procedimiento de ensayo

Se someterán recipientes acabados a ciclos de presión sin que aparezcan indicios de fugas, rotura o desprendimiento de la fibra, de la manera siguiente:

- a) Se llenará el recipiente que se someterá a ensayo con un fluido no corrosivo como aceite, agua inhibida o glicol.
- b) Se acondicionará durante 48 horas a 0 kPa, 65 °C, y a una humedad relativa mínima del 95 %.
- c) Se aplicará presión hidrostática durante 3 600 ciclos sin superar los 10 ciclos por minuto, entre un máximo de 300 kPa y un mínimo de 3 000 kPa a 65 °C y una humedad relativa del 95 %.

Después de los ciclos de presión a alta temperatura, los recipientes se someterán al ensayo de fugas externas y, a continuación, a la presión hidrostática hasta la rotura de acuerdo con el procedimiento del ensayo de rotura.

2.3.6.2.2. Interpretación del ensayo

El recipiente responderá a las exigencias del ensayo de fugas externas definido en el apartado 2.3.6.3.

El recipiente alcanzará una presión de rotura mínima del 85 % de la presión de rotura.

2.3.6.2.3. Repetición del ensayo

Está permitido repetir el ensayo de ciclos de presión a alta temperatura.

Se realizará un segundo ensayo en dos recipientes que se hayan fabricado sucesivamente después del primer recipiente dentro del mismo lote.

Si los resultados de estos ensayos son satisfactorios, se ignorará el primero.

En el caso de que uno o ambos ensayos incumplan los requisitos, se rechazará el lote.

2.3.6.3. Ensayo de fugas externas

2.3.6.3.1. Procedimiento de ensayo

Mientras se aplica una presión de 3 000 kPa, el recipiente se sumergirá en agua jabonosa para detectar fugas (ensayo de burbujas).

2.3.6.3.2. Interpretación del ensayo

El recipiente no mostrará ninguna fuga.

2.3.6.3.3. Repetición del ensayo

Está permitido repetir el ensayo de fugas externas.

Se realizará un segundo ensayo en dos recipientes que se hayan fabricado sucesivamente después del primer recipiente dentro del mismo lote.

Si los resultados de estos ensayos son satisfactorios, se ignorará el primero. En el caso de que uno o ambos ensayos incumplan los requisitos, se rechazará el lote.

2.3.6.4. Ensayo de permeabilidad

2.3.6.4.1. Procedimiento de ensayo

Todos los ensayos se realizarán a 40 °C en un recipiente con propano de calidad comercial al 80 % de su capacidad de agua.

El ensayo se realizará durante al menos 8 semanas hasta que se observe la estabilidad de la permeabilidad durante un mínimo de 500 horas.

A continuación se medirá el porcentaje de peso perdido por el recipiente.

Se registrará el gráfico de la variación de masa en función del número de días.

2.3.6.4.2. Interpretación del ensayo

El índice de masa perdida será inferior a 0,15 g/día.

2.3.6.4.3. Repetición del ensayo

Está permitido repetir el ensayo de permeabilidad.

Se realizará un segundo ensayo en dos recipientes que se hayan fabricado sucesivamente después del primer recipiente dentro del mismo lote.

Si los resultados de estos ensayos son satisfactorios, se ignorará el primero. En el caso de que uno o ambos ensayos incumplan los requisitos, se rechazará el lote.

2.3.6.5. Ensayo de ciclos GLP

2.3.6.5.1. Procedimiento de ensayo

Los recipientes que hayan superado el ensayo de permeabilidad se someterán a un ensayo de ciclos de presión a temperatura ambiente conforme a los requisitos del apartado 2.3.6.1 del presente anexo.

Se seccionará el recipiente y se inspeccionará la zona de transición entre la camisa y el reborde del extremo.

2.3.6.5.2. Interpretación del ensayo

El recipiente responderá a las exigencias del ensayo de ciclos de presión a temperatura ambiente.

La inspección de la zona de transición entre la camisa y el reborde del extremo no revelará ningún signo de deterioro, como agrietamiento por fatiga o descarga electrostática.

2.3.6.5.3. Repetición del ensayo

Está permitido repetir el ensayo de ciclos GLP.

Se realizará un segundo ensayo en dos recipientes que se hayan fabricado sucesivamente después del primer recipiente dentro del mismo lote.

Si los resultados de estos ensayos son satisfactorios, se ignorará el primero.

En el caso de que uno o ambos ensayos incumplan los requisitos, se rechazará el lote.

2.3.6.6. Ensayo de fluencia (*creep*) a alta temperatura

2.3.6.6.1. Generalidades

Este ensayo sólo se realizará en recipientes totalmente de material compuesto con una matriz de resina cuya temperatura de transición vítrea (T_g) sea inferior a la temperatura de diseño + 50 °C.

2.3.6.6.2. Procedimiento de ensayo

Se someterá un recipiente acabado a ensayo como se indica a continuación:

- a) Se someterá el recipiente a una presión de 3 000 kPa y se mantendrá a una temperatura definida con arreglo al cuadro según la duración del período de ensayo:

Cuadro 3

Temperatura de ensayo según la duración del ensayo de fluencia a alta temperatura

T (°C)	Tiempo de exposición (h)
100	200
95	350
90	600
85	1 000
80	1 800
75	3 200
70	5 900
65	11 000
60	21 000

b) El recipiente se someterá a un ensayo de fugas externas.

2.3.6.6.3. Interpretación del ensayo

El incremento máximo de volumen permitido es del 5 %. El recipiente cumplirá los requisitos del ensayo de fugas externas definido en el apartado 2.4.3 del presente anexo y del ensayo de rotura previsto en el apartado 2.2 del presente anexo.

2.3.6.6.4. Repetición del ensayo

Está permitido repetir el ensayo de fluencia a alta temperatura.

Se realizará un segundo ensayo en dos recipientes que se hayan fabricado sucesivamente después del primer recipiente dentro del mismo lote.

Si los resultados de estos ensayos son satisfactorios, se ignorará el primero.

En el caso de que uno o ambos ensayos incumplan los requisitos, se rechazará el lote.

2.4. Examen no destructivo

2.4.1. Examen radiográfico

2.4.1.1. Las soldaduras deberán radiografiarse en cumplimiento de la especificación ISO R 1106, utilizando la clasificación B.

2.4.1.2. Si se utiliza un indicador de hilo metálico, la parte de hilo visible de menor diámetro no podrá sobrepasar el valor de 0,10 mm.

Si se utiliza un indicador escalonado y perforado, el diámetro del menor orificio visible no podrá sobrepasar el valor de 0,25 mm.

2.4.1.3. La evaluación de las radiografías de soldadura deberá basarse en las películas originales en cumplimiento de la práctica recomendada en la norma ISO 2504, apartado 6.

2.4.1.4. Los defectos siguientes no son aceptables:

Grietas, soldaduras inadecuadas o penetración inadecuada de la soldadura.

2.4.1.4.1. En el caso de recipientes de espesor ≥ 4 mm, las inclusiones relacionadas a continuación se consideran aceptables:

Toda inclusión de gas que mida un máximo de $a/4$ mm.

Toda inclusión de gas que mida más de $a/4$ mm pero un máximo de $a/3$ mm, que esté a más de 25 mm de otra inclusión de gas que mida más de $a/4$ mm y un máximo de $a/3$ mm.

Toda inclusión alargada o todo grupo de inclusiones redondeadas en una fila en la que la longitud representada (sobre un tramo de soldadura de 12a) no sea superior a 6 mm.

Inclusiones de gas sobre cualquier tramo de soldadura de 100 mm, donde el área total de todas las figuras no sea superior a $2a$ mm².

- 2.4.1.4.2. En el caso de recipientes de espesor < 4 mm, las inclusiones relacionadas a continuación se consideran aceptables:

Toda inclusión de gas que mida un máximo de $a/2$ mm.

Toda inclusión de gas que mida más de $a/2$ mm pero un máximo de $a/1,5$ mm, que esté a más de 25 mm de otra inclusión de gas que mida más de $a/2$ mm y un máximo de $a/1,5$ mm.

Toda inclusión alargada o todo grupo de inclusiones redondeadas en una fila en la que la longitud representada (sobre un tramo de soldadura de 12a) no sea superior a 6 mm.

Inclusiones de gas sobre cualquier tramo de soldadura de 100 mm, donde el área total de todas las figuras no sea superior a $2a$ mm².

- 2.4.2. Examen macroscópico

El examen macroscópico de una sección transversal completa de la soldadura deberá mostrar una fusión completa en la superficie tratada con cualquier ácido de la macropreparación y no deberá presentar ningún defecto de montaje o una inclusión notable u otros defectos.

En caso de duda, deberá realizarse un examen macroscópico de la zona sospechosa.

2.5. Examen del exterior de la soldadura para recipientes metálicos

- 2.5.1. Este examen se realizará una vez terminada la soldadura.

La superficie soldada examinada deberá estar bien iluminada y deberá estar exenta de grasa, polvo, cascarilla residual o revestimientos protectores de todo tipo.

- 2.5.2. La fusión del metal soldado con el metal precursor deberá ser perfecta y sin decapado. No deberá haber grietas, entallas ni partes porosas en la superficie soldada ni en la superficie contigua a la pared. La superficie soldada deberá ser regular y uniforme. Si se utiliza una soldadura a tope, el exceso de espesor no deberá sobrepasar una cuarta parte del ancho de la soldadura.

2.6. Ensayo de resistencia al fuego

- 2.6.1. Generalidades

El ensayo de resistencia al fuego está concebido para demostrar que un recipiente completo con el sistema de protección contra incendios especificado en el diseño evitará que se rompa el recipiente ensayado en las condiciones de incendio especificadas. El fabricante describirá el comportamiento de la totalidad del sistema de protección contra incendios, incluida la reducción a presión atmosférica diseñada. Se considerará que cumple los requisitos del presente ensayo cualquier recipiente que tenga las siguientes características en común con el recipiente básico:

- a) el mismo poseedor de la homologación de tipo
- b) la misma forma (cilíndrica, especial)
- c) el mismo material
- d) el mismo espesor de pared o mayor
- e) el mismo diámetro o inferior (recipiente cilíndrico)
- f) la misma altura o inferior (forma del recipiente especial)
- g) la misma superficie externa o inferior
- h) la misma configuración de los accesorios incorporados al recipiente ⁽¹⁾.

- 2.6.2. Preparación del recipiente

- a) El recipiente se colocará en la posición prevista por el fabricante con el fondo aprox. 100 mm por encima del quemador.
- b) Se utilizará una pantalla para evitar la incidencia directa de la llama sobre el fusible (dispositivo limitador de presión, PRD). La pantalla no estará en contacto directo con el fusible (PRD).

⁽¹⁾ Se admite añadir, modificar y ampliar los accesorios fijados al recipiente sin volver a realizar el ensayo, si ello se notifica al departamento administrativo que homologó el recipiente y si se considera improbable que tenga efectos negativos apreciables. El departamento administrativo puede exigir un nuevo informe de ensayo al servicio técnico responsable. En el apéndice 1 del anexo 2B se indicará el recipiente y sus configuraciones de accesorios.

- c) Todo fallo que se produzca durante el ensayo de una válvula, unión o tubería que no sea parte del sistema de protección previsto por el diseño invalidará el resultado.
- d) Recipientes con una longitud inferior a 1,65 m: El centro del recipiente se situará sobre el centro del quemador.

Recipientes con una longitud igual o superior a 1,65 m: Si el recipiente cuenta con un dispositivo limitador de presión en un lado, se empezará aplicando el quemador al lado opuesto del recipiente. Si el recipiente cuenta con dispositivos limitadores de presión a ambos lados, o en más de un lugar en su largo, el centro del quemador equidistará de los dispositivos limitadores de presión que estén separados por la mayor distancia horizontal.

2.6.3. Quemador

Un quemador de llama uniforme de 1,65 m de longitud hará incidir una llama directamente sobre la superficie del recipiente en todo su diámetro.

Podrá utilizarse cualquier combustible para el quemador a condición de que suministre calor uniforme suficiente para mantener las temperaturas de ensayo especificadas hasta que se purgue el recipiente. La disposición de la llama se registrará con detalle suficiente para asegurar que se pueda reproducir la velocidad de calentamiento. Todo fallo o irregularidad del quemador durante un ensayo invalidará el resultado.

2.6.4. Mediciones de temperatura y presión

Durante el ensayo de resistencia al fuego se medirán los elementos siguientes:

- a) La temperatura del fuego justo bajo el recipiente, a lo largo del fondo del mismo, en dos puntos como mínimo, separados por un máximo de 0,75 m.
- b) La temperatura de la pared del fondo del recipiente.
- c) La temperatura de la pared a 25 mm del dispositivo limitador de presión.
- d) La temperatura de la pared de la parte superior del recipiente, en el centro del quemador.
- e) La presión en el interior del recipiente.

Se utilizará la pantalla metálica para evitar la incidencia directa de la llama sobre los termopares. Alternativamente, los termopares podrán introducirse en bloques metálicos de menos de 25 mm². Durante el ensayo, se registrarán las temperaturas de los termopares y la presión del recipiente a intervalos de 2 segundos o menos.

2.6.5. Requisitos generales de ensayo

- a) El recipiente se llenará de GLP (combustible de calidad comercial) al 80 % de volumen y se someterá al ensayo en la posición horizontal y a la presión de trabajo.
- b) Inmediatamente después de la ignición, la llama incidirá directamente en la superficie del recipiente, a lo largo de 1,65 m del quemador a través del recipiente.
- c) Dentro de los 5 minutos siguientes a la ignición, al menos un termopar indicará la temperatura de llama justo bajo el recipiente de al menos 590 °C. Esta temperatura se mantendrá durante el tiempo restante del ensayo, en concreto hasta que no haya sobrepresión en el recipiente.
- d) La dureza de las condiciones de ensayo no se mitigará mediante las condiciones ambientales (p. ej., lluvia, viento moderado o fuerte, etc.).

2.6.6. Resultados de los ensayos

- a) La rotura del recipiente invalidará el resultado del ensayo.
- b) Una presión superior a 3 700 kPa, es decir, el 136 % de la presión de regulación de la válvula limitadora de presión (2 700 kPa), durante el ensayo invalidará el resultado del mismo.

Una presión situada entre 3 000 y 3 700 kPa sólo invalidará el resultado del ensayo en caso de deformación plástica visible.

- c) En caso de que el comportamiento del sistema de protección no responda a la especificación del fabricante y provoque la atenuación de las condiciones de ensayo, se invalidará el resultado del ensayo.
- d) En el caso de un recipiente de material compuesto, se acepta la fuga de GLP a través de la superficie en caso de que la fuga sea limitada. La fuga de GLP gaseoso en los 2 minutos siguientes al inicio del ensayo o la fuga de más de 30 litros por minuto invalidarán el resultado del ensayo.
- e) Los resultados se indicarán en un resumen del ensayo, que incluirá como mínimo los siguientes datos para cada recipiente:
 - Descripción de la configuración del recipiente.
 - Fotografía de la preparación del recipiente y del PRD.
 - Método aplicado, incluido el intervalo de tiempo entre las mediciones.
 - Tiempo transcurrido desde la ignición del fuego hasta el inicio de la purga de GLP y la presión efectiva.
 - Tiempo para alcanzar la presión atmosférica.
 - Gráficos de presión y temperatura.

2.7. Ensayo de impacto

2.7.1. Generalidades

A elección del fabricante, la totalidad de los ensayos de impacto podrá realizarse en un único recipiente o cada ensayo podrá efectuarse en un recipiente distinto.

2.7.2. Procedimiento de ensayo

Para el presente ensayo, el líquido será una mezcla de agua y glicol u otro líquido con un punto de congelación bajo que no cambie las propiedades del material del recipiente.

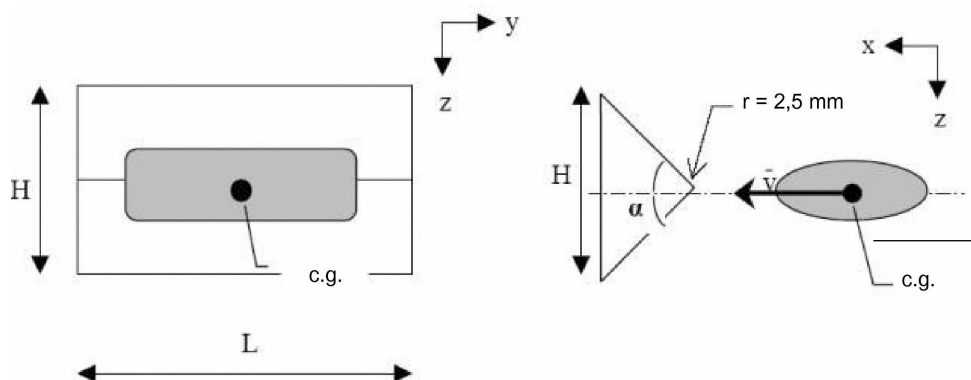
Un recipiente lleno del líquido de ensayo hasta un peso igual al de un recipiente lleno al 80 % de GLP con una masa de referencia de 0,568 kg/l se arroja, paralelamente al eje longitudinal (eje x de la figura 1) del vehículo en el que está prevista su instalación, a una velocidad V de 50 km, contra una cuña de material sólido, fijada horizontalmente, perpendicular al movimiento del recipiente.

La cuña estará instalada de modo que el centro de gravedad (c.g.) del recipiente golpee el centro de la misma.

La cuña contará con un ángulo α de 90 grados y el punto de impacto estará redondeado con un radio máximo de 2,5 mm. La longitud L de la cuña será, como mínimo, igual a la anchura del recipiente con respecto a su movimiento durante el ensayo. La altura H de la cuña será de, al menos, 600 milímetros.

Figura 1

Descripción del procedimiento de ensayo de impacto:



Nota: c.g. = centro de gravedad

En caso de que un recipiente pueda instalarse en más de una posición en el vehículo, se ensayará cada posición.

Tras este ensayo, el recipiente se someterá al ensayo de fugas externas descrito en el apartado 2.3.6.3 del presente anexo.

2.7.3. Interpretación del ensayo

El recipiente responderá a las exigencias del ensayo de fugas externas definido en el apartado 2.3.6.3 del presente anexo.

2.7.4. Repetición del ensayo

Está permitido repetir el ensayo de impacto.

Se realizará un segundo ensayo en dos recipientes que se hayan fabricado sucesivamente después del primer recipiente dentro del mismo lote.

Si los resultados de estos ensayos son satisfactorios, se ignorará el primero.

En el caso de que uno o ambos ensayos incumplan los requisitos, se rechazará el lote.

2.8. **Ensayo de caída**

2.8.1. Procedimiento de ensayo

Un recipiente acabado será sometido al ensayo de caída a temperatura ambiente sin presurización interna ni válvulas. La superficie sobre la que caerán los recipientes será una zona o un suelo de hormigón liso y horizontal.

La altura de caída (Hd) será de 2 m (medida hasta el punto más bajo del recipiente).

Se hará caer el mismo recipiente vacío:

- en posición horizontal,
- verticalmente sobre cada extremo,
- con un ángulo de 45°.

A continuación del ensayo de caída, los recipientes se someterán a un ensayo de ciclos de presión a temperatura ambiente conforme a los requisitos del apartado 2.3.6.1 del presente anexo.

2.8.2. Interpretación del ensayo

Los recipientes reunirán los requisitos del ensayo de ciclos de presión a temperatura ambiente con arreglo al apartado 2.3.6.1 del presente anexo.

2.8.3. Repetición del ensayo

Está permitido repetir el ensayo de caída.

Se realizará un segundo ensayo en dos recipientes que se hayan fabricado sucesivamente después del primer recipiente dentro del mismo lote.

Si los resultados de estos ensayos son satisfactorios, se ignorará el primero.

En el caso de que uno o ambos ensayos incumplan los requisitos, se rechazará el lote.

2.9. Ensayo de torsión de los rebordes**2.9.1. Procedimiento de ensayo**

El cuerpo del recipiente se sujetará para que no pueda girar y se aplicará a cada uno de los rebordes extremos del recipiente un par igual a dos veces el especificado por el fabricante para la instalación de la válvula o del PRD, primero en el sentido de apriete de una conexión roscada, luego en sentido contrario y finalmente otra vez en el sentido de apriete.

A continuación, el recipiente se someterá al ensayo de fugas externas con arreglo a los requisitos establecidos en el apartado 2.3.6.3 del presente anexo.

2.9.2. Interpretación del ensayo

El recipiente responderá a las exigencias del ensayo de fugas externas que figuran en el apartado 2.3.6.3 del presente anexo.

2.9.3. Repetición del ensayo

Está permitido repetir el ensayo de torsión de los rebordes.

Se realizará un segundo ensayo en dos recipientes que se hayan fabricado sucesivamente después del primer recipiente dentro del mismo lote.

Si los resultados de estos ensayos son satisfactorios, se ignorará el primero.

En el caso de que uno o ambos ensayos incumplan los requisitos, se rechazará el lote.

2.10. Ensayo en medio ácido**2.10.1. Procedimiento de ensayo**

Un recipiente acabado será expuesto durante 100 horas a una solución de ácido sulfúrico al 30 % (ácido de baterías con una gravedad específica de 1,219) mientras es sometido a una presión de 3 000 kPa. Durante el ensayo, la solución de ácido sulfúrico cubrirá un mínimo del 20 % de la superficie total del recipiente.

A continuación, el recipiente se someterá a un ensayo de rotura según el apartado 2.2 del presente anexo.

2.10.2. Interpretación del ensayo

La presión de rotura medida será como mínimo el 85 % de la presión de rotura del recipiente.

2.10.3. Repetición del ensayo

Está permitido repetir el ensayo en medio ácido.

Se realizará un segundo ensayo en dos recipientes que se hayan fabricado sucesivamente después del primer recipiente dentro del mismo lote.

Si los resultados de estos ensayos son satisfactorios, se ignorará el primero.

En el caso de que uno o ambos ensayos incumplan los requisitos, se rechazará el lote.

2.11. Ensayo de radiación ultravioleta (UV)**2.11.1. Procedimiento de ensayo**

Cuando un recipiente está expuesto directamente a la luz solar (también a través de cristales), la radiación UV puede degradar los materiales poliméricos. Por lo tanto, el fabricante debe demostrar la capacidad del material de la capa exterior de soportar la radiación UV durante su vida útil de 20 años.

a) Si la capa exterior cuenta con una función mecánica (trasporte de carga), el recipiente se someterá a ensayo de rotura conforme a los requisitos del apartado 2.2 del presente anexo, después de haber sido expuesto a una radiación UV representativa.

b) Si la capa exterior ejerce una función de protección, el fabricante demostrará que el revestimiento permanece íntegro durante 20 años, a fin de proteger las capas estructurales subyacentes de una radiación UV representativa.

2.11.2. Interpretación del ensayo

Cuando la capa exterior tenga una función mecánica, el recipiente cumplirá los requisitos del ensayo de rotura del apartado 2.2 del presente anexo.

2.11.3. Repetición del ensayo

Está permitido repetir el ensayo de radiación ultravioleta.

Se realizará un segundo ensayo en dos recipientes que se hayan fabricado sucesivamente después del primer recipiente dentro del mismo lote.

Si los resultados de estos ensayos son satisfactorios, se ignorará el primero.

En el caso de que uno o ambos ensayos incumplan los requisitos, se rechazará el lote.

Apendice 1

Figura 1

Tipos de las principales soldaduras longitudinales a tope

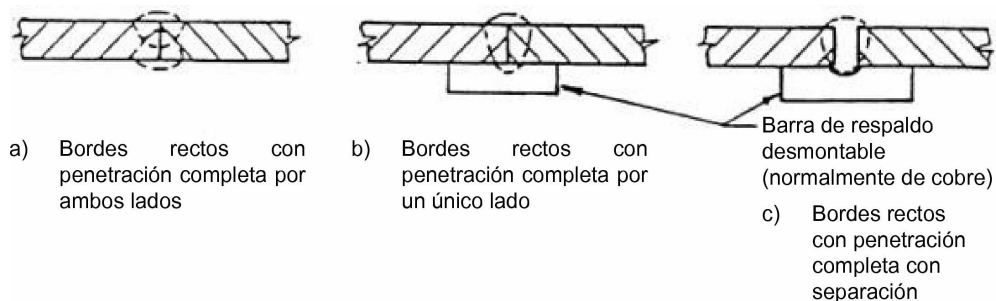
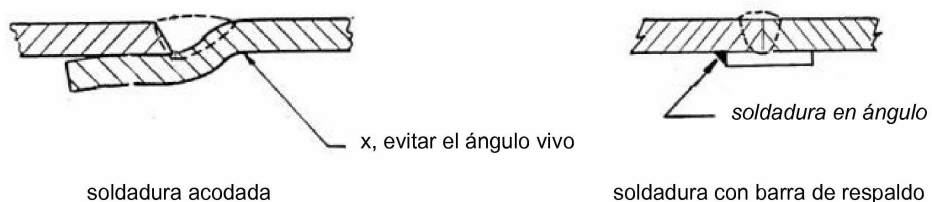


Figura 2

Soldadura circunferencial a tope



Nota: la soldadura en ángulo puede realizarse por puntos

Figura 3

Ejemplos de placas soldadas con pasadores

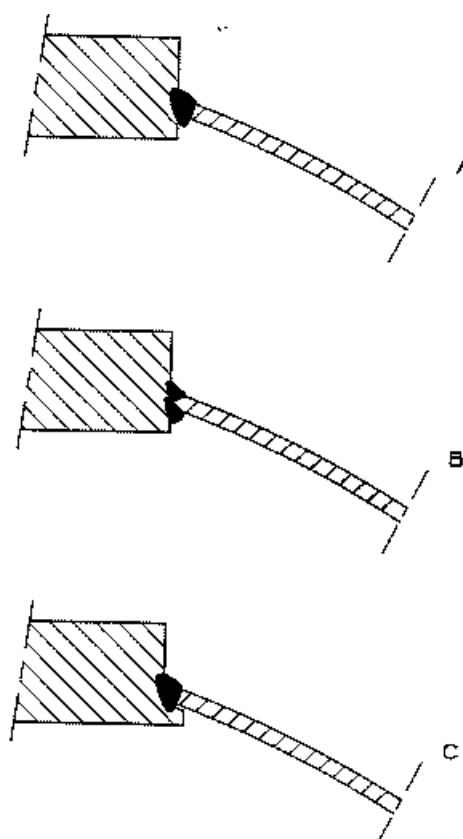
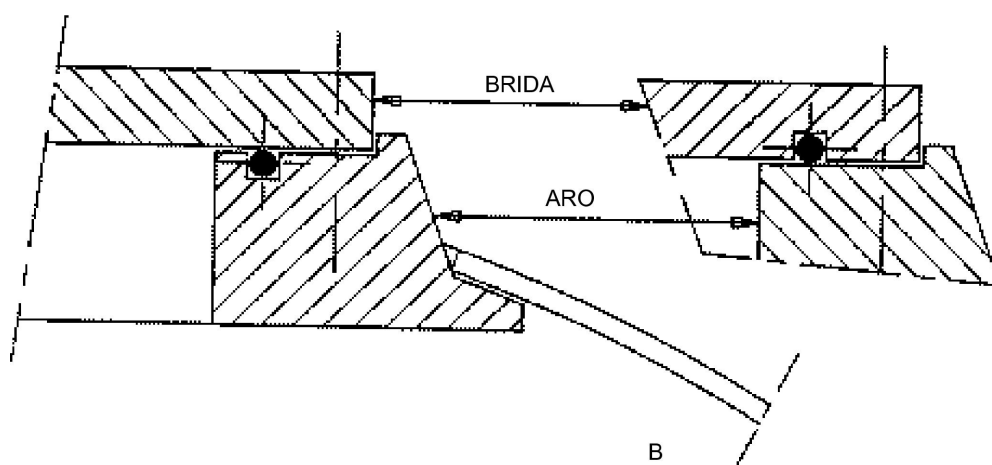
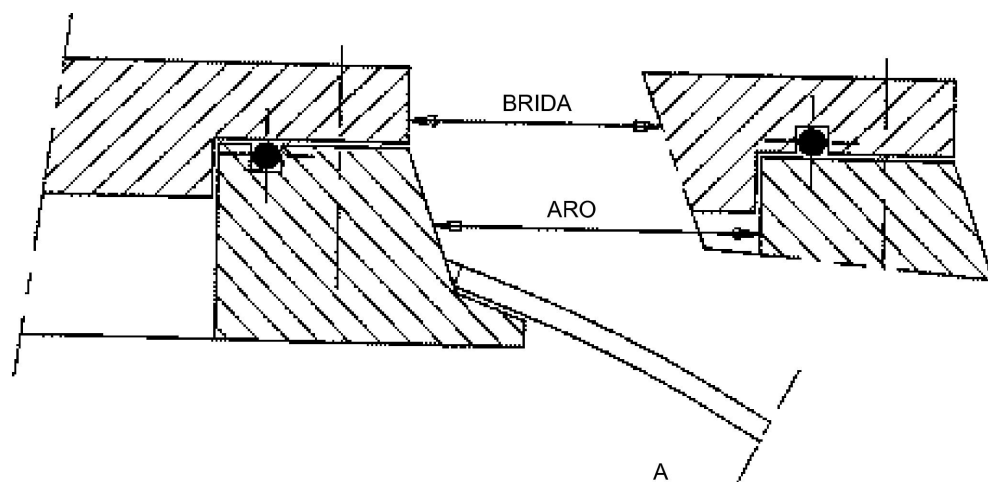


Figura 4

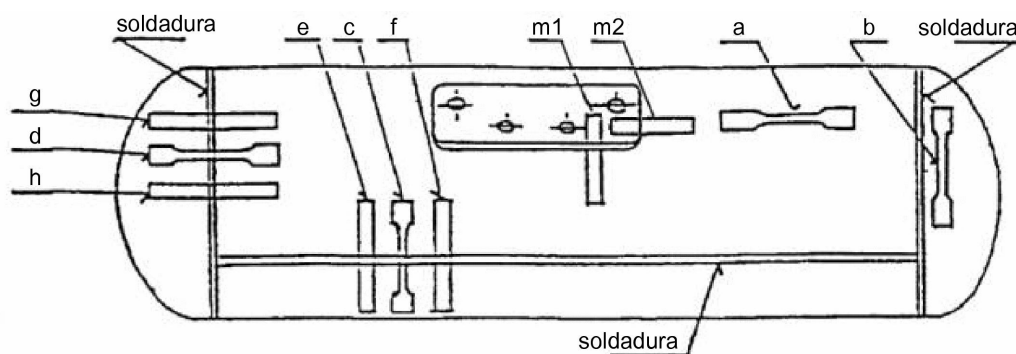
Ejemplos de aros soldados con brida



Apéndice 2

Figura 1

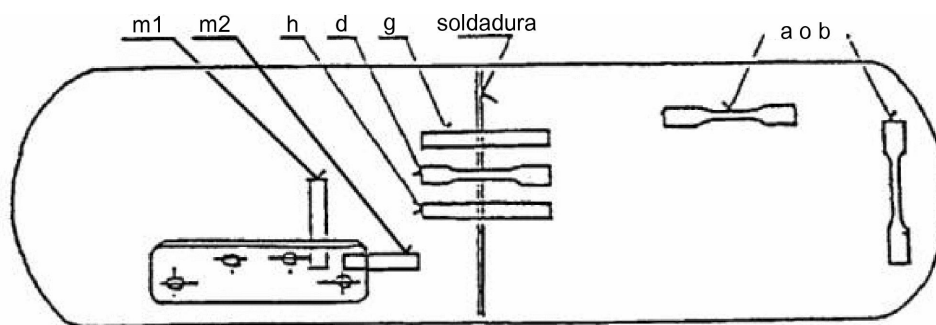
Recipientes con soldaduras longitudinales y circunferenciales; ubicación de las probetas



- a) Ensayo de tracción en el metal precursor.
- b) Ensayo de tracción en el metal precursor del fondo.
- c) Ensayo de tracción en una soldadura longitudinal.
- d) Ensayo de tracción en una soldadura circunferencial.
- e) Ensayo de doblado en una soldadura longitudinal, con la superficie interior en tensión.
- f) Ensayo de doblado en una soldadura longitudinal, con la superficie exterior en tensión.
- g) Ensayo de doblado en una soldadura circunferencial, con la superficie interior en tensión.
- h) Ensayo de doblado en una soldadura circunferencial, con la superficie exterior en tensión.
- (m1, m2) Macrosecciones a través de las soldaduras del reborde/placa de válvula (bloque de válvulas de montaje lateral).

Figura 2a

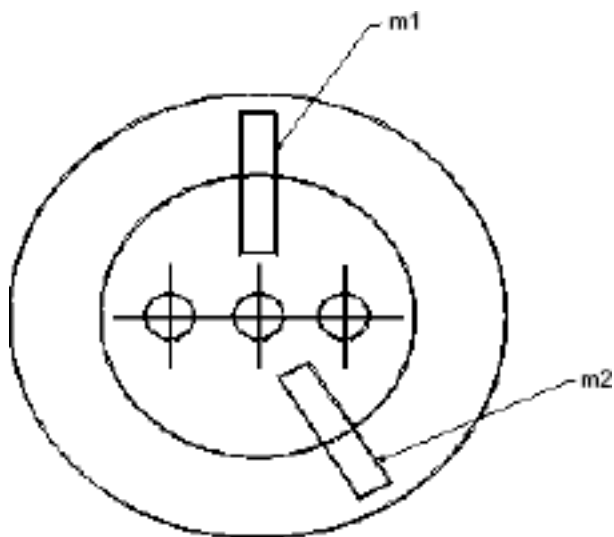
Recipientes con soldaduras circunferenciales exclusivamente y bloques de válvulas de montaje lateral; ubicación de las probetas.



- a) o b) Ensayo de tracción en el metal precursor.
- d) Ensayo de tracción en una soldadura circunferencial.
- g) Ensayo de doblado en una soldadura circunferencial, con la superficie interior en tensión.
- h) Ensayo de doblado en una soldadura circunferencial, con la superficie exterior en tensión.
- (m1, m2) Macrosecciones a través de las soldaduras del reborde/placa de válvula (bloque de válvulas de montaje lateral).

Figura 2b

Recipientes con soldaduras circunferenciales exclusivamente y reborde/placa de válvula montado en un extremo.



(m1, m2) Macrosecciones a través de soldaduras del reborde/placa de válvula (véanse otras ubicaciones de las probetas en la figura 2a).

Apéndice 3

Figura 1

Ilustración del ensayo de doblado

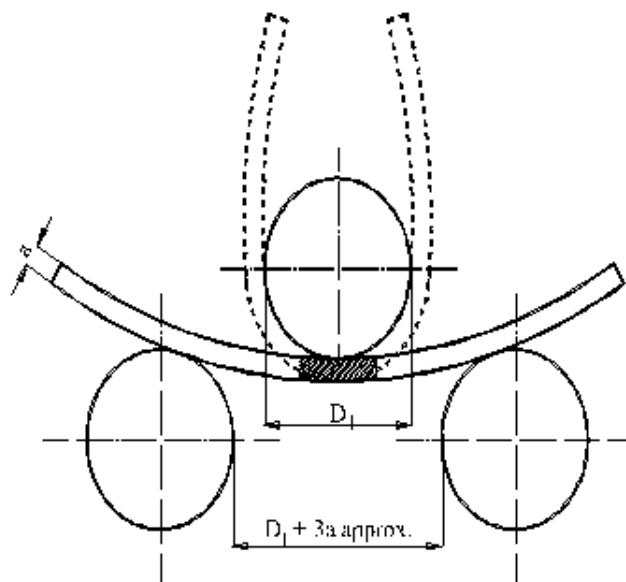
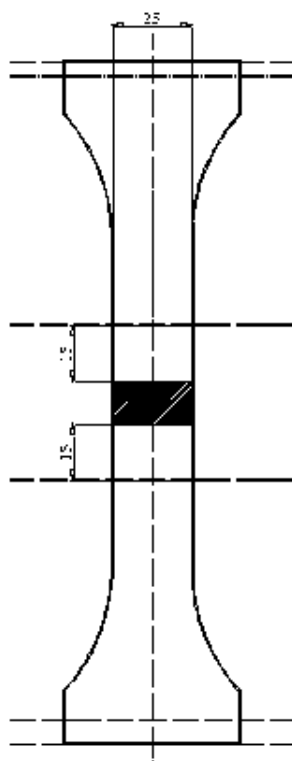
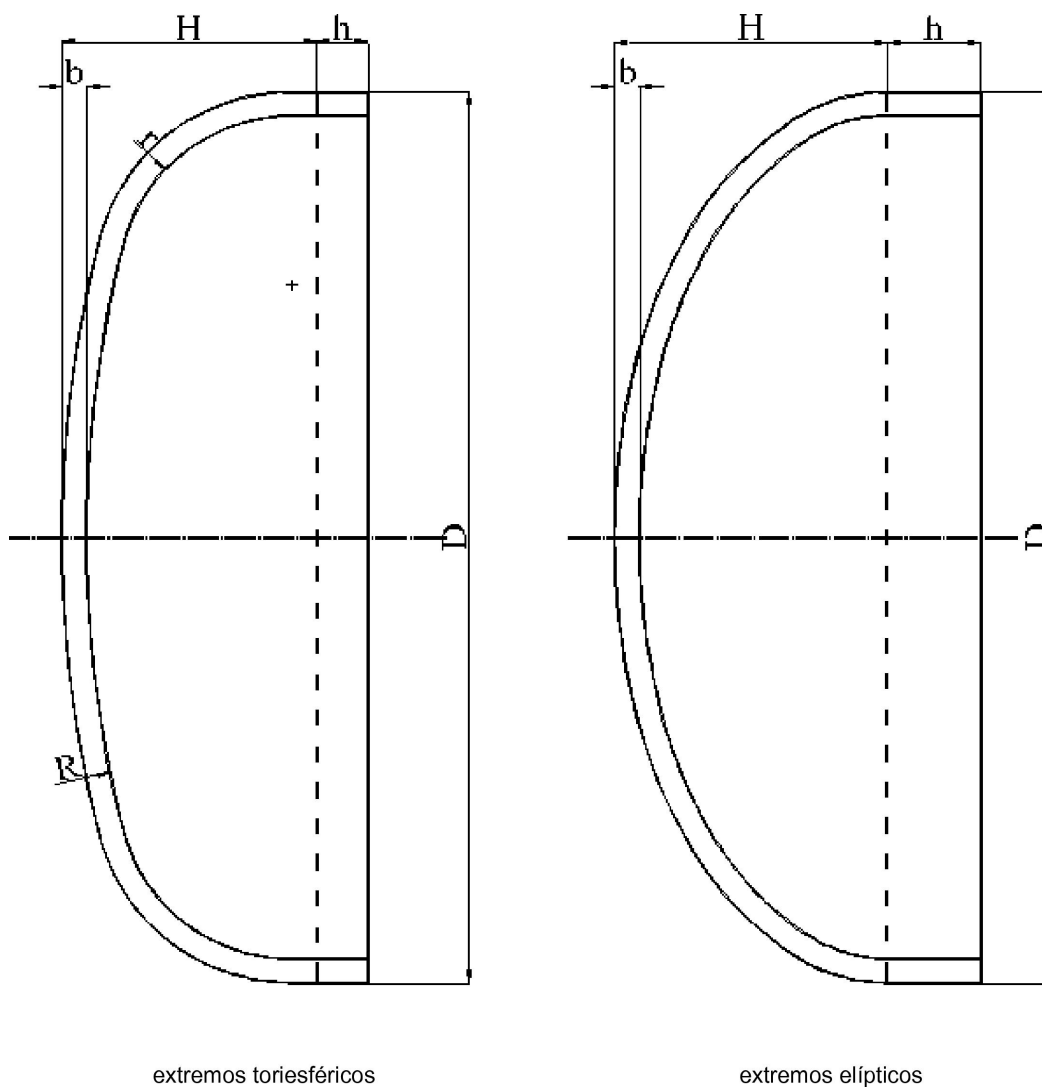


Figura 2

Probeta para el ensayo de tracción perpendicular a la soldadura



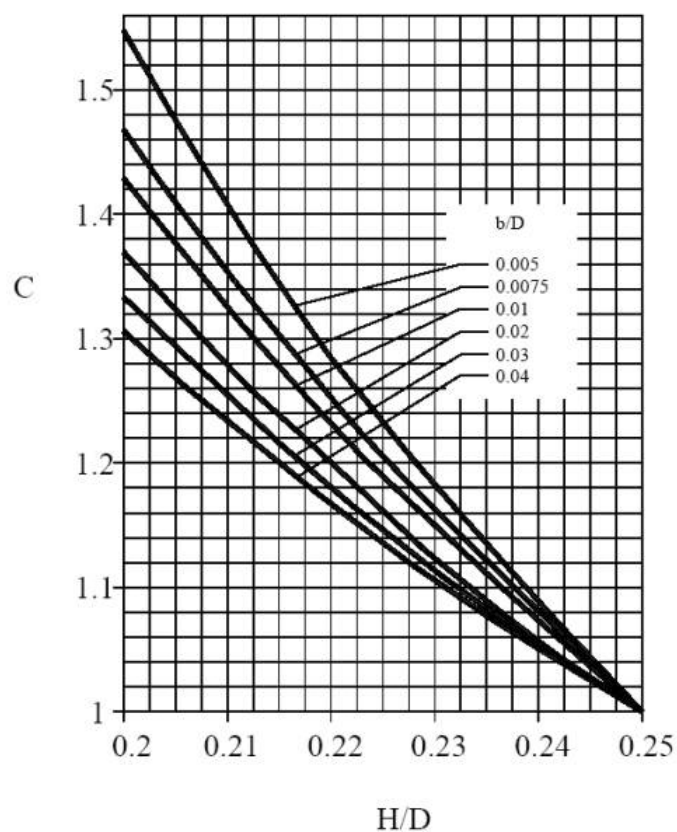
Apéndice 4



Nota: Para los extremos toriesféricos

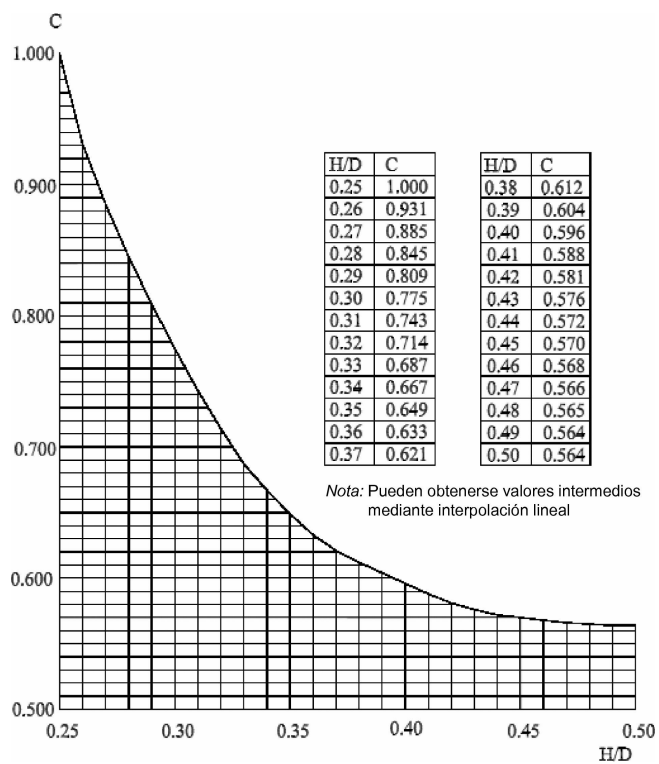
$$H = (R + b) - \sqrt{\left[(R + b) - \frac{D}{2}\right] \left[(R + b) + \frac{D}{2} - 2(r + b)\right]}$$

Relación entre H/D y factor de forma C



Valores del factor de forma C para H/D entre 0,20 y 0,25

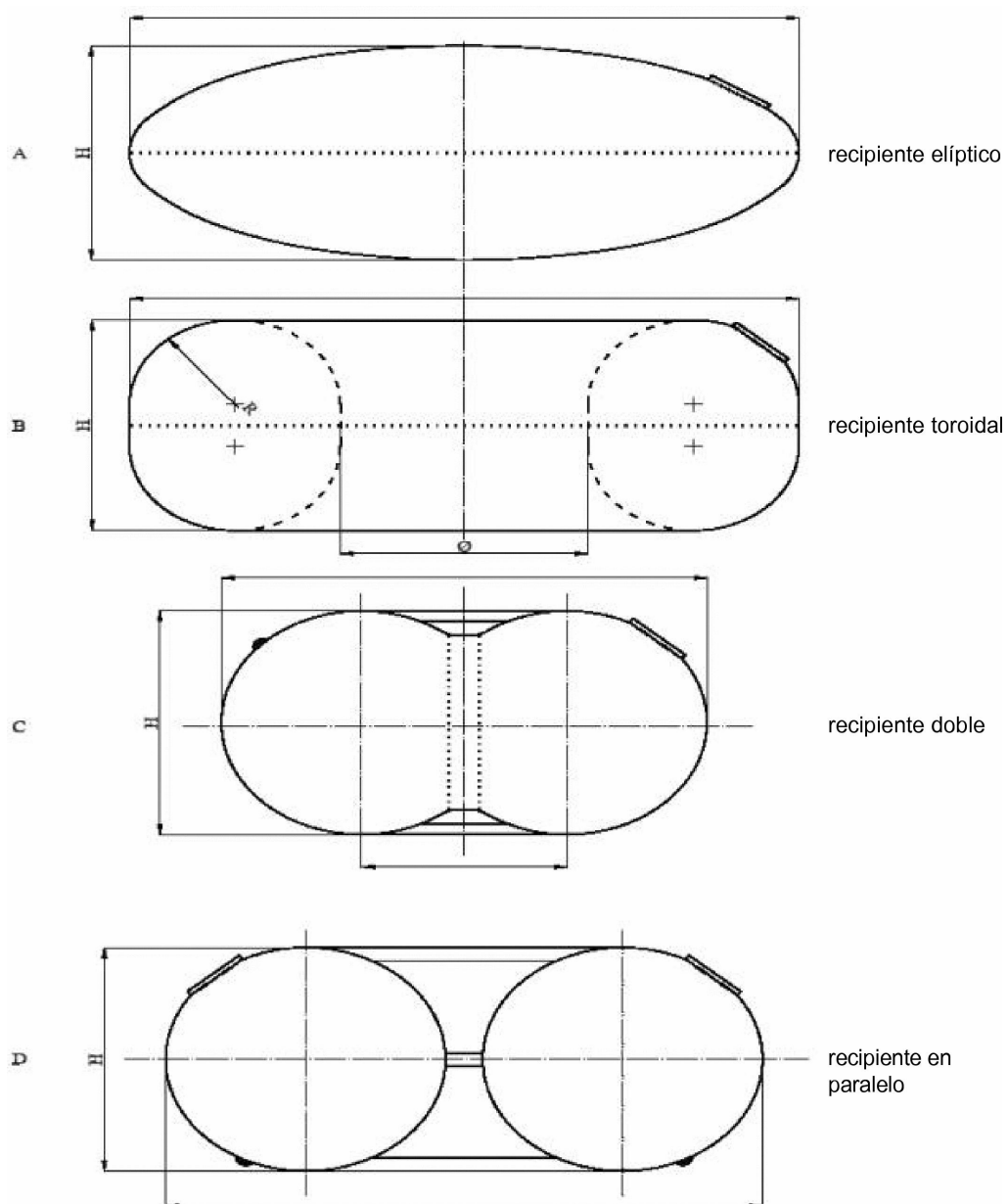
Relación entre H/D y factor de forma C

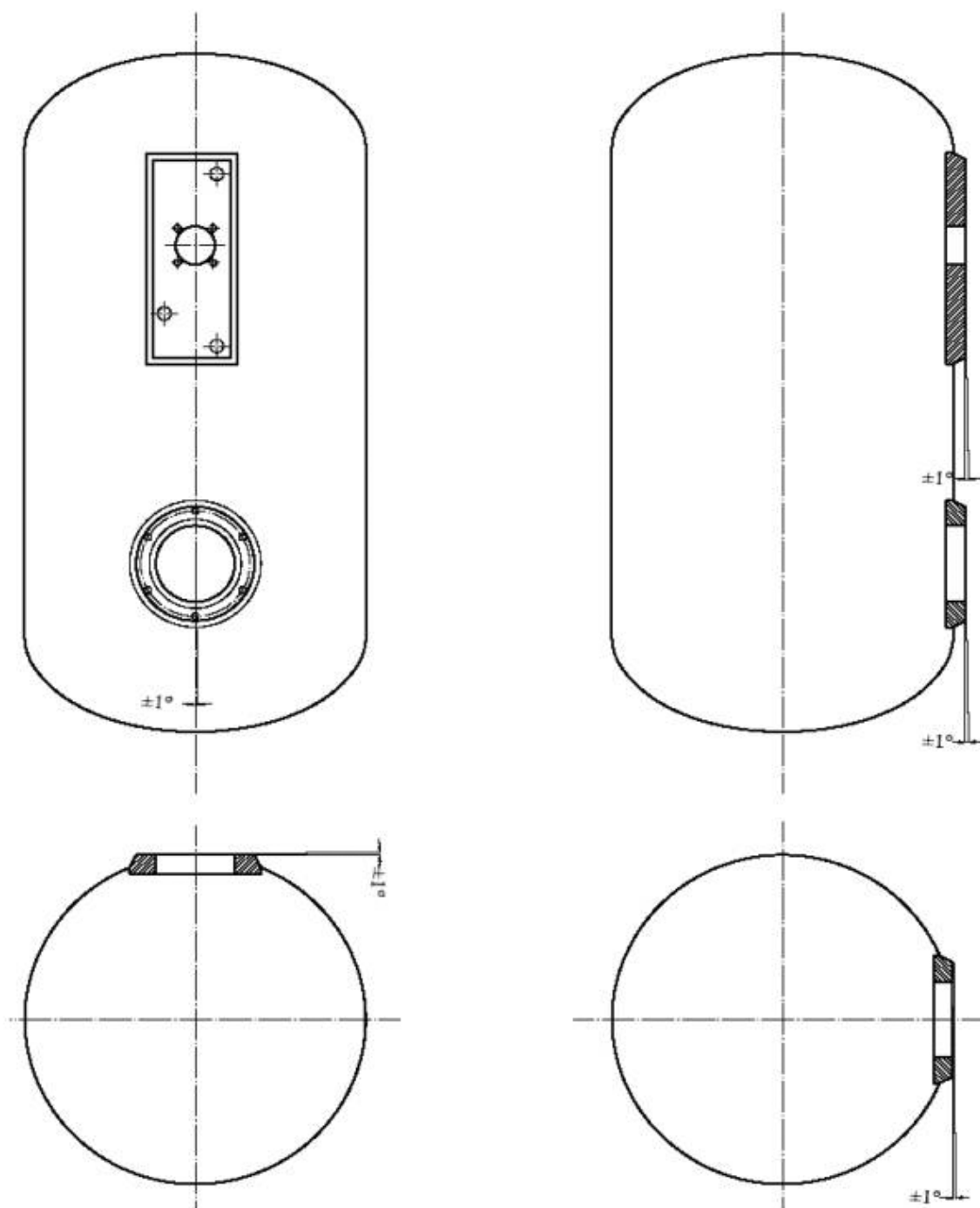


Valores del factor de forma C para H/D entre 0,25 y 0,50

Apéndice 5

EJEMPLOS DE RECIPIENTES ESPECIALES





Apéndice 6

MÉTODOS DE ENSAYO DE MATERIALES**1. Resistencia química**

Los materiales utilizados en los recipientes totalmente de material compuesto se someterán a ensayo según la norma ISO 175 durante 72 horas a temperatura ambiente.

También se permite demostrar la resistencia química mediante datos de publicaciones.

Se comprobará la compatibilidad con los medios siguientes:

- a) líquido de frenos;
- b) líquido limpiaparabrisas;
- c) líquido refrigerante;
- d) gasolina sin plomo;
- e) solución de agua desionizada, cloruro de sodio (2,5 % en masa $\pm$ 0,1 %), cloruro de calcio (2,5 % en masa $\pm$ 0,1 %) y ácido sulfúrico en proporción suficiente para conseguir una solución de pH $4,0 \pm 0,2$.

Criterios de aceptación del ensayo

- a) Alargamiento:
Tras el ensayo, el alargamiento del material termoplástico será un 85 %, como mínimo, del alargamiento inicial. Tras el ensayo, el alargamiento de un elastómero será, como mínimo, superior al 100 %.
- b) Para los componentes estructurales (p. ej., fibras):
La resistencia residual de un componente estructural tras el ensayo será, como mínimo el 80 % de la resistencia a la tracción original.
- c) Componentes no estructurales (p. ej., revestimientos):
No se permiten los agrietamientos visibles.

2. Estructura del material compuesto**a) Fibras integradas en una matriz**

Propiedades de tracción:	ASTM 3039	Compuestos fibra-resina
	ASTM D2343	Vidrio, aramida (caract. tracción hilos vidrio)
	ASTM D4018.81	Carbono (caract. tracción filamentos continuos) con observaciones especiales para la matriz
Propiedades de cizallamiento:	ASTM D2344	(Resistencia al cizallamiento interlaminar de un compuesto de fibras paralelas mediante el método de viga corta)

b) Fibras secas sobre una forma isotensoide

Propiedades de tracción:	ASTM D4018.81	Carbono (filamento continuo), otras fibras
--------------------------	---------------	--

3. Revestimiento protector

La radiación UV degrada los materiales poliméricos cuando están sometidos directamente a la luz solar. Dependiendo de la instalación, el fabricante debe demostrar que el revestimiento ofrece una protección suficiente durante la duración de servicio prevista.

4. Componentes termoplásticos

La temperatura de reblandecimiento Vicat de un componente termoplástico deberá ser superior a 70 °C. En el caso de los componentes estructurales, dicha temperatura será de 75 °C, como mínimo.

5. Componentes termoendurecibles

La temperatura de reblandecimiento Vicat de un componente termoendurecible deberá ser superior a 70 °C.

6. Componentes elastoméricos

La temperatura de transición vítrea (T_g) de un componente elastomérico debe ser inferior a – 40 °C. Dicha temperatura se someterá a ensayo conforme a la norma ISO 6721 «Plásticos. Determinación de las propiedades mecano-dinámicas». El punto de transición T_g se determina a partir del diagrama del módulo de conservación en función de la temperatura determinando la temperatura en la intersección de las dos tangentes, que representan las pendientes del gráfico antes y después de la pérdida brutal de rigidez.

ANEXO 11

DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DE DISPOSITIVOS DE INYECCIÓN DE GAS O PIEZAS MEZCLADORAS DE GAS O INYECTORES Y LA RAMPA DE INYECCIÓN

1. Dispositivo de inyección de gas o inyector
 - 1.1. Definición: véase el apdo. 2.10. del presente Reglamento.
 - 1.2. Clasificación de componentes (de acuerdo con la figura 1, apdo. 2): clase 1.
 - 1.3. Presión de clasificación: 3 000 kPa.
 - 1.4. Temperaturas de diseño:

– 20 °C a 120 °C

Con temperaturas fuera de esta gama se aplicarán condiciones de ensayo especiales.
 - 1.5. Normas generales de diseño:

Apdo. 6.15.2.: disposiciones relativas al aislamiento eléctrico.

Apdo. 6.15.2.1.: disposiciones relativas a la clase de aislamiento.

Apdo. 6.15.3.1.: disposiciones para cuando se desconecta la alimentación eléctrica.

Apdo. 6.15.4.1.: medio de intercambio de calor (requisitos de compatibilidad y presión).
 - 1.6. Procedimientos de ensayo aplicables:

Ensayo de sobrepresión	Anexo 15, apdo. 4
Fugas externas	Anexo 15, apdo. 5
Altas temperaturas	Anexo 15, apdo. 6
Bajas temperaturas	Anexo 15, apdo. 7
Compatibilidad con GLP	Anexo 15, apdo. 11 (*)
Resistencia a la corrosión	Anexo 15, apdo. 12 (**)
Resistencia al calor seco	Anexo 15, apdo. 13 (*)
Envejecimiento por ozono	Anexo 15, apdo. 14 (*)
Fluencia (<i>creep</i>)	Anexo 15, apdo. 15 (*)
Ciclo térmico	Anexo 15, apdo. 16 (*)
2. Dispositivo de inyección de gas o pieza mezcladora de gas
 - 2.1. Definición: véase el apdo. 2.10. del presente Reglamento.
 - 2.2. Clasificación de componentes (de acuerdo con la figura 1, apdo. 2):

Clase 2: para componentes con una presión regulada máxima durante el funcionamiento de 450 kPa.

Clase 2A: para componentes con una presión regulada máxima durante el funcionamiento de 120 kPa.
 - 2.3. Presión de clasificación:

Componentes de la clase 2:	450 kPa.
Componentes de la clase 2A:	120 kPa.
 - 2.4. Temperaturas de diseño:

– 20 °C a 120 °C, si la bomba de combustible está montada fuera del recipiente.

Con temperaturas fuera de esta gama se aplicarán condiciones de ensayo especiales.

(*) Sólo para piezas no metálicas.

(**) Sólo para piezas metálicas.

2.5. Normas generales de diseño:

Apdo. 6.15.2.: disposiciones relativas al aislamiento eléctrico.

Apdo. 6.15.2.1.: disposiciones relativas a la clase de aislamiento.

Apdo. 6.15.3.1.: disposiciones para cuando se desconecta la alimentación eléctrica.

Apdo. 6.15.4.1.: medio de intercambio de calor (requisitos de compatibilidad y presión).

2.6. Procedimientos de ensayo aplicables:

Ensayo de sobrepresión	Anexo 15, apdo. 4
Fugas externas	Anexo 15, apdo. 5
Altas temperaturas	Anexo 15, apdo. 6
Bajas temperaturas	Anexo 15, apdo. 7
Compatibilidad con GLP	Anexo 15, apdo. 11 (*)
Resistencia a la corrosión	Anexo 15, apdo. 12 (**)

3. Rampa de inyección

3.1. Definición: véase el apdo. 2.18. del presente Reglamento.

3.2. Clasificación de componentes (de acuerdo con la figura 1, apdo. 2):

Las rampas de inyección podrán ser de las clases 1, 2 o 2A.

3.3. Presión de clasificación:

Componentes de la clase 1:	3 000 kPa.
Componentes de la clase 2:	450 kPa.
Componentes de la clase 2A:	120 kPa.

3.4. Temperaturas de diseño:

– 20 °C a 120 °C

Con temperaturas fuera de esta gama se aplicarán condiciones de ensayo especiales.

3.5. Normas generales de diseño: (no se utiliza)

3.6. Procedimientos de ensayo aplicables:

3.6.1. Rampas de inyección de la clase 1:

Ensayo de sobrepresión	Anexo 15, apdo. 4
Fugas externas	Anexo 15, apdo. 5
Altas temperaturas	Anexo 15, apdo. 6
Bajas temperaturas	Anexo 15, apdo. 7
Compatibilidad con GLP	Anexo 15, apdo. 11 (*)
Resistencia a la corrosión	Anexo 15, apdo. 12 (**)
Resistencia al calor seco	Anexo 15, apdo. 13 (*)
Envejecimiento por ozono	Anexo 15, apdo. 14 (*)
Fluencia (<i>creep</i>)	Anexo 15, apdo. 15 (*)
Ciclo térmico	Anexo 15, apdo. 16 (*)

(*) Sólo para piezas no metálicas.

(**) Sólo para piezas metálicas.

3.6.2. Rampas de inyección de las clases 2 y/o 2A:

Ensayo de sobrepresión	Anexo 15, apdo. 4
Fugas externas	Anexo 15, apdo. 5
Altas temperaturas	Anexo 15, apdo. 6
Bajas temperaturas	Anexo 15, apdo. 7
Compatibilidad con GLP	Anexo 15, apdo. 11 (*)
Resistencia a la corrosión	Anexo 15, apdo. 12 (**)

(*) Sólo para piezas no metálicas.

(**) Sólo para piezas metálicas.

ANEXO 12

**DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DE LA UNIDAD DOSIFICADORA DE GAS
SI NO ESTÁ COMBINADA CON EL DISPOSITIVO DE INYECCIÓN DE GAS**

1. Definición: véase el apdo. 2.11. del presente Reglamento.

2. Clasificación de componentes (de acuerdo con la figura 1, apdo. 2):

Clase 2: para componentes con una presión regulada máxima durante el funcionamiento de 450 kPa.

Clase 2A: para componentes con una presión regulada máxima durante el funcionamiento de 120 kPa.

3. Presión de clasificación:

Componentes de la clase 2: 450 kPa.

Componentes de la clase 2A: 120 kPa.

4. Temperaturas de diseño:

– 20 °C a 120 °C

Con temperaturas fuera de esta gama se aplicarán condiciones de ensayo especiales.

5. Normas generales de diseño:

Apdo. 6.15.2.: disposiciones relativas al aislamiento eléctrico.

Apdo. 6.15.3.1.: disposiciones relativas a válvulas activadas por alimentación eléctrica.

Apdo. 6.15.4.: medio de intercambio de calor (requisitos de compatibilidad y presión).

Apdo. 6.15.5.: seguridad de derivación de sobrepresión.

6. Procedimientos de ensayo aplicables:

Ensayo de sobrepresión Anexo 15, apdo. 4

Fugas externas Anexo 15, apdo. 5

Altas temperaturas Anexo 15, apdo. 6

Bajas temperaturas Anexo 15, apdo. 7

Compatibilidad con GLP Anexo 15, apdo. 11 (*) /

Resistencia a la corrosión Anexo 15, apdo. 12 (**)

Observaciones:

Las piezas de la unidad dosificadora de gas (clase 2 o 2A) serán a prueba de fugas con sus salidas cerradas.

Para el ensayo de sobrepresión se cerrarán todas las salidas, incluidas las del compartimiento de refrigerante.

(*) Sólo para piezas no metálicas.

(**) Sólo para piezas metálicas.

ANEXO 13

DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DEL SENSOR DE PRESIÓN Y/O TEMPERATURA

1. Definición:

Sensor de presión: véase el apdo. 2.13. del presente Reglamento.

Sensor de temperatura: véase el apdo. 2.13. del presente Reglamento.

2. Clasificación de componentes (de acuerdo con la figura 1, apdo. 2):

Los sensores de presión y temperatura podrán ser de la clase 1, 2 o 2A.

3. Presión de clasificación:

Componentes de la clase 1: 3 000 kPa.

Componentes de la clase 2: 450 kPa.

Componentes de la clase 2A: 120 kPa.

4. Temperaturas de diseño:

– 20 °C a 120 °C

Con temperaturas fuera de esta gama se aplicarán condiciones de ensayo especiales.

5. Normas generales de diseño:

Apdo. 6.15.2.: disposiciones relativas al aislamiento eléctrico.

Apdo. 6.15.4.1.: medio de intercambio de calor (requisitos de compatibilidad y presión).

Apdo. 6.15.6.2.: impedimento del flujo de gas.

6. Procedimientos de ensayo aplicables:

6.1. Piezas de la clase 1:

Ensayo de sobrepresión	Anexo 15, apdo. 4
Fugas externas	Anexo 15, apdo. 5
Altas temperaturas	Anexo 15, apdo. 6
Bajas temperaturas	Anexo 15, apdo. 7
Compatibilidad con GLP	Anexo 15, apdo. 11 (*)
Resistencia a la corrosión	Anexo 15, apdo. 12 (**)
Resistencia al calor seco	Anexo 15, apdo. 13 (*)
Envejecimiento por ozono	Anexo 15, apdo. 14 (*)
Fluencia (<i>creep</i>)	Anexo 15, apdo. 15 (*)
Ciclo térmico	Anexo 15, apdo. 16 (*)

6.2. Piezas de las clases 2 o 2A:

Ensayo de sobrepresión	Anexo 15, apdo. 4
Fugas externas	Anexo 15, apdo. 5
Altas temperaturas	Anexo 15, apdo. 6
Bajas temperaturas	Anexo 15, apdo. 7
Compatibilidad con GLP	Anexo 15, apdo. 11 (*)
Resistencia a la corrosión	Anexo 15, apdo. 12 (**)

(*) Sólo para piezas no metálicas.

(**) Sólo para piezas metálicas.

ANEXO 14

DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DE LA UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICO

1. La unidad de control electrónico puede ser cualquier dispositivo que regule la demanda de GLP del motor y establezca el cierre de las válvulas de servicio controladas a distancia, de las válvulas de cierre y de la bomba de combustible del sistema GLP en el caso de que se rompa una tubería de alimentación de combustible y/o en el caso de que se cale el motor.
 2. El retardo de desconexión de las válvulas de cierre de servicio tras calarse el motor no podrá ser superior a 5 segundos.
 3. La unidad de control electrónico cumplirá los requisitos de compatibilidad electromagnética (CEM) aplicables conforme al reglamento n° 10, serie 02 de modificaciones o equivalente.
 4. El fallo eléctrico del sistema del vehículo no podrá dar lugar a la apertura incontrolada de ninguna válvula.
 5. La salida de la unidad de control electrónico quedará inactiva cuando se desconecte o se corte la alimentación eléctrica.
-

ANEXO 15

PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO

1. Clasificación
 - 1.1. Los componentes GLP para vehículos se clasificarán con relación a su presión máxima de funcionamiento y funcionalidad, de conformidad con el capítulo 2 de este reglamento.
 - 1.2. La clasificación de los componentes determinará los ensayos que hayan de realizarse para la homologación de tipo de dichos componentes o de sus piezas.
2. Procedimientos de ensayo aplicables

El cuadro 1 indica los procedimientos de ensayo aplicables en función de la clasificación.

Cuadro 1

Ensayo	Clase 1	Clase 2(A)	Clase 3	Apartado
Sobrepresión	x	x	x	4.
Fugas externas	x	x	x	5.
Altas temperaturas	x	x	x	6.
Bajas temperaturas	x	x	x	7.
Fugas en asientos	x		x	8.
Ensayos de resistencia/funcionales	x		x	9.
Ensayo de funcionamiento			x	10.
Compatibilidad con GLP	x	x	x	11.
Resistencia a la corrosión	x	x	x	12.
Resistencia al calor seco	x		x	13.
Envejecimiento por ozono	x		x	14.
Fluencia (<i>creep</i>)	x		x	15.
Ciclo térmico	x		x	16.
Compatibilidad con fluido de intercambio de calor		x		

3. Requisitos generales
 - 3.1. Los ensayos de fugas deberán realizarse con gas a presión como aire o nitrógeno.
 - 3.2. Podrá utilizarse agua u otro fluido para obtener la presión necesaria para el ensayo de resistencia hidrostática.
 - 3.3. Junto con los valores de todos los ensayos se indicará el tipo de medio de ensayo utilizado, en su caso.
 - 3.4. Los ensayos de fugas y resistencia hidrostática durarán como mínimo 1 minuto.
 - 3.5. Todos los ensayos se realizarán a una temperatura ambiente de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, salvo que se indique lo contrario.
4. Ensayo de sobrepresión en condiciones hidráulicas

Todo componente que contenga GLP soportará, sin evidencias visibles de rotura o deformación permanente, una presión hidráulica de ensayo determinada por el cuadro 1 (de 2,25 veces la presión máxima de clasificación) durante 1 minuto como mínimo con la salida de la parte de alta presión taponada.

Las muestras, previamente sometidas al ensayo de durabilidad del apartado 9, deberán conectarse a una fuente de presión hidrostática. En la canalización de alimentación de presión hidrostática deberán instalarse una llave de paso volumétrica y un manómetro con una gama de presión de entre un mínimo de 1,5 veces y un máximo de 2 veces la presión de ensayo.

El cuadro 2 indica la presión de clasificación y las presiones a utilizar en el ensayo de sobrepresión de acuerdo con la clasificación:

Cuadro 2

Clasificación del componente	Presión de clasificación [kPa]	Presión hidráulica aplicable en el ensayo de sobrepresión [kPa]
Clases 1, 3	3 000	6 750
Clase 2A	120	270
Clase 2	450	1 015

5. Ensayo de fugas externas

5.1. Todos los componentes ensayados conforme a lo descrito en el apartado 5.3., a una presión aerostática de entre 0 y el valor indicado en el cuadro 3, demostrarán ausencia de fugas por las juntas de su vástago o cuerpo u otras juntas. Se considerará que las prescripciones anteriores se cumplen si se cumple lo dispuesto en el apartado 5.4.

5.2. El ensayo se realizará en las siguientes condiciones:

- i) a temperatura ambiente
- ii) a la temperatura de funcionamiento mínima
- iii) a la temperatura de funcionamiento máxima

Las temperaturas de funcionamiento máxima y mínima se indican en los anexos.

5.3. Durante el ensayo, el equipo objeto del mismo se conectará a una fuente de presión aerostática (de 1,5 veces la presión máxima y, en el caso de un componente de la clase 3, 2,25 veces la presión de clasificación máxima). En la canalización de alimentación de presión se instalarán una llave de paso volumétrica y un manómetro con una gama de presión de entre un mínimo de 1,5 veces y un máximo de 2 veces la presión de ensayo. El manómetro se instalará entre la llave de paso volumétrica y la muestra objeto del ensayo. Durante la aplicación de la presión de ensayo, para detectar fugas se sumergirá la muestra en agua o se someterá a un método de ensayo equivalente (medición de caudal o caída de presión).

Cuadro 3

Presión de ensayo y clasificación en función de la clasificación

Clasificación del componente	Presión de clasificación [kPa]	Presión aplicable en el ensayo de fugas [kPa]
Clase 1	3 000	4 500
Clase 2A	120	180
Clase 2	450	675
Clase 3	3 000	6 750

5.4. La tasa de fuga externa deberá ser inferior a los requisitos establecidos en los anexos o bien, si no se mencionan requisitos, inferior a 15 cm³/hora con la salida taponada, cuando la presión del gas sea igual a la presión del ensayo de fugas.

6. Ensayo de alta temperatura

Ningún componente que contenga GLP tendrá una tasa de fugas superior a 15 cm³/hora con la salida taponada cuando la presión del gas, a la máxima temperatura de funcionamiento indicada en los anexos, sea igual a la presión del ensayo de fugas (cuadro 3, apartado 5.3.). El componente se acondicionará a esta temperatura durante un mínimo de 8 horas.

7. Ensayo de baja temperatura

Ningún componente que contenga GLP tendrá una tasa de fugas superior a 15 cm³/hora con la salida taponada cuando la presión del gas, a la temperatura mínima de funcionamiento (– 20 °C), sea igual a la presión del ensayo de fugas (cuadro 3, apartado 5.3.). El componente se acondicionará a esta temperatura durante un mínimo de 8 horas.

8. Ensayo de fugas en asientos

8.1. Los siguientes ensayos de fugas en asientos deberán realizarse en muestras de válvulas de servicio o unidades de llenado que hayan sido sometidas previamente al ensayo de fugas externas del apdo. 5 anterior.

8.1.1. Los ensayos de fugas en asientos se realizarán con la entrada de la válvula de muestra conectada a una fuente de presión aerostática, con la válvula en la posición de cierre y con la salida abierta. En la canalización de alimentación de presión se instalarán una llave de paso volumétrica y un manómetro con una gama de presión de entre un mínimo de 1,5 veces y un máximo de 2 veces la presión de ensayo. El manómetro se instalará entre la llave de paso volumétrica y la muestra objeto del ensayo. Durante la aplicación de la presión de ensayo se registrarán las observaciones de fugas con la salida abierta sumergida en agua, salvo que se indique otra cosa.

8.1.2. La conformidad con los apartados 8.2. a 8.8. siguientes se determinará conectando un tramo de tubo a la salida de la válvula. El extremo abierto de este tubo de salida se situará dentro de una probeta invertida calibrada en centímetros cúbicos. La probeta se taponará con un cierre hidráulico. El aparato se ajustará de modo que:

- 1) el extremo del tubo de salida quede situado aprox. 13 mm por encima del nivel del agua dentro de una probeta invertida, y
- 2) el agua dentro y fuera de la probeta quede al mismo nivel. Con estos ajustes realizados, se registrará el nivel del agua dentro de la probeta. Con la válvula en la posición de cierre que se presupone a consecuencia del normal funcionamiento, se aplicará aire o nitrógeno a la entrada de la válvula, a la presión de ensayo especificada y durante un mínimo de 2 minutos. Durante este tiempo, se ajustará la posición vertical de la probeta, si es necesario, para mantener el mismo nivel de agua dentro y fuera de ella.

Al final del período de ensayo y con el agua dentro y fuera de la probeta al mismo nivel, se registrará de nuevo el nivel del agua dentro de la probeta. A partir del cambio de volumen dentro de la probeta, se calculará la tasa de fugas de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$V_1 = V_t \cdot \frac{60}{t} \cdot \left(\frac{273}{T} \cdot \frac{P}{101,6} \right)$$

donde:

V_1 = tasa de fugas, centímetros cúbicos de aire o nitrógeno por hora.

V_t = aumento del volumen dentro de la probeta durante el ensayo.

t = tiempo del ensayo, en minutos.

P = presión barométrica durante el ensayo, en kPa.

T = temperatura ambiente durante el ensayo, en K.

8.1.3. En lugar del ensayo anteriormente descrito, podrán medirse las fugas mediante un caudalímetro instalado en el lado de entrada de la válvula objeto del ensayo. El caudalímetro podrá indicar con precisión los máximos caudales de fuga permitidos para el fluido de ensayo empleado.

8.2. El asiento de una llave de paso, en la posición de cierre, deberá estar exento de fugas con una presión aerostática de entre 0 y 3 000 kPa.

8.3. Una válvula antirretorno provista de un asiento elástico, en la posición de cierre, deberá estar exenta de fugas cuando se aplique una presión aerostática de entre 50 y 3 000 kPa.

8.4. Una válvula antirretorno provista de un asiento de contacto metálico, en la posición de cierre, no deberá sufrir una tasa de fugas superior a 0,50 dm³ a la hora cuando se aplique una presión de admisión de hasta la presión de ensayo indicada en el cuadro 3 del apartado 5.3.

8.5. El asiento de la válvula antirretorno superior utilizada en el montaje de una unidad de llenado, en la posición de cierre, estará exento de fugas a una presión aerostática de entre 50 y 3 000 kPa.

- 8.6. El asiento de un acoplamiento de servicio, en la posición de cierre, estará exento de fugas a una presión aerostática de entre 0 y 3 000 kPa.
- 8.7. La válvula limitadora de presión de los tubos de gas no tendrá fugas internas hasta 3 000 kPa.
- 8.8. La válvula limitadora de presión (válvula de descarga) no tendrá fugas internas hasta 2 600 kPa.
9. Ensayo de resistencia a la fatiga
- 9.1. Toda unidad de llenado o válvula de servicio podrá cumplir los requisitos aplicables de los ensayos de fugas de los apartados 5 y 8 tras someterse al número de ciclos de apertura y cierre mencionado en los anexos.
- 9.2. Las llaves de paso deberán someterse al ensayo con la salida taponada, el cuerpo de la válvula lleno de n-hexano y la entrada sometida a una presión de 3 000 kPa.
- 9.3. El ritmo del ensayo de resistencia a la fatiga no deberá ser superior a 10 veces por minuto. En una llave de paso, el par de cierre deberá ser coherente con el tamaño del volante de maniobra, la llave de tuercas u otro medio empleado para accionar la válvula.
- 9.4. Inmediatamente después del ensayo de resistencia a la fatiga deberán realizarse los ensayos apropiados de fugas externas y fugas en asientos, tal como se describen en los apartados 5 y 8 respectivamente.
- 9.5. Resistencia para válvula de cierre al 80 %
- 9.5.1. La válvula de cierre al 80 % deberá ser capaz de soportar 6 000 ciclos de llenado completos hasta el máximo grado de llenado.
10. Ensayos de funcionamiento
- 10.1. Ensayo de funcionamiento de la válvula limitadora de presión (de los tubos de gas).
- 10.1.1. En el caso de las válvulas limitadoras de presión, deberán utilizarse tres muestras de cada tamaño, diseño y reglaje para los ensayos de presión de descarga y presión de estanquidad. Este mismo conjunto de tres válvulas deberá utilizarse en los ensayos de capacidad de conducción para realizar otras observaciones indicadas en los apartados siguientes.
- Se realizarán un mínimo de dos observaciones sucesivas de presión de descarga y presión de estanquidad en cada una de las tres válvulas objeto de los ensayos nº 1 y 3 de los apartados 10.1.2. y 10.1.4. descritos a continuación.
- 10.1.2. Presiones de descarga y estanquidad de las válvulas limitadoras de presión: ensayo nº 1
- 10.1.2.1. Antes de un ensayo de capacidad de conducción, la presión de descarga de cada una de las tres muestras de una válvula limitadora de presión de tamaño, diseño y reglaje específicos será un ± 3 % superior a la media de las presiones, pero la presión de descarga de una cualquiera de las tres válvulas no será inferior al 95 %, ni superior al 105 %, de la presión de regulación marcada en la válvula.
- 10.1.2.2. La presión de estanquidad de una válvula limitadora de presión antes de someterse a un ensayo de capacidad de conducción no será inferior al 50 % de la presión de descarga inicialmente observada.
- 10.1.2.3. Se conectará una válvula limitadora de presión a una fuente de alimentación de aire o aerostática de otro tipo, capaz de mantenerse a una presión efectiva mínima de 500 kPa por encima de la presión de regulación marcada en la válvula objeto del ensayo. En la canalización de alimentación de presión se instalarán una llave de paso volumétrica y un manómetro con una gama de presión de entre un mínimo de 1,5 veces y un máximo de 2 veces la presión de ensayo. El manómetro se instalará en la canalización entre la válvula objeto del ensayo y la llave de paso volumétrica. Las presiones de descarga y estanquidad se observarán a través de un cierre hidráulico de un máximo de 100 mm de profundidad.
- 10.1.2.4. Tras registrar la presión de descarga de la válvula, deberá aumentarse la presión lo suficiente por encima de la presión de descarga para que la válvula se levante de su asiento. Después se cerrará la llave de paso herméticamente y se vigilarán el cierre hidráulico y el manómetro con atención. La presión a la que dejen de salir burbujas por el cierre hidráulico deberá registrarse como la presión de estanquidad de la válvula.

- 10.1.3. Capacidad de conducción de las válvulas limitadoras de presión: ensayo nº 2
- 10.1.3.1. La capacidad de conducción de cada una de las tres muestras de una válvula limitadora de presión de tamaño, diseño y reglaje específicos oscilará en torno al 10 % de la máxima capacidad observada.
- 10.1.3.2. Durante los ensayos de capacidad de conducción realizados en cada válvula, no se observarán evidencias de vibraciones u otras anomalías de funcionamiento.
- 10.1.3.3. La presión de purga de cada válvula será como mínimo del 65 % de la presión de descarga inicialmente registrada.
- 10.1.3.4. Los ensayos de capacidad de conducción aplicados a válvulas limitadoras de presión deberán realizarse con una presión de conducción del 120 % de la presión de regulación máxima.
- 10.1.3.5. Los ensayos de capacidad de conducción aplicados a válvulas limitadoras de presión deberán realizarse utilizando un caudalímetro embridado de orificio correctamente diseñado y calibrado conectado a una fuente de alimentación de aire de capacidad y presión adecuadas. Podrá modificarse el caudalímetro aquí descrito y utilizarse un medio de conducción aerostática distinto del aire, a condición de que los resultados finales sean iguales.
- 10.1.3.6. El caudalímetro deberá instalarse en una disposición que incluya tramos de tubería suficientemente largos tanto antes como después del orificio, o bien en otras disposiciones con inclusión de paletas enderezadoras, que aseguren la ausencia de perturbaciones en el orificio para las relaciones de diámetros a emplear entre orificio y tuberías.
- Las bridas entre las que se sitúa y se fija el orificio deberán estar provistas de líneas de toma de presión conectadas a un manómetro. Este instrumento indica el diferencial de presión en el orificio y la medición se utiliza en el cálculo de caudal. Se instalará una galga de presión calibrada en la parte de la tubería del caudalímetro situada aguas abajo del orificio. Este instrumento indica la presión de conducción y la medición también se utiliza en el cálculo de caudal.
- 10.1.3.7. Se conectará un instrumento indicador de temperatura en la tubería del caudalímetro situada aguas abajo del orificio para indicar la temperatura del aire que fluye hasta la válvula de seguridad. La medición de este instrumento deberá integrarse en el cálculo para corregir la temperatura del caudal de aire a una temperatura base de 15 °C. Deberá disponerse de un barómetro que indique la presión atmosférica dominante.
- La medición del barómetro deberá añadirse a la presión indicada del caudal de aire. Esta presión absoluta deberá integrarse en el cálculo de caudal de manera similar. La presión del aire hasta el caudalímetro se controlará por medio de una válvula adecuada instalada en la canalización de alimentación de aire por delante del caudalímetro. La válvula limitadora de presión objeto del ensayo se conectará al extremo de descarga del caudalímetro.
- 10.1.3.8. Una vez realizados todos los preparativos para los ensayos de capacidad de conducción, deberá abrirse lentamente la válvula de la línea de alimentación de aire y aumentarse la presión a la válvula objeto del ensayo hasta la presión de conducción apropiada. Durante este intervalo, se registrará la presión a la que «salte» la válvula como «presión de apertura».
- 10.1.3.9. La presión de conducción predeterminada se mantendrá durante un breve intervalo hasta que se estabilicen las lecturas de los instrumentos. Las lecturas de la galga de presión de conducción, del manómetro de diferencial de presión y del indicador de temperatura del aire en circulación se registrarán al mismo tiempo. Después se reducirá la presión hasta que se detenga la descarga de la válvula.
- La presión a la que esto ocurra deberá registrarse como la «presión de purga» de la válvula.
- 10.1.3.10. A partir de los datos registrados y del coeficiente conocido del orificio del caudalímetro, deberá calcularse la capacidad de conducción de aire de la válvula limitadora de presión objeto del ensayo utilizando la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{F_b \cdot F_t \cdot \sqrt{0,1 \cdot h \cdot p}}{60}$$

donde:

Q = Capacidad de conducción de la válvula limitadora de presión, en m³/min. de aire a 100 kPa de presión absoluta y 15 °C.

F_b = Factor básico del orificio del caudalímetro a 100 kPa de presión absoluta y 15 °C.

F_t = Factor de temperatura del aire en circulación para convertir la temperatura registrada en la básica de 15 °C.

h = Presión diferencial en el orificio del caudalímetro en kPa.

p = Presión del aire en circulación hacia la válvula limitadora de presión, en kPa absolutos (presión de la galga más presión barométrica).

60 = Denominador para convertir la ecuación de m³/hora a m³/min.

- 10.1.3.11. La capacidad media de conducción de las tres válvulas limitadoras de presión, aplicando un redondeo de cinco unidades, deberá considerarse la capacidad de conducción de la válvula de ese tamaño, diseño y reglaje.
- 10.1.4. Comprobación de las presiones de descarga y estanquidad de las válvulas limitadoras de presión: ensayo n° 3
- 10.1.4.1. Tras los ensayos de capacidad de conducción, la presión de descarga de una válvula limitadora de presión no será inferior al 85 % y la presión de estanquidad no será inferior al 80 % de las presiones iniciales de descarga y estanquidad registradas en el ensayo n° 1 del apartado 10.1.2.
- 10.1.4.2. Estos ensayos deberán realizarse alrededor de 1 hora después del ensayo de capacidad de conducción y el procedimiento de ensayo deberá ser el descrito en el ensayo n° 1 del apartado 10.1.2.
- 10.2. Ensayo de funcionamiento de la válvula limitadora de caudal.
- 10.2.1. Las válvulas limitadoras de caudal no funcionarán a más del 10 % por encima ni a menos del 20 % por debajo de la capacidad de conducción de cierre nominal especificada por el fabricante y se cerrarán automáticamente con un diferencial de presión en la válvula no superior a 100 kPa durante los ensayos de funcionamiento descritos a continuación.
- 10.2.2. Se someterán a estos ensayos tres muestras de cada tamaño y estilo de válvula. Las válvulas destinadas a utilizarse exclusivamente con líquidos deberán probarse con agua, por lo demás los ensayos se realizarán tanto con agua como con aire. Excepto por lo indicado en el apartado 10.2.3., deberán realizarse ensayos independientes con cada muestra instalada en posición vertical, horizontal e invertida. Los ensayos con aire deberán realizarse sin canalizaciones u otras restricciones conectadas a la salida de la muestra objeto del ensayo.
- 10.2.3. Una válvula destinada a instalarse exclusivamente en una posición sólo podrá probarse en esa posición.
- 10.2.4. El ensayo con aire deberá realizarse utilizando un caudalímetro embridado de orificio adecuadamente diseñado y calibrado, conectado a una fuente de alimentación de aire de capacidad y presión adecuadas.
- 10.2.5. La muestra objeto del ensayo se conectará a la salida del caudalímetro. En el lado de entrada de la muestra objeto del ensayo se instalará un manómetro o galga de presión calibrada que registre en incrementos no superiores a 3 kPa para indicar la presión de cierre.
- 10.2.6. El ensayo se realizará aumentando lentamente el paso de aire por el caudalímetro hasta que se cierre la válvula de retención. En el momento de cerrarse, se registrarán el diferencial de presión en el orificio del caudalímetro y la presión de cierre indicada por la galga. Después se calculará el caudal en el momento del cierre.
- 10.2.7. Podrán utilizarse otros tipos de caudalímetros y un gas distinto del aire.
- 10.2.8. El ensayo con agua se realizará utilizando un caudalímetro de líquidos (o equivalente) instalado en un sistema de canalización que tenga presión suficiente para suministrar el caudal necesario. El sistema deberá incluir un piezómetro o tubería de admisión como mínimo del tamaño inmediatamente mayor que la válvula objeto del ensayo, con una válvula de control de caudal conectada entre el caudalímetro y el piezómetro. Podrá utilizarse un latiguillo o una válvula de descarga hidrostática, o ambos, para reducir el efecto del choque de presión al cerrarse la válvula limitadora de caudal.
- 10.2.9. La muestra objeto del ensayo se conectará al extremo de salida del piezómetro. Se conectará un manómetro o galga de presión calibrada de retardo que permita realizar mediciones de 0 a 1 440 kPa a una toma de presión en el lado de entrada de la muestra objeto del ensayo para indicar la presión de cierre. La conexión se realizará utilizando un trozo de latiguillo de caucho entre la galga de presión y la toma de presión, con una válvula instalada en la admisión de la galga para purgar el aire del sistema.
- 10.2.10. Antes del ensayo, se abrirá ligeramente la válvula de control de caudal, con la válvula de purga de la galga de presión abierta, para eliminar el aire del sistema. Después se cerrará la válvula de purga y se realizará el ensayo aumentando lentamente el caudal hasta que se cierre la válvula de retención. Durante el ensayo, la galga de presión deberá situarse al mismo nivel que la muestra objeto del ensayo. En el momento de cerrarse, se registrarán el caudal y la presión de cierre. Cuando la válvula limitadora de caudal esté en la posición de cierre, se registrará la tasa de fugas o derivación.
- 10.2.11. Las válvulas limitadoras de caudal utilizadas en el montaje de unidades de llenado se cerrarán automáticamente con un diferencial de presión no superior a 138 kPa en el ensayo descrito a continuación.

- 10.2.12. Se someterán a estos ensayos tres muestras de cada tamaño de válvula. Los ensayos se realizarán con aire y se efectuarán ensayos independientes con cada muestra montada vertical y horizontalmente. Los ensayos deberán realizarse según lo descrito en los apartados 10.2.4. a 10.2.7., con un tubo de acoplamiento en la unidad de llenado conectado a la muestra objeto del ensayo y con la válvula antirretorno superior en la posición de apertura.
- 10.3. Ensayo de velocidad de carga
- 10.3.1. El ensayo del buen funcionamiento del dispositivo que limite el grado de llenado del recipiente deberá realizarse con velocidades de llenado de 20, 50 y 80 l/min o con el caudal máximo bajo una presión de entrada de 700 kPa absolutos.
- 10.4. Ensayo de resistencia a la fatiga del limitador de llenado
- El dispositivo que limite el grado de llenado del recipiente podrá soportar 6 000 ciclos de llenado completos hasta el máximo grado de llenado.
- 10.4.1. Alcance
- Todo dispositivo que limite el grado de llenado del recipiente y que actúe por medio de un flotador, tras haber sido sometido a los ensayos que tienen por objeto verificar que:
- limita el grado de llenado del recipiente al 80 % de su capacidad o menos;
 - no permite, en la posición de cierre, que se llene el recipiente a más de 0,5 litros por minuto;
- se someterá a uno de los procedimientos de ensayo establecidos en los apartados 10.5.5. o 10.5.6. para confirmar que la construcción del dispositivo le permite soportar los esfuerzos de vibración dinámica esperados y que las condiciones de vibración en servicio no provocarán fallos o degradaciones de su funcionamiento.
- 10.5. Procedimiento de ensayo de vibraciones
- 10.5.1. Equipos y técnicas de montaje
- El objeto de ensayo se fijará al equipo de vibración por sus medios de montaje normales, ya sea directamente al excitador de vibración o mesa de transición, o por medio de un portapieza rígido capaz de transmitir las condiciones de vibración especificadas. Los equipos utilizados para medir y/o registrar el nivel de aceleración o nivel de amplitud y la frecuencia tendrán una precisión de al menos el 10 % del valor medido.
- 10.5.2. Elección del procedimiento
- A elección de la autoridad que otorgue la homologación de tipo, los ensayos se realizarán de acuerdo con el procedimiento A descrito en el apartado 10.5.5. o con el procedimiento B descrito en el apartado 10.5.6.
- 10.5.3. Generalidades
- Los ensayos siguientes se realizarán a lo largo de cada uno de los tres ejes ortogonales del objeto de ensayo.
- 10.5.4. Procedimiento A
- 10.5.4.1. Búsqueda por resonancia
- Las frecuencias de resonancia del limitador de llenado se determinarán variando la frecuencia de la vibración aplicada lentamente en toda la gama especificada a niveles de ensayo reducidos, pero con amplitud suficiente para excitar el objeto. Podrá realizarse una búsqueda por resonancia sinusoidal utilizando el nivel de ensayo y el tiempo de ciclo especificados para el ensayo de ciclos, a condición de que se incluya el tiempo de búsqueda por resonancia en el tiempo requerido para el ensayo de ciclos del apartado 10.5.5.3.
- 10.5.4.2. Ensayo de permanencia en resonancia
- El objeto del ensayo se someterá a vibración durante 30 minutos a lo largo de cada eje a las frecuencias de resonancia más fuertes determinadas en el apartado 10.5.5.1. El nivel de ensayo será de 1,5 g (14,7 m/s²). Si se hallan más de cuatro frecuencias resonantes significativas para uno de los ejes, se elegirán para este ensayo las cuatro más fuertes. Si se produce un cambio de la frecuencia resonante durante el ensayo, se registrará el momento en que esto ocurra y se ajustará inmediatamente la frecuencia para mantener el pico de resonancia. Se registrará la frecuencia resonante final. Se incluirá el tiempo total del ensayo de permanencia en el tiempo requerido para el ensayo de ciclos del apartado 10.5.5.3.

10.5.4.3. Ensayo de ciclos sinusoidales

El objeto del ensayo se someterá a vibraciones sinusoidales durante tres horas a lo largo de sus ejes ortogonales de acuerdo con:

- un nivel de aceleración de 1,5 g ($14,7 \text{ m/s}^2$),
- una gama de frecuencias de 5 a 200 Hz,
- un tiempo de barrido de 12 minutos.

La frecuencia de vibración aplicada se someterá a un barrido en la gama especificada logarítmicamente.

El tiempo de barrido especificado será el de un barrido ascendente más un barrido descendente.

10.5.5. Procedimiento B

10.5.5.1. El ensayo se realizará en un banco de vibraciones sinusoidales, a una aceleración constante de 1,5 g y a frecuencias de entre 5 y 200 Hz. El ensayo durará 5 horas por cada uno de los ejes especificados en el apartado 10.5.4. La banda de frecuencias de 5 a 200 Hz se cubrirá en cada uno de los dos sentidos en 15 minutos.

10.5.5.2. Alternativamente, en el caso de que el ensayo no se realice utilizando un banco de aceleración constante, la banda de frecuencias de 5 a 200 Hz deberá subdividirse en 11 bandas de semioctavas, cada una de ellas cubierta por una amplitud constante, de modo que la aceleración teórica se incluya entre 1 y 2 g ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$).

Las amplitudes de vibración de cada banda son las siguientes:

Amplitud en mm (valor cresta)	Frecuencia en Hz (aceleración = 1g)	Frecuencia en Hz (aceleración = 2g)
10	5	7
5	7	10
2,50	10	14
1,25	14	20
0,60	20	29
0,30	29	41
0,15	41	57
0,08	57	79
0,04	79	111
0,02	111	157
0,01	157	222

Cada banda se cubrirá en ambas direcciones en 2 minutos, 30 minutos en total para cada banda.

10.5.6. Especificación

Tras haber sido sometido a uno de los procedimientos de ensayo de vibraciones anteriormente descritos, el dispositivo no presentará fallos mecánicos y se considerará que cumple los requisitos del ensayo de vibración exclusivamente en el caso de que los valores de sus parámetros característicos:

- grado de llenado en la posición de cierre,
- velocidad de llenado permitida en la posición de cierre,

no sobrepasen los límites prescritos y no sobrepasen por más de un 10 % los valores precedentes al procedimiento de ensayo de vibración.

11. Ensayos de compatibilidad con GLP para materiales sintéticos
- 11.1. Las piezas sintéticas que estén en contacto con GLP líquido no presentarán un excesivo cambio de volumen o pérdida de peso.
- Resistencia al n-pentano de conformidad con la norma ISO 1817 con las siguientes condiciones:
- i) medio: n-pentano
 - ii) temperatura: 23 °C (tolerancia conforme a la norma ISO 1817)
 - iii) período de inmersión: 72 horas
- 11.2. Requisitos:
- cambio máximo de volumen: 20 %
- Tras mantenerse en aire a una temperatura de 40 °C durante un período de 48 horas, la masa no podrá disminuir más de un 5 % respecto del valor original.
12. Resistencia a la corrosión
- 12.1. Los componentes metálicos que contengan GLP cumplirán los requisitos de los ensayos de fugas mencionados en los puntos 4, 5, 6 y 7 y tras haber sido sometidos a un ensayo de niebla salina de 144 horas de duración conforme a la norma ISO 9227, con todas las conexiones cerradas;
- o un ensayo opcional:
- 12.1.1. Los componentes metálicos que contengan GLP cumplirán los requisitos de los ensayos de fugas mencionados en los puntos 4, 5, 6 y 7 y tras haber sido sometidos a un ensayo de niebla salina de acuerdo con la norma IEC 68-2-52 Kb: Ensayo de niebla salina.
- Procedimiento de ensayo:*
- Antes del ensayo, se limpiará el componente de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Se cerrarán todas las conexiones. El componente no se pondrá en funcionamiento durante el ensayo.
- Posteriormente, se someterá el componente durante 2 horas a la nebulización de una solución salina que contenga un 5 % de NaCl (% de masa) con menos del 0,3 % de contaminación y un 95 % de agua destilada o desmineralizada, a una temperatura de 20 °C. Tras la nebulización, se mantendrá el componente a 40 °C de temperatura y al 90-95 % de humedad relativa durante 168 horas. Este ciclo se repetirá 4 veces.
- Tras el ensayo, se limpiará y secará el componente durante 1 hora a 55 °C. El componente se acondicionará a continuación a las condiciones de referencia durante 4 horas, antes de someterlo a nuevos ensayos.
- 12.2. Los componentes de cobre o latón que contengan GLP cumplirán los requisitos de los ensayos de fugas mencionados en los puntos 4, 5, 6 y 7 y tras haber sido sometidos a una inmersión de 24 horas en amoníaco conforme a la norma ISO 6957 con todas las conexiones cerradas.
13. Resistencia al calor seco
- El ensayo deberá realizarse de conformidad con la norma ISO 188. La muestra deberá exponerse al aire a una temperatura igual a la máxima temperatura de funcionamiento durante 168 horas.
- El cambio admisible de resistencia a la tracción no aumentará más del 25 %.
- El cambio admisible del alargamiento a la rotura no excederá de los siguientes valores:
- Aumento máximo: 10 %
 - Disminución máxima: 30 %
14. Envejecimiento por ozono
- 14.1. El ensayo deberá cumplir la norma ISO 1431/1.
- La muestra, que deberá someterse a un esfuerzo de alargamiento del 20 %, se expondrá al aire a 40 °C con una concentración de ozono de 50 partes por cada cien millones durante 72 horas.
- 14.2. No se permitirá el agrietamiento de la muestra.

15. Fluencia (*creep*)
- Las partes no metálicas que contengan GLP líquido cumplirán los requisitos de los ensayos de fugas mencionados en los apartados 5, 6 y 7 tras haber sido sometidos a una presión hidráulica de 2,25 veces la presión máxima de funcionamiento a una temperatura de 120 °C durante un mínimo de 96 horas. Como medio de ensayo podrá utilizarse agua o cualquier otro fluido hidráulico adecuado.
16. Ensayo de ciclo térmico
- Las piezas no metálicas que contengan GLP líquido cumplirán los requisitos de los ensayos de fugas mencionados en los apartados 5, 6 y 7 tras haber sido sometidos a un ciclo térmico de 96 horas, desde la temperatura mínima de funcionamiento hasta la temperatura máxima de funcionamiento con un tiempo de ciclo de 120 minutos, bajo la máxima presión de trabajo.
17. Compatibilidad con fluidos de intercambio de calor de piezas no metálicas
- 17.1. Las muestras sometidas a ensayo se sumergirán en un medio de intercambio de calor durante 168 horas a 90 °C; a continuación se secarán durante 48 horas a una temperatura de 40 °C. El fluido de intercambio de calor utilizado para el ensayo se compondrá de un 50 % de agua y de un 50 % de etilenglicol.
- 17.2. Se considerará que el ensayo es satisfactorio si la variación de volumen es inferior a 20 %, el cambio en la masa es inferior a 5 %, el cambio de la resistencia a la tracción es inferior a – 25 % y el cambio en alargamiento a la rotura se sitúa entre – 30 % y + 10 %.
-

ANEXO 16

DISPOSICIONES RELATIVAS A LA MARCA IDENTIFICATIVA DE GLP PARA VEHÍCULOS DE LAS CATEGORÍAS M2 Y M3

La marca será una pegatina resistente a la intemperie.

El color y las dimensiones de la pegatina deberán ajustarse a los siguientes requisitos:

Colores:

Fondo:	verde
Contorno:	blanco o blanco reflectante
Letras:	blanco o blanco reflectante

Dimensiones

Ancho del contorno:	4-6 mm
Alto de los caracteres:	≥ 25 mm
Grosor de los caracteres:	≥ 4 mm
Ancho de la pegatina:	110-150 mm
Alto de la pegatina:	80-110 mm

La palabra «GLP» deberá quedar centrada en el medio de la pegatina.

ANEXO 17

DISPOSICIONES RELATIVAS A LA MARCA IDENTIFICATIVA DE ACOPLAMIENTOS DE SERVICIO

**SÓLO PARA
MANTENIMIENTO**

La marca será una pegatina resistente a la intemperie.

El color y las dimensiones de la pegatina deberán ajustarse a los siguientes requisitos:

Colores:

Fondo:	rojo
Letras:	blanco o blanco reflectante

Dimensiones

Alto de los caracteres:	≥ 5 mm
Grosor de los caracteres:	≥ 1 mm
Ancho de la pegatina:	70-90 mm
Alto de la pegatina:	20-30 mm

El texto «SÓLO PARA MANTENIMIENTO» deberá quedar centrado en el medio de la pegatina.

Sólo los textos CEPE originales tienen efecto jurídico en el marco del Derecho internacional público. La situación y la fecha de entrada en vigor del presente Reglamento deben consultarse en la última versión del documento de situación CEPE TRANS/WP.29/343, disponible en: <http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29fdocsts.html>.

Reglamento nº 110 de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE) — Disposiciones uniformes relativas a la homologación de:

- I. Componentes específicos de vehículos de motor que utilizan gas natural comprimido (GNC) en sus sistemas de propulsión.**
- II. Vehículos en relación con la instalación de componentes específicos de un tipo homologado para el uso de gas natural comprimido (GNC) en sus sistemas de propulsión**

Apéndice 109: Reglamento nº 110

Que incorpora todo el texto válido hasta:

El Suplemento 6 de la versión original del Reglamento. Fecha de entrada en vigor: 18 de junio de 2007

ÍNDICE

REGLAMENTO

1. Ámbito de aplicación
2. Definición y clasificación de los componentes

PARTE I

3. Solicitud de homologación
4. Identificación
5. Homologación
6. Especificaciones relativas a componentes para GNC
7. Modificaciones de un tipo de componente para GNC y extensión de la homologación
8. (No asignado)
9. Conformidad de la producción
10. Sanciones por disconformidad de la producción⁷
11. (No asignado)
12. Cese definitivo de la producción
13. Nombres y direcciones de los servicios técnicos encargados de los ensayos de homologación y de los servicios administrativos

PARTE II

14. Definiciones
15. Solicitud de homologación
16. Homologación
17. Requisitos para la instalación de componentes específicos para uso de gas natural comprimido en el sistema de propulsión de un vehículo
18. Conformidad de la producción
19. Sanciones por disconformidad de la producción
20. Modificación y extensión de la homologación de un tipo de vehículo
21. Cese definitivo de la producción
22. Nombres y direcciones de los servicios técnicos encargados de los ensayos de homologación y de los servicios administrativos

ANEXOS

- | | |
|----------|---|
| Anexo 1A | Características fundamentales del componente de GNC |
| Anexo 1B | Características esenciales del vehículo, motor y sistema relacionado con el GNC |
| Anexo 2A | Disposición de la marca de homologación de tipo de los componentes para GNC |

Anexo 2B	Comunicación relativa a la concesión, extensión, denegación o retirada de la homologación, o al cese definitivo de la producción de un tipo de componente para GNC de acuerdo con el Reglamento n° 110 Apéndice — Información adicional relativa a la homologación tipo de un tipo de componente para GNC de conformidad con el Reglamento n° 110
Anexo 2C	Disposición de las marcas de homologación
Anexo 2D	Comunicación relativa a la concesión, extensión, denegación o retirada de la homologación, o al cese definitivo de la producción de un tipo de vehículo en relación con la instalación del sistema GNC de acuerdo con el Reglamento n° 110
Anexo 3	Botellas de gas — botella de alta presión para almacenamiento a bordo de gas natural como combustible para vehículos automóviles Apéndice A — Métodos de ensayo Apéndice B — (No asignado) Apéndice C — (No asignado) Apéndice D — Formularios para los informes Apéndice E — Verificación de los coeficientes de esfuerzo con calibres extensométricos Apéndice F — Métodos para determinar el comportamiento de fractura Apéndice G — Instrucciones del fabricante relativas a la manipulación, uso e inspección de las botellas Apéndice H — Ensayo ambiental
Anexo 4A	Disposiciones relativas a la homologación de la válvula automática, válvula de retención, válvula limitadora de presión, dispositivo limitador de presión y válvula limitadora de caudal
Anexo 4B	Disposiciones relativas a la homologación de tubos flexibles o mangueras de combustible
Anexo 4C	Disposiciones relativas a la homologación del filtro de GNC
Anexo 4D	Disposiciones relativas a la homologación del regulador de presión
Anexo 4E	Disposiciones relativas a la homologación de los sensores de presión y temperatura
Anexo 4F	Disposiciones relativas a la homologación de la unidad de llenado
Anexo 4G	Disposiciones relativas a la homologación del regulador de caudal de gas y del mezclador de gas/aire o inyector de gas
Anexo 4H	Disposiciones relativas a la homologación de la unidad de control electrónico
Anexo 5	Procedimientos de ensayo
Anexo 5A	Prueba de sobrepresión (prueba de resistencia)
Anexo 5B	Ensayo de fugas externas
Anexo 5C	Ensayo de fugas internas
Anexo 5D	Ensayo de compatibilidad con el GNC
Anexo 5E	Ensayo de resistencia a la corrosión
Anexo 5F	Resistencia al calor seco
Anexo 5G	Envejecimiento por ozono
Anexo 5H	Ensayo de ciclos de temperatura
Anexo 5I	Ensayo de ciclos de presión aplicable exclusivamente a botellas (véase el anexo 3)
Anexo 5J	(No asignado)
Anexo 5K	(No asignado)
Anexo 5L	Ensayo de durabilidad (funcionamiento continuo)
Anexo 5M	Ensayo de rotura/destructivo aplicable sólo a botellas (véase el anexo 3)
Anexo 5N	Ensayo de resistencia a las vibraciones
Anexo 5O	Temperaturas de funcionamiento
Anexo 6	Disposiciones relativas a la marca de identificación GNC para vehículos de servicio público

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

El presente Reglamento se aplica a:

- 1.1. Parte I: Componentes específicos de vehículos de las categorías M y N ⁽¹⁾ que utilizan gas natural comprimido (GNC) en sus sistemas de propulsión;
- 1.2. Parte II: Vehículos de las categorías M y N ⁽¹⁾ en relación con la instalación de componentes específicos de un tipo homologado para el uso de gas natural comprimido (GNC) para su propulsión.

⁽¹⁾ Con arreglo a la definición que figura en el anexo 7 de la Resolución consolidada sobre la construcción de vehículos (R.E.3) (documento TRANS/WP 29/78/Rev.1/Enmienda 2, modificado en último lugar por la Enmienda 4).

2. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES

Los componentes de GNC para uso en vehículos se clasificarán en relación con la presión de trabajo y su función, de acuerdo con la figura 1-1.

- | | |
|---------|---|
| Clase 0 | Piezas de alta presión, inclusive tubos y accesorios, que contengan GNC a una presión superior a 3 MPa y hasta 26 MPa. |
| Clase 1 | Piezas de media presión, inclusive tubos y accesorios, que contengan GNC a una presión superior a 450 kPa y hasta 3 000 kPa (3 MPa). |
| Clase 2 | Piezas de baja presión, inclusive tubos y accesorios, que contengan GNC a una presión superior a 20 kPa y hasta 450 kPa. |
| Clase 3 | Piezas de media presión, como válvulas de seguridad o protegidas por válvulas de seguridad, inclusive tubos y accesorios, que contengan GNC a una presión superior a 450 kPa y hasta 3 000 kPa (3 MPa). |
| Clase 4 | Piezas en contacto con gas sometidas a una presión inferior a 20 kPa. |

Un componente puede constar de varias piezas, cada una de las cuales se clasificará en su propia clase con relación a la máxima presión de trabajo y a la función.

2.1. «Presión» significa presión relativa respecto a la atmosférica, a menos que se indique otra cosa.

2.1.1. «Presión de servicio» significa la presión estabilizada a una temperatura uniforme del gas de 15 °C.

2.1.2. «Presión de ensayo» significa la presión a la cual se somete el componente durante los ensayos de homologación.

2.1.3. «Presión de trabajo» significa la máxima presión a la que puede someterse un componente según el diseño y que es la base para determinar la resistencia del componente considerado.

2.1.4. «Temperaturas de funcionamiento» significa los valores máximos de la escala de temperaturas, que figuran en el anexo 5O, en los que está garantizado el funcionamiento seguro y adecuado del componente específico y para los que ha sido diseñado y homologado.

2.2. «Componente específico» significa:

- a) recipiente (o botella),
- b) accesorios montados en la botella,
- c) regulador de presión,
- d) válvula automática,
- e) válvula manual,
- f) dispositivo de alimentación de gas,
- g) regulador de caudal de gas,
- h) tubo flexible de combustible,
- i) tubo rígido de combustible,
- j) unidad de llenado o receptáculo,
- k) válvula de retención,
- l) válvula limitadora de presión (válvula de descarga),
- m) dispositivo limitador de presión (disparado por temperatura),

- n) filtro,
- o) sensor/indicador de presión o temperatura,
- p) válvula limitadora de caudal,
- q) válvula de servicio,
- r) unidad de control electrónico,
- s) compartimento estanco al gas,
- t) accesorio,
- u) manguera de ventilación.

2.2.1. Muchos de los componentes arriba mencionados pueden combinarse o instalarse conjuntamente como «componente multifuncional»

Fig. 1-1

Diagrama de flujo para la clasificación de componentes de GNC

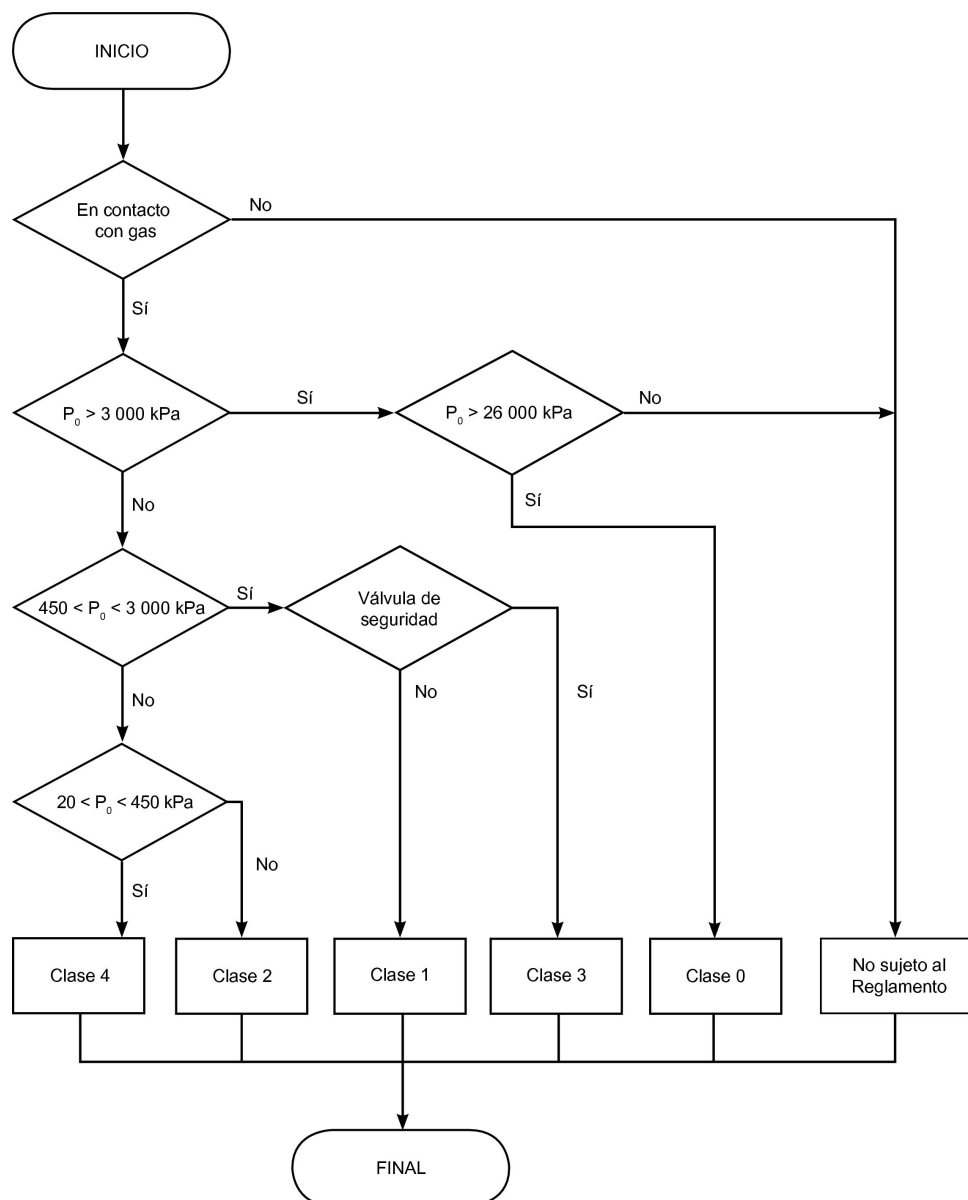


Fig. 1-2

Ensayos aplicables a clases específicas de componentes (excluidas las botellas)

Ensayo de comportamiento	Ensayo de resistencia a la sobrepresión	Ensayo de fugas (externas)	Ensayo de fugas (internas)	Prueba de durabilidad en funcionamiento continuo	Resistencia a la corrosión	Envejecimiento por ozono	Compatibilidad con el GNC	Resistencia a las vibraciones	Resistencia al calor seco
	Anexo 5A	Anexo 5B	Anexo 5C	Anexo 5L	Anexo 5E	Anexo 5G	Anexo 5D	Anexo 5N	Anexo 5F
Clase 0	X	X	A	A	X	X	X	X	X
Clase 1	X	X	A	A	X	X	X	X	X
Clase 2	X	X	A	A	X	A	X	X	A
Clase 3	X	X	A	A	X	X	X	X	X
Clase 4	O	O	O	O	X	A	X	O	A

X = Aplicable

O = No aplicable

A = Según proceda

2.3. «Recipiente» (o botella) significa cualquier vasija utilizada para el almacenamiento de gas natural comprimido;

2.3.1. Un recipiente puede ser:

GNC-1: metálico;

GNC-2: camisa metálica reforzada con filamento continuo impregnado de resina (envolvente de anillos);

GNC-3: camisa metálica reforzada con filamento continuo impregnado de resina (envolvente total);

GNC-4: filamento continuo impregnado con resina con una camisa no metálica (todo material compuesto).

2.4. «Tipo de recipiente» significa recipientes que no difieren en cuanto a dimensiones y características de los materiales de lo especificado en el anexo 3.

2.5. «Accesorios montados en el recipiente» significa los siguientes componentes (aunque sin limitarse a ellos), separados o en combinación, cuando se montan en el recipiente:

2.5.1. Válvula manual;

2.5.2. Indicador/sensor de presión;

2.5.3. Válvula limitadora de presión (válvula de descarga);

2.5.4. Dispositivo limitador de presión (disparado por temperatura);

2.5.5. Válvula automática de botella;

2.5.6. Válvula limitadora de caudal;

2.5.7. Compartimento estanco al gas.

2.6. «Válvula» significa un dispositivo mediante el cual se puede controlar el flujo de un fluido.

2.7. «Válvula automática» significa una válvula que no es accionada manualmente.

2.8. «Válvula automática de botella» significa una válvula automática unida rígidamente a la botella, que controla el flujo de gas al sistema de combustible. También se la denomina válvula de servicio por control remoto.

2.9. «Válvula de retención» significa una válvula automática que sólo permite el paso de gas en una dirección.

2.10. «Válvula limitadora de caudal» (dispositivo limitador de caudal) significa una válvula que cierra o limita automáticamente el caudal de gas cuando éste supera un valor de diseño especificado.

- 2.11. «Válvula manual» significa a válvula manual rígidamente unida a la botella.
- 2.12. «Válvula limitadora de presión (válvula de descarga)» significa un dispositivo que impide que se supere una presión predeterminada en el circuito anterior.
- 2.13. «Válvula de servicio» significa una válvula de aislamiento que se cierra para el mantenimiento del vehículo.
- 2.14. «Filtro» significa un tamiz protector que elimina residuos extraños de la corriente de gas.
- 2.15. «Accesorio» significa un conector utilizado en un sistema de tubos rígidos o flexibles.
- 2.16. **Tubos de combustible**
 - 2.16.1. «Tubos flexibles de combustible» significa una serie de tubos o mangueras flexibles a través de las cuales pasa gas natural.
 - 2.16.2. «Tubos rígidos de combustible» significa una serie de tubos que no se han diseñado para que se doblen en condiciones de funcionamiento normal y a través de los cuales pasa gas natural.
- 2.17. «Dispositivo de alimentación de gas» significa un dispositivo para introducir combustible gaseoso en el colector de admisión del motor (carburador o inyector).
 - 2.17.1. «Mezclador gas/aire» significa un dispositivo para efectuar la mezcla del combustible gaseoso y el aire de admisión destinada al motor.
 - 2.17.2. «Inyector de gas» significa un dispositivo para introducir combustible en el motor o en el sistema de admisión asociado.
- 2.18. «Regulador de caudal de gas» significa un dispositivo de restricción del caudal de gas, instalado detrás de un regulador de presión, que controla el caudal de gas que pasa al motor.
- 2.19. «Compartimento estanco al gas» significa un dispositivo que expulsa las fugas de gas al exterior del vehículo y que incluye el tubo flexible de ventilación de gas.
- 2.20. «Indicador de presión» significa un dispositivo a presión que indica la presión del gas.
- 2.21. «Regulador de presión» significa un dispositivo utilizado para controlar la presión del combustible gaseoso que llega al motor.
- 2.22. «Dispositivo limitador de presión (disparado por temperatura)» significa un dispositivo de un solo uso disparado por una temperatura y/o presión excesiva que deja salir el gas para evitar que la botella se rompa.
- 2.23. «Unidad o recipiente de llenado» significa un dispositivo montado en el interior o exterior del vehículo (compartimento del motor) que se utiliza para llenar el recipiente en la estación de servicio.
- 2.24. «Unidad de control electrónico (GNC — alimentación de combustible)» significa un dispositivo que controla la demanda de gas del motor y otros parámetros del motor y cierra automáticamente la válvula automática, necesario por razones de seguridad.
- 2.25. «Tipo de componentes», como se ha señalado en los apartados 2.6 a 2.23, significa componentes que no difieren en aspectos esenciales como los materiales, las presiones de trabajo o las temperaturas de funcionamiento.
- 2.26. «Tipo de unidad de control electrónico», como se ha mencionado en el apartado 2.24, significa componentes que no difieren en aspectos esenciales, como los principios básicos del software, salvo pequeños cambios.

PARTE I

HOMOLOGACIÓN DE COMPONENTES ESPECÍFICOS DE VEHÍCULOS DE MOTOR QUE UTILIZAN GAS NATURAL COMPRIMIDO (GNC) EN SUS SISTEMAS DE PROPULSIÓN

- 3. SOLICITUD DE HOMOLOGACIÓN
 - 3.1. La solicitud de homologación de componentes específicos o componentes multifuncionales será presentada por el titular del nombre o marca comercial o por su representante debidamente acreditado.

- 3.2. Deberá ir acompañada de los documentos que se mencionan a continuación, por triplicado, así como de los elementos siguientes:
- 3.2.1. descripción del vehículo, comprendidos todos los datos particulares a los que se hace referencia en el anexo 1A del presente Reglamento,
- 3.2.2. una descripción detallada del tipo del componente específico,
- 3.2.3. un plano del componente específico suficientemente detallado y a una escala adecuada,
- 3.2.4. verificación del cumplimiento de las especificaciones establecidas en el apartado 6 del presente Reglamento.
- 3.3. A petición del servicio técnico responsable de realizar las pruebas de homologación, se facilitarán muestras del componente específico y en su caso también muestras suplementarias (máximo 3).
- 3.3.1. Durante la preproducción de recipientes, [n] (*) recipientes de cada 50 productos (lote de calificación) se someterán a las pruebas no destructivas del anexo 3.
4. IDENTIFICACIÓN
- 4.1. Las muestras de componente específicos presentados para su homologación llevarán el nombre o marca comercial del fabricante y el tipo, incluido uno relativo a las temperaturas de funcionamiento («M» o «C» para temperaturas moderadas o frías, según corresponda); y, además, en el caso de tubos flexibles, el mes y año de fabricación; estas marcas de identificación serán claramente legibles e indelebles.
- 4.2. Todos los componentes tendrán espacio suficiente para poner la marca de homologación; este espacio se indicará en los planos a que se hace referencia en el apartado 3.2.2. anterior.
- 4.3. Todos los recipientes tendrán también un espacio para marcas con los datos siguientes claramente legibles e indelebles:
- a) un número de serie;
 - b) la capacidad en litros;
 - c) la marca «GNC»;
 - d) presión de régimen/presión de ensayo [MPa];
 - e) masa (kg);
 - f) año y mes de homologación (por ejemplo 96/01);
 - g) marca de homologación según el apartado 5.4.
5. HOMOLOGACIÓN
- 5.1. Si las muestras del componente presentadas para su homologación cumplen los requisitos de los apartados 6.1. a 6.11. del presente Reglamento, se concederá la homologación del tipo de componente.
- 5.2. Se asignará un número de homologación a cada tipo de componente o componente multifuncional homologado. Sus dos primeros dígitos (actualmente 00 para el Reglamento en su forma original) indicarán la serie de enmiendas que incorporen las últimas modificaciones técnicas importantes introducidas en el Reglamento en el momento de la concesión de la homologación. La misma parte contratante no podrá asignar este mismo código alfanumérico a ningún otro tipo de componente.
- 5.3. La notificación de la homologación o del rechazo o de la prórroga de la homologación de un componente GNC de conformidad con el presente Reglamento se comunicará a las partes contratantes en aplicación del presente Reglamento, por medio de un impreso según el modelo del anexo 2B del mismo.

(*) Se especificará.

- 5.4. Se fijará de forma bien visible y en el espacio al que se hace referencia en apartado 4.2., a todos los componentes conformes con un tipo homologado de acuerdo con el presente Reglamento, además de la marca prevista en los apartados 4.1. y 4.3., una marca de homologación internacional consistente en:
- 5.4.1. La letra mayúscula «E» dentro de un círculo seguida del número que identifica al país que ha concedido la homologación ⁽²⁾.
- 5.4.2. El número del presente Reglamento, seguido de la letra «R», un guión y el número de homologación a la derecha del círculo establecido en el punto 5.4.1. Este número de homologación consistirá en el número de homologación del tipo de componente que aparezca en el certificado extendido para dicho tipo (ver el apartado 5.2. y el anexo 2B) precedido de dos cifras que indiquen la secuencia de la última serie de modificaciones del presente Reglamento.
- 5.5. La marca de homologación debe ser claramente legible e indeleble.
- 5.6. El anexo 2A del presente Reglamento contiene ejemplos de la disposición de la marca de homologación anteriormente mencionada.
6. ESPECIFICACIONES RELATIVAS A COMPONENTES PARA GNC
- 6.1. **Disposiciones generales**
- 6.1.1. Los componentes específicos de vehículos que utilicen GNC en su sistema de propulsión funcionarán de forma correcta y segura según lo especificado en el presente Reglamento.
- Los materiales de los componentes que estén en contacto con GNC serán compatibles con el mismo (ver el anexo 5D).
- Las partes de componentes cuyo funcionamiento correcto y seguro pueda ser influenciado por el GNC, alta presión o vibraciones, tendrán que someterse a los procedimientos de prueba pertinentes descritos en los anexos del presente Reglamento. Especialmente, deberán cumplirse las disposiciones de los apartados 6.2. a 6.11.
- Los componentes específicos de los vehículos que utilizan GNC en sus sistemas de propulsión cumplirán los requisitos pertinentes sobre compatibilidad electromagnética (EMC) con arreglo al Reglamento n° 10, serie 02 de enmiendas, o equivalente.
- 6.2. **Disposiciones relativas a los recipientes**
- 6.2.1. Los recipientes de GNC serán de un tipo homologado de acuerdo con las disposiciones establecidas en el anexo 3 del presente Reglamento.
- 6.3. **Disposiciones relativas a componentes montados en el recipiente**
- 6.3.1. Como mínimo, el recipiente estará equipado con los siguientes componentes, que podrán estar separados o combinados:
- 6.3.1.1. válvula manual,

⁽²⁾ 1 para Alemania, 2 para Francia, 3 para Italia, 4 para Países Bajos, 5 para Suecia, 6 para Bélgica, 7 para Hungría, 8 para la República Checa, 9 para España, 10 para Serbia, 11 para el Reino Unido, 12 para Austria, 13 para Luxemburgo, 14 para Suiza, 15 (sin asignar), 16 para Noruega, 17 para Finlandia, 18 para Dinamarca, 19 para Rumanía, 20 para Polonia, 21 para Portugal, 22 para la Federación de Rusia, 23 para Grecia, 24 para Irlanda, 25 para Croacia, 26 para Eslovenia, 27 para Eslovaquia, 28 para Belarús, 29 para Estonia, 30 (sin asignar), 31 para Bosnia y Herzegovina, 32 para Letonia, 33 (sin asignar), 34 para Bulgaria, 36 para Lituania, 37 para Turquía, 38 (sin asignar), 39 para Azerbaiyán, 40 para la Antigua República Yugoslava de Macedonia, 41 (sin asignar), 42 para la Comunidad Europea (sus Estados miembros conceden las homologaciones utilizando sus símbolos de la CEPE respectivos), 43 para Japón, 44 (sin asignar), 45 para Australia, 46 para Ucrania, 47 para Sudáfrica, 48 para Nueva Zelanda, 49 para Chipre, 50 para Malta, 51 para la República de Corea, 52 para Malasia, 53 para Tailandia, 54 y 55 (sin asignar), y 56 para Montenegro. Se asignarán números correlativos a otros países según el orden cronológico en que ratifiquen o se sumen al Tratado de adopción de condiciones uniformes de aprobación y reconocimiento recíproco de la aprobación de equipos y piezas de vehículos de motor; los números así asignados serán comunicados por la Secretaría General de las Naciones Unidas a las partes signatarias del Tratado.

- 6.3.1.2. válvula automática de botella;
- 6.3.1.3. dispositivo limitador de presión,
- 6.3.1.4. dispositivo limitador de caudal.
- 6.3.2. El recipiente podrá estar equipado con un compartimento estanco al gas, si es necesario.
- 6.3.3. Los componentes mencionados en los apartados 6.3.1. a 6.3.2. anteriores serán de un tipo homologado de acuerdo con las disposiciones establecidas en el anexo 4 del presente Reglamento.
- 6.4.-6.11. Disposiciones relativas a otros componentes

Los componentes indicados serán de un tipo homologado de acuerdo con las disposiciones establecidas en los anexos que indicados en la tabla siguiente:

Apartado	Componente	Anexo
6.4.	Válvula automática Válvula de retención Válvula limitadora de presión Dispositivo limitador de presión Válvula limitadora de caudal	4A
6.5.	Tubo flexible o manguera de combustible	4B
6.6.	Filtro de GNC	4C
6.7.	Regulador de presión	4D
6.8.	Sensores de presión y temperatura	4E
6.9.	Unidad o receptáculo de llenado	4F
6.10.	Regulador de caudal de gas y mezclador de gas/aire o inyector	4G
6.11.	Unidad de control electrónico	4H

- 7. MODIFICACIONES DE UN TIPO DE COMPONENTE PARA GNC Y EXTENSIÓN DE LA HOMOLOGACIÓN
- 7.1. Toda modificación de un tipo de componente para GNC se notificará al servicio administrativo que haya concedido la homologación de tipo. Dicho servicio podrá:
 - 7.1.1. considerar que las modificaciones no tendrán probablemente efectos adversos apreciables y que el componente seguirá cumpliendo los requisitos; o bien
 - 7.1.2. la autoridad competente deberá establecer si deben repetirse las pruebas total o parcialmente.
- 7.2. La confirmación o denegación de la homologación se comunicará a las Partes Contratantes del Acuerdo que apliquen el presente Reglamento, especificándose las modificaciones, mediante el procedimiento indicado en el punto 5.3.
- 7.3. El organismo competente que conceda la extensión de la homologación asignará un número de serie a cada formulario de notificación cumplimentado para dicha extensión.
- 8. (No asignado)
- 9. CONFORMIDAD DE LA PRODUCCIÓN

La conformidad de los procedimientos de producción se establecerá conforme a lo establecido en el apéndice 2 del Acuerdo (E/ECE/324-E/ECE/TRANS/505/Rev.2) y a los siguientes requisitos:

- 9.1. Todos los recipientes se probarán a una presión mínima de 1,5 veces la presión de trabajo, de conformidad con las prescripciones del anexo 3 del presente Reglamento.

- 9.2. La prueba de rotura bajo presión hidráulica de acuerdo con el apartado 3.2. del anexo 3 se realizará para cada lote, formado como máximo por 200 recipientes fabricados a partir del mismo lote de materia prima.
- 9.3. Todos los conjuntos de tubos flexibles de combustible utilizados a presión alta y media (clases 0 y 1) de acuerdo con la clasificación del apartado 2 del presente Reglamento, se probarán al doble de la presión de trabajo.
10. SANCIONES POR DISCONFORMIDAD DE LA PRODUCCIÓN
- 10.1. La homologación relativa a un tipo de componente de conformidad con el presente Reglamento podrá ser retirada si no se cumplen los requisitos establecidos en el apartado 9 anterior.
- 10.2. Cuando una parte en el Acuerdo que aplique el presente Reglamento retire una homologación que había concedido anteriormente, informará de ello inmediatamente a las demás partes contratantes que aplican el presente Reglamento, mediante un impreso de notificación conforme al modelo recogido en el anexo 2B del presente Reglamento.
11. (No asignado)
12. CESE DEFINITIVO DE LA PRODUCCIÓN
- Si el titular de la homologación abandona por completo la fabricación de un tipo de componente homologado de acuerdo con el presente Reglamento, informará del hecho a la autoridad que haya concedido la homologación. Tras recibir la comunicación pertinente, dicha autoridad informará de este extremo a las demás partes contratantes que apliquen el presente Reglamento por medio de un impreso de comunicación de acuerdo con el modelo del anexo 2B del presente Reglamento.
13. NOMBRES Y DIRECCIONES DE LOS SERVICIOS TÉCNICOS ENCARGADOS DE LOS ENSAYOS DE HOMOLOGACIÓN Y DE LOS SERVICIOS ADMINISTRATIVOS
- Las partes contratantes que apliquen el presente Reglamento comunicarán a la Secretaría de las Naciones Unidas los nombres y direcciones de los servicios técnicos responsables de realizar las pruebas de homologación y de los departamentos administrativos que concedan la homologación, a los cuales deberán enviarse impresos de certificación de la homologación o extensión, rechazo o retirada de la homologación, emitidos en otros países.

PORTE II

HOMOLOGACIÓN DE VEHÍCULOS EN RELACIÓN CON LA INSTALACIÓN DE COMPONENTES ESPECÍFICOS DE UN TIPO HOMOLOGADO PARA EL USO DE GAS NATURAL COMPRIMIDO (GNC) EN SUS SISTEMAS DE PROPULSIÓN

14. DEFINICIONES
- 14.1. A efectos de la parte II del presente Reglamento, se entenderá por:
- 14.1.1. «Homologación de un vehículo» significa la homologación de un tipo de vehículos de las categorías M y N en relación con su sistema GNC como equipamiento original para utilizarlo en su sistema de propulsión;
- 14.1.2. «Tipo de vehículo» designa a aquellos vehículos dotados de componentes específicos para el uso de GNC en su sistema de propulsión que no difieran respecto a las siguientes condiciones:
- 14.1.2.1. el fabricante;
- 14.1.2.2. la designación del tipo establecida por el fabricante;

- 14.1.2.3. los aspectos esenciales de la construcción y diseño:
- 14.1.2.3.1. bastidor/suelo (diferencias obvias y fundamentales);
- 14.1.2.3.2. instalación del equipo de GNC (diferencias evidentes y fundamentales);
- 14.1.3. «Sistema de GNC» significa un conjunto de componentes (uno o varios recipientes o botellas, válvulas, tubos flexibles de combustible, etc.) y piezas de conexión (tubos rígidos de combustible, accesorios de tubos, etc.) montados en vehículos de motor que utilizan GNC en sus sistemas de propulsión.
15. SOLICITUD DE HOMOLOGACIÓN
- 15.1. La solicitud de homologación de un tipo de vehículo con respecto a la instalación de componentes específicos para el uso de gas natural comprimido en su sistema de propulsión será presentada por el fabricante del vehículo o por un representante del mismo debidamente acreditado.
- 15.2. Irá acompañada de los documentos mencionados a continuación por triplicado: descripción del vehículo con todos los datos pertinentes a los que se hace referencia en el anexo 1B del presente Reglamento.
- 15.3. Se presentará al servicio técnico que realice las pruebas de homologación un vehículo representativo del tipo de vehículo cuya homologación se solicite.
16. HOMOLOGACIÓN
- 16.1. Si el vehículo presentado para su homologación de acuerdo con el presente Reglamento tiene todos los componentes específicos necesarios para el uso de gas natural comprimido en su sistema de propulsión y satisface los requisitos del apartado 17, se concederá la homologación de ese tipo de vehículo.
- 16.2. A cada tipo de vehículo homologado se le asignará un número de homologación. Los dos primeros dígitos indicarán la serie de enmiendas que incorporen las modificaciones técnicas importantes más recientes hechas en el Reglamento en el momento de expedir la homologación.
- 16.3. Se notificará la homologación, el rechazo o la extensión de la homologación de un tipo de vehículo de GNC de acuerdo con el presente Reglamento a las partes contratantes que lo apliquen, por medio de un impreso según el modelo del anexo 2D del presente Reglamento.
- 16.4. Se fijará de forma muy visible y en un espacio fácilmente accesible especificado en el impreso de homologación al que se hace referencia en el apartado 16.2 anterior y a todos los tipos de vehículos homologados de acuerdo con el presente Reglamento, una marca internacional de homologación consistente en:
- 16.4.1. La letra mayúscula «E» dentro de un círculo seguida del número que identifica al país que ha concedido la homologación ⁽³⁾.
- 16.4.2. El número del presente Reglamento, seguido de la letra «R», un guión y el número de homologación a la derecha del círculo establecido en el punto 16.4.1.

⁽³⁾ 1 para Alemania, 2 para Francia, 3 para Italia, 4 para Países Bajos, 5 para Suecia, 6 para Bélgica, 7 para Hungría, 8 para la República Checa, 9 para España, 10 para Serbia, 11 para el Reino Unido, 12 para Austria, 13 para Luxemburgo, 14 para Suiza, 15 (sin asignar), 16 para Noruega, 17 para Finlandia, 18 para Dinamarca, 19 para Rumanía, 20 para Polonia, 21 para Portugal, 22 para la Federación de Rusia, 23 para Grecia, 24 para Irlanda, 25 para Croacia, 26 para Eslovenia, 27 para Eslovaquia, 28 para Belarús, 29 para Estonia, 30 (sin asignar), 31 para Bosnia y Herzegovina, 32 para Letonia, 33 (sin asignar), 34 para Bulgaria, 36 para Lituania, 37 para Turquía, 38 (sin asignar), 39 para Azerbaiyán, 40 para la Antigua República Yugoslava de Macedonia, 41 (sin asignar), 42 para la Comunidad Europea (sus Estados miembros conceden las homologaciones utilizando sus símbolos de la CEPE respectivos), 43 para Japón, 44 (sin asignar), 45 para Australia, 46 para Ucrania, 47 para Sudáfrica, 48 para Nueva Zelanda, 49 para Chipre, 50 para Malta, 51 para la República de Corea, 52 para Malasia, 53 para Tailandia, 54 y 55 (sin asignar), y 56 para Montenegro. Se asignarán números correlativos a otros países según el orden cronológico en que ratifiquen o se sumen al Tratado de adopción de condiciones uniformes de aprobación y reconocimiento recíproco de la aprobación de equipos y piezas de vehículos de motor; los números así asignados serán comunicados por la Secretaría General de las Naciones Unidas a las partes signatarias del Tratado.

- 16.5. Si el vehículo corresponde a un vehículo homologado conforme a uno o más de los demás Reglamentos anexas al Tratado en el país que haya concedido la homologación conforme al presente Reglamento, no será necesario repetir el símbolo previsto en el apartado 16.4.1; en tal caso, se colocarán en columnas verticales a la derecha del símbolo previsto en el apartado 16.4.1. los números del Reglamento y de la homologación y los símbolos adicionales de todos los Reglamentos conforme a los cuales se haya concedido la homologación en el país que haya concedido la homologación conforme al presente Reglamento.
- 16.6. La marca de homologación debe ser claramente legible e indeleble.
- 16.7. La marca de homologación se situará en la placa informativa del vehículo, o cerca de la misma.
- 16.8. El anexo 2C del presente Reglamento contiene ejemplos de la disposición de la marca de homologación anteriormente mencionada.
17. REQUISITOS PARA LA INSTALACIÓN DE COMPONENTES ESPECÍFICOS PARA USO DE GAS NATURAL COMPRIMIDO EN EL SISTEMA DE PROPULSIÓN DE UN VEHÍCULO
- 17.1. **Generalidades**
- 17.1.1. El sistema de GNC del vehículo funcionará de forma correcta y segura a la presión de trabajo y a las temperaturas de funcionamiento para las que haya sido diseñado y homologado.
- 17.1.2. Todos los componentes del sistema tendrán la homologación de tipo para piezas individuales de conformidad con la Parte I del presente Reglamento.
- 17.1.3. Los materiales utilizados en el sistema serán aptos para su uso con GNC.
- 17.1.4. Todos los componentes del sistema estarán sujetos de manera correcta.
- 17.1.5. El sistema de GNC no tendrá fugas, es decir, permanecerá sin que se observen burbujas durante 3 minutos.
- 17.1.6. El sistema de GNC se instalará de tal manera que tenga la mejor protección posible contra eventuales daños, como los debidos a componentes móviles del vehículo, colisiones e impactos de gravilla, así como los debidos a la carga y descarga del vehículo o al desplazamiento de la carga transportada.
- 17.1.7. No se conectará al sistema de GNC ningún aparato distinto de los estrictamente necesarios para el funcionamiento correcto del motor del vehículo.
- 17.1.7.1. Independientemente de las disposiciones del apartado 17.1.8., los vehículos podrán tener un sistema de calefacción para el habitáculo de pasajeros y/o la zona de carga, conectado al sistema de GNC.
- 17.1.7.2. El sistema de calefacción al que se refiere el apartado 17.1.7.1. será permitido si, en opinión de los servicios técnicos responsables de la homologación de tipo, el sistema de calefacción está debidamente protegido y no resulta afectado el necesario funcionamiento del sistema normal de GNC.
- 17.1.8. Identificación de los vehículos alimentados con GNC de las categorías M2 y M3 ⁽⁴⁾
- 17.1.8.1. Los vehículos de las categorías M2 y M3 equipados con un sistema de GNC llevarán una placa como la especificada en el anexo 6.
- 17.1.8.2. La placa se instalará en la parte delantera y trasera del vehículo de categoría M2 o M3 y en el exterior de las puertas del lado derecho.
- 17.2. **Requisitos adicionales**
- 17.2.1. Ningún componente del sistema de GNC, incluidos los materiales protectores que puedan formar parte de los mismos, sobresaldrá de la línea exterior del vehículo, con excepción de la unidad de llenado si ésta no sobresale más de 10 mm de su punto de fijación.

⁽⁴⁾ Con arreglo a la definición que figura en el anexo 7 de la Resolución consolidada sobre la construcción de vehículos (R.E.3) (documento TRANS/WP 29/78/Rev.1/Enmienda 2).

- 17.2.2. Ningún componente del sistema de GNC estará situado a menos de 100 mm del escape o de una fuente de calor similar, a menos que dichos componentes estén debidamente calorifugados.

17.3. Sistema de GNC

- 17.3.1. Un sistema de GNC contendrá como mínimo los siguientes elementos:

- 17.3.1.1. Recipiente(s) o botella(s);
- 17.3.1.2. Indicador de presión o indicador de nivel de combustible;
- 17.3.1.3. Dispositivo limitador de presión (disparado por temperatura);
- 17.3.1.4. Válvula automática de botella;
- 17.3.1.5. Válvula manual;
- 17.3.1.6. Regulador de presión;
- 17.3.1.7. Regulador de caudal de gas;
- 17.3.1.8. Dispositivo limitador de caudal;
- 17.3.1.9. Dispositivo de alimentación de gas;
- 17.3.1.10. Unidad o receptáculo de llenado;
- 17.3.1.11. Tubo flexible de combustible;
- 17.3.1.12. Tubo rígido de combustible;
- 17.3.1.13. Unidad de control electrónico;
- 17.3.1.14. Accesorios;
- 17.3.1.15. Compartimento estanco al gas para los componentes instalados en los compartimentos de equipajes y pasajeros. Si el compartimento estanco al gas puede ser destruido en caso de incendio, el dispositivo limitador de presión podrá estar cubierto por el compartimento estanco al gas.

- 17.3.2. El sistema de GNC podrá incluir también los siguientes componentes:

- 17.3.2.1. Válvula de retención;
 - 17.3.2.2. Válvula limitadora de presión;
 - 17.3.2.3. Filtro de GNC;
 - 17.3.2.4. Sensor de presión y/o temperatura;
 - 17.3.2.5. Sistema de selección de combustible y sistema eléctrico.
- 17.3.3. Se podrá combinar una válvula automática adicional con el regulador de presión.

17.4. Instalación del recipiente

- 17.4.1. El recipiente estará instalado permanentemente en el vehículo y no se instalará en el compartimento del motor.
- 17.4.2. El recipiente se instalará de tal manera que no haya contacto entre metales con la excepción de los puntos de fijación del recipiente o recipientes.

17.4.3. Cuando el vehículo esté en condiciones de utilización, el recipiente de combustible no estará a menos de 200 mm sobre la superficie de la calzada.

17.4.3.1. No tendrán aplicación las disposiciones del apartado 17.4.3. si el recipiente está adecuadamente protegido en la parte delantera y en los lados y si ninguna parte del recipiente está situada por debajo de esta estructura protectora.

17.4.4. El o los recipientes o botellas deberán estar montados y fijados de manera que puedan absorber sin sufrir daños las siguientes aceleraciones, estando los recipientes llenos:

Vehículos de las categorías M1 y N1:

a) 20 g en el sentido de marcha

b) 8 g transversalmente al sentido de marcha

Vehículos de las categorías M2 y N2:

a) 10 g en el sentido de marcha

b) 5 g transversalmente al sentido de marcha

Vehículos de las categorías M3 y N3:

a) 6,6 g en el sentido de marcha

b) 5 g transversalmente al sentido de marcha

Podrá utilizarse un método de cálculo en lugar de pruebas prácticas si el solicitante puede demostrar su equivalencia a efectos de homologación a satisfacción del servicio técnico.

17.5. Accesorios montados en el(los) recipiente(s) o botella(s)

17.5.1. Válvula automática

17.5.1.1. En cada recipiente se instalará directamente una válvula automática de botella.

17.5.1.2. La válvula automática de botella funcionará de tal manera que se corte la alimentación de combustible al pararse el motor, sea cual sea la posición del conmutador de encendido, y permanecerá cerrada mientras el motor no esté funcionando. Se permite un retardo de 2 segundos por motivo de diagnóstico.

17.5.2. Dispositivo limitador de presión

17.5.2.1. El dispositivo limitador de presión (disparado por temperatura) se montará en el(los) recipiente(s) de combustible de tal manera que pueda descargar el gas en el compartimento estanco al gas, si éste cumple los requisitos del apartado 17.5.5.

17.5.3. Válvula limitadora de caudal en el recipiente

17.5.3.1. El dispositivo limitador de caudal se instalará en los depósitos de combustible, en la válvula automática de botella.

17.5.4. Válvula manual

17.5.4.1. Se fijará rígidamente a la botella una válvula manual, que puede estar integrada en la válvula automática de botella.

17.5.5. Compartimento estanco al gas en el(los) recipiente(s)

17.5.5.1. En el recipiente de combustible se montará un compartimento estanco al gas sobre los accesorios del recipiente que cumpla los requisitos de los apartados 17.5.5.2. a 17.5.5.5., a menos que el (los) recipiente(s) esté(n) instalado(s) fuera del vehículo.

- 17.5.5.2. El compartimento estanco al gas estará en comunicación abierta con la atmósfera, si es necesario a través de un tubo flexible de conexión y un pasapanel que serán resistentes al GNC.
- 17.5.5.3. El orificio de ventilación del compartimento estanco al gas no descargará en un paso de rueda ni apuntará a una fuente de calor como el escape.
- 17.5.5.4. Cualquier tubo flexible de conexión y pasapanel en la parte inferior de la carrocería del vehículo de motor para ventilación del compartimento estanco al gas tendrá una sección de paso libre mínima de 450 mm².
- 17.5.5.5. El compartimento sobre los accesorios del (de los) recipiente(s) y tubos flexibles de conexión será estanco al gas a una presión de 10 kPa sin sufrir deformaciones permanentes. En estas circunstancias, podrá aceptarse una fuga no superior a 100 cm³ por hora.
- 17.5.5.6. El tubo flexible de conexión se fijará mediante abrazaderas u otros medios al compartimento estanco al gas y al pasapanel para asegurar la formación de una junta estanca al gas.
- 17.5.5.7. El compartimento estanco al gas contendrá todos los componentes instalados en el maletero o el habitáculo de pasajeros.

17.6. **Tubos rígidos y flexibles de combustible**

- 17.6.1. Los tubos rígidos de combustible serán de material sin soldadura: acero inoxidable o acero con revestimiento resistente a la corrosión.
- 17.6.2. Los tubos rígidos de combustible podrán sustituirse por tubos flexibles de las clases 0, 1 o 2.
- 17.6.3. El tubo flexible de combustible cumplirá los requisitos establecidos en el anexo 4B del presente Reglamento.
- 17.6.4. Los tubos rígidos de combustible se fijarán de tal manera que no estén sujetos a esfuerzos ni a vibraciones.
- 17.6.5. Los tubos flexibles de combustible se fijarán de tal manera que no estén sujetos a esfuerzos ni a vibraciones.
- 17.6.6. En el punto de fijación, los tubos de combustible flexibles o rígidos se colocarán de tal manera que no exista contacto entre metales.
- 17.6.7. No se colocarán tubos de combustible flexibles o rígidos en los puntos destinados a la elevación del vehículo con gatos.
- 17.6.8. En los puntos de paso a través de paredes, los tubos de combustible llevarán material protector.

17.7. **Accesorios o conexiones de gas entre componentes**

- 17.7.1. No son admisibles las uniones soldadas ni las uniones por compresión de tipo zunchado.
- 17.7.2. Los tubos de acero inoxidable se unirán exclusivamente mediante accesorios de acero inoxidable.
- 17.7.3. Los bloques de distribución se fabricarán con material resistente a la corrosión.
- 17.7.4. Los tubos rígidos de combustible se conectarán mediante uniones apropiadas, por ejemplo, uniones de compresión de dos piezas en tubos de acero y uniones con agujeros olivados cónicos en ambos lados.
- 17.7.5. El número de uniones se reducirá al mínimo posible.

- 17.7.6. Todas las uniones se situarán en lugares de fácil acceso para su inspección.
- 17.7.7. En un habitáculo de pasajeros o en un maletero cerrado, los tubos de combustible no serán más largos de lo necesario y en cualquier caso estarán protegidos por un compartimento estanco al gas.
- 17.7.7.1. Las disposiciones del apartado 17.7.7. no se aplicarán a aquellos vehículos de las categorías M2 o M3 en los que los tubos de combustible y las conexiones dispongan de un manguito resistente al GNC y que tenga una conexión abierta a la atmósfera.
- 17.8. **Válvula automática**
- 17.8.1. Podrá instalarse una válvula automática adicional en la línea de combustible, lo más cerca posible del regulador de presión.
- 17.9. **Unidad o receptáculo de llenado**
- 17.9.1. La unidad de llenado no podrá girar y estará protegida de la suciedad y el agua.
- 17.9.2. Si el recipiente de GNC está instalado en el habitáculo de pasajeros o en un maletero cerrado, la unidad de llenado estará situada en el exterior del vehículo o en el compartimento del motor.
- 17.10. **Sistema de selección de combustible e instalación eléctrica**
- 17.10.1. Los componentes eléctricos del sistema de GNC estará protegidos contra sobrecargas.
- 17.10.2. Los vehículos con más de un sistema de combustible tendrán un sistema de selección del combustible que asegure que no se alimentará al motor con más de un combustible simultáneamente durante más de 5 segundos. Se permitirán los vehículos de «combustible dual», que utilizan el gasóleo como combustible primario para la ignición de la mezcla aire/gas, en aquellos casos en que dichos motores y vehículos se ajusten a las normas de emisión obligatorias.
- 17.10.3. Las conexiones eléctricas y componentes situados en el compartimento estanco al gas se construirán de tal manera que no puedan generar chispas.
18. CONFORMIDAD DE LA PRODUCCIÓN
- 18.1. La conformidad de los procedimientos de fabricación se ajustará a las disposiciones del Tratado, apéndice 2 (E/CEPE/324-E/CEPE/TRANS/505/Rev.2).
19. SANCIONES POR DISCONFORMIDAD DE LA PRODUCCIÓN
- 19.1. La homologación concedida en relación con un tipo de vehículo de conformidad con el presente Reglamento podrá ser retirada si no se cumplen los requisitos a los que se refiere el apartado 18.
- 19.2. Cuando una parte en el Acuerdo que aplique el presente Reglamento retire una homologación que había concedido anteriormente, informará de ello inmediatamente a las demás partes contratantes que aplican el presente Reglamento, mediante un impreso de notificación conforme al modelo recogido en el anexo 2D del presente Reglamento.
20. MODIFICACIÓN Y EXTENSIÓN DE LA HOMOLOGACIÓN DE UN TIPO DE VEHÍCULO
- 20.1. Todas las modificaciones de la instalación de componentes específicos para uso de gas natural comprimido en el sistema de propulsión del vehículo se notificarán al departamento administrativo que haya homologado el tipo de vehículo. Este servicio podrá:
- 20.1.1. considerar que no es probable que las modificaciones hechas tengan efectos adversos apreciables, en cuyo caso el vehículo seguirá cumpliendo los requisitos; o bien

- 20.1.2. solicitar una nueva acta de ensayo al servicio técnico responsable de la realización de los ensayos de homologación.
- 20.2. La confirmación o denegación de la homologación, especificando la modificación, se comunicará a las partes contratantes que apliquen el presente Reglamento mediante un impreso conforme al modelo recogido en el anexo 2D del presente Reglamento.
- 20.3. La autoridad competente que emita la extensión de la homologación asignará un número de serie a dicha extensión e informará del mismo a las demás partes signatarias del Tratado de 1958 que apliquen el presente Reglamento por medio de un impreso de notificación conforme al modelo del anexo 2D del presente Reglamento.
21. CESE DEFINITIVO DE LA PRODUCCIÓN
- Si el titular de la homologación abandona por completo la fabricación de un tipo de vehículo homologado de conformidad con el presente Reglamento, informará del hecho a la autoridad que haya concedido la homologación. Al recibir la comunicación pertinente, dicha autoridad informará de la misma a las demás partes contratantes que apliquen el presente Reglamento por medio de un impreso de comunicación de acuerdo con el modelo del anexo 2D del presente Reglamento.
22. NOMBRES Y DIRECCIONES DE LOS SERVICIOS TÉCNICOS ENCARGADOS DE LOS ENSAYOS DE HOMOLOGACIÓN Y DE LOS SERVICIOS ADMINISTRATIVOS
- Las partes contratantes que apliquen el presente Reglamento comunicarán a la Secretaría de las Naciones Unidas los nombres y direcciones de los servicios técnicos responsables de realizar las pruebas de homologación y de los departamentos administrativos que concedan la homologación, a los cuales deberán enviarse impresos de certificación de la homologación o extensión, rechazo o retirada de la homologación, emitidos en otros países.
-

ANEXO 1A

CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES DEL COMPONENTE DE GNC

1. (No asignado)
- 1.2.4.5.1. Descripción del sistema:
- 1.2.4.5.2. Regulador(es) de presión: sí/no ⁽¹⁾
 - 1.2.4.5.2.1. Marca(s):
 - 1.2.4.5.2.2. Tipo(s):
 - 1.2.4.5.2.5. Planos:
 - 1.2.4.5.2.6. Número de puntos de ajuste principales:
 - 1.2.4.5.2.7. Descripción del principio de ajuste por medio de los puntos de ajuste principales:
 - 1.2.4.5.2.8. Número de puntos de ajuste del ralentí:
 - 1.2.4.5.2.9. Descripción de los principios de ajuste por medio de los puntos de ajuste del ralentí:
 - 1.2.4.5.2.10. Otras posibilidades de ajuste, si existen (incluir descripción y planos):
 - 1.2.4.5.2.11. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾: kPa
 - 1.2.4.5.2.12. Material:
 - 1.2.4.5.2.13. Temperaturas de funcionamiento ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.3. Mezclador de gas/aire (carburador): sí/no ⁽¹⁾
 - 1.2.4.5.3.1. Número:
 - 1.2.4.5.3.2. Marca(s):
 - 1.2.4.5.3.3. Tipo(s):
 - 1.2.4.5.3.4. Planos:
 - 1.2.4.5.3.5. Posibilidades de ajuste:
 - 1.2.4.5.3.6. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾: kPa
 - 1.2.4.5.3.7. Material:
 - 1.2.4.5.3.8. Temperaturas de funcionamiento: ⁽²⁾ °C
- 1.2.4.5.4. Regulador de caudal de gas: sí/no ⁽¹⁾
 - 1.2.4.5.4.1. Número:
 - 1.2.4.5.4.2. Marca(s):
 - 1.2.4.5.4.3. Tipo(s):
 - 1.2.4.5.4.4. Planos:
 - 1.2.4.5.4.5. Posibilidades de ajuste (descripción):
 - 1.2.4.5.4.6. Presión(es) de trabajo: ⁽²⁾ kPa
 - 1.2.4.5.4.7. Material:
 - 1.2.4.5.4.8. Temperaturas de funcionamiento ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.5. Inyector(es) de gas: sí/no ⁽¹⁾
 - 1.2.4.5.5.1. Marca(s):
 - 1.2.4.5.5.2. Tipo(s):
 - 1.2.4.5.5.3. Identificación:
 - 1.2.4.5.5.4. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾: kPa
 - 1.2.4.5.5.5. Planos de instalación:

- 1.2.4.5.5.6. Material:
- 1.2.4.5.5.7. Temperaturas de funcionamiento ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.6. Unidad de control electrónico (alimentación de GNC): sí/no ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.6.1. Marca(s):
- 1.2.4.5.6.2. Tipo(s):
- 1.2.4.5.6.3. Posibilidades de ajuste:
- 1.2.4.5.6.4. Principios básicos del software:
- 1.2.4.5.6.5. Temperaturas de funcionamiento ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.7. Recipiente(s) o botella(s) de GNC: sí/no ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.7.1. Marca(s):
- 1.2.4.5.7.2. Tipo(s) (incluir planos):
- 1.2.4.5.7.3. Capacidad: litros
- 1.2.4.5.7.4. Planos de instalación del recipiente:
- 1.2.4.5.7.5. Dimensiones:
- 1.2.4.5.7.6. Material:
- 1.2.4.5.8. Accesorios del recipiente de GNC:
- 1.2.4.5.8.1. Indicador de presión: sí/no ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.8.1.1. Marca(s):
- 1.2.4.5.8.1.2. Tipo(s):
- 1.2.4.5.8.1.3. Principio de funcionamiento: flotador/otro ⁽¹⁾ (incluir descripción o planos)
- 1.2.4.5.8.1.4. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾: MPa
- 1.2.4.5.8.1.5. Material:
- 1.2.4.5.8.1.6. Temperaturas de funcionamiento ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.8.2. Válvula limitadora de presión (válvula de descarga): sí/no ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.8.2.1. Marca(s):
- 1.2.4.5.8.2.2. Tipo(s):
- 1.2.4.5.8.2.3. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾: MPa
- 1.2.4.5.8.2.4. Material:
- 1.2.4.5.8.2.5. Temperaturas de funcionamiento ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.8.3. Válvula automática de botella:
- 1.2.4.5.8.3.1. Marca(s):
- 1.2.4.5.8.3.2. Tipo(s):
- 1.2.4.5.8.3.3. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾: MPa
- 1.2.4.5.8.3.4. Material:
- 1.2.4.5.8.3.5. Temperaturas de funcionamiento ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.8.4. Válvula limitadora de caudal: sí/no ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.8.4.1. Marca(s):
- 1.2.4.5.8.4.2. Tipo(s):
- 1.2.4.5.8.4.3. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾: MPa

- 1.2.4.5.8.4.4. Material:
- 1.2.4.5.8.4.5. Temperaturas de funcionamiento ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.8.5. Compartimento estanco al gas: sí/no ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.8.5.1. Marca(s):
- 1.2.4.5.8.5.2. Tipo(s):
- 1.2.4.5.8.5.3. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾: MPa
- 1.2.4.5.8.5.4. Material:
- 1.2.4.5.8.5.5. Temperaturas de funcionamiento ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.8.6. Válvula manual: sí/no ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.8.6.1. Marca(s):
- 1.2.4.5.8.6.2. Tipo(s):
- 1.2.4.5.8.6.3. Planos:
- 1.2.4.5.8.6.4. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾: MPa
- 1.2.4.5.8.6.4. Material:
- 1.2.4.5.8.6.5. Temperaturas de funcionamiento ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.9. Dispositivo limitador de presión (disparado por temperatura): sí/no ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.9.1. Marca(s):
- 1.2.4.5.9.2. Tipo(s):
- 1.2.4.5.9.3. Descripción y planos:
- 1.2.4.5.9.4. Temperatura de activación ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.9.5. Material:
- 1.2.4.5.9.6. Temperaturas de funcionamiento ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.10. Unidad o receptáculo de llenado: sí/no ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.10.1. Marca(s):
- 1.2.4.5.10.2. Tipo(s):
- 1.2.4.5.10.3. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾: MPa
- 1.2.4.5.10.4. Descripción y planos:
- 1.2.4.5.10.5. Material:
- 1.2.4.5.10.6. Temperaturas de funcionamiento: ⁽²⁾ °C
- 1.2.4.5.11. Tubos flexibles de combustible: sí/no ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.11.1. Marca(s):
- 1.2.4.5.11.2. Tipo(s):
- 1.2.4.5.11.3. Descripción:
- 1.2.4.5.11.4. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾: kPa
- 1.2.4.5.11.5. Material:
- 1.2.4.5.11.6. Temperaturas de funcionamiento ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.12. Sensor(es) de presión y temperatura: sí/no ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.12.1. Marca(s):
- 1.2.4.5.12.2. Tipo(s):

- 1.2.4.5.12.3. Descripción:
- 1.2.4.5.12.4. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾: kPa
- 1.2.4.5.12.5. Material:
- 1.2.4.5.12.6. Temperaturas de funcionamiento ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.13. Filtro(s) de GNC: sí/no ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.13.1. Marca(s):
- 1.2.4.5.13.2. Tipo(s):
- 1.2.4.5.13.3. Descripción:
- 1.2.4.5.13.4. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾: kPa
- 1.2.4.5.13.5. Material:
- 1.2.4.5.13.6. Temperaturas de funcionamiento ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.14. Válvula(s) de retención: sí/no ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.14.1. Marca(s):
- 1.2.4.5.14.2. Tipo(s):
- 1.2.4.5.14.3. Descripción:
- 1.2.4.5.14.4. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾: kPa
- 1.2.4.5.14.5. Material:
- 1.2.4.5.14.6. Temperaturas de funcionamiento ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.15. Conexión al sistema de GNC para el sistema de calefacción: sí/no ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.15.1. Marca(s):
- 1.2.4.5.15.2. Tipo(s):
- 1.2.4.5.15.3. Descripción y planos de instalación:
- 1.2.5. Sistema de refrigeración (por líquido/por aire) ⁽¹⁾
- 1.2.5.1. Descripción del sistema/planos con relación al sistema de GNC:

⁽¹⁾ Táchese lo que no proceda.

⁽²⁾ Especifíquese la tolerancia.

ANEXO 1B

CARACTERÍSTICAS ESENCIALES DEL VEHÍCULO, MOTOR Y SISTEMA RELACIONADO CON EL GNC

0. DESCRIPCIÓN DEL(DE LOS) VEHÍCULO(S)
- 0.1. Marca:
- 0.2. Tipo(s):
- 0.3. Nombre y dirección del fabricante:
- 0.4. Tipo(s) de motor(es) y número(s) de homologación(es):
1. DESCRIPCIÓN DEL(DE LOS) VEHÍCULO(S)
- 1.1. Fabricante:
- 1.1.1. Código(s) del motor del fabricante (marcados en el motor u otros medios de identificación)
.....
- 1.2. Motor de combustión interna
- 1.2.3. (No asignado)
- 1.2.4.5.1. (No asignado)
- 1.2.4.5.2. Regulador(es) de presión:
- 1.2.4.5.2.1. Marca(s):
- 1.2.4.5.2.2. Tipo(s):
- 1.2.4.5.2.3. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾: kPa
- 1.2.4.5.2.4. Material:
- 1.2.4.5.2.5. Temperaturas de funcionamiento ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.3. Mezclador de gas/aire (carburador): sí/no ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.3.1. Número:
- 1.2.4.5.3.2. Marca(s):
- 1.2.4.5.3.3. Tipo(s):
- 1.2.4.5.3.4. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾: kPa
- 1.2.4.5.3.5. Material:
- 1.2.4.5.3.6. Temperaturas de funcionamiento ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.4. Regulador de caudal de gas: sí/no ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.4.1. Número:
- 1.2.4.5.4.2. Marca(s):
- 1.2.4.5.4.3. Tipo(s):
- 1.2.4.5.4.4. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾: kPa
- 1.2.4.5.4.5. Material:
- 1.2.4.5.4.6. Temperaturas de funcionamiento ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.5. Inyector(es) de gas: sí/no ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.5.1. Marca(s):
- 1.2.4.5.5.2. Tipo(s):
- 1.2.4.5.5.3. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾: kPa
- 1.2.4.5.5.4. Material:
- 1.2.4.5.5.5. Temperaturas de funcionamiento ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.6. Unidad de control electrónico (alimentación de GNC): sí/no ⁽¹⁾

- 1.2.4.5.6.1. Marca(s):
- 1.2.4.5.6.2. Tipo(s):
- 1.2.4.5.6.3. Principios básicos del software:
- 1.2.4.5.6.4. Temperaturas de funcionamiento ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.7. Recipiente(s) o botella(s) de GNC: sí/no ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.7.1. Marca(s):
- 1.2.4.5.7.2. Tipo(s):
- 1.2.4.5.7.3. Capacidad: litros
- 1.2.4.5.7.4. Número de homologación:
- 1.2.4.5.7.5. Dimensiones:
- 1.2.4.5.7.6. Material:
- 1.2.4.5.8. Accesorios del recipiente de GNC:
- 1.2.4.5.8.1. Indicador de presión
- 1.2.4.5.8.1.1. Marca(s)
- 1.2.4.5.8.1.2. Tipo(s):
- 1.2.4.5.8.1.3. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾: MPa
- 1.2.4.5.8.1.4. Material:
- 1.2.4.5.8.1.5. Temperaturas de funcionamiento ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.8.2. Válvula limitadora de presión (válvula de descarga): sí/no ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.8.2.1. Marca(s):
- 1.2.4.5.8.2.2. Tipo(s):
- 1.2.4.5.8.2.3. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾: MPa
- 1.2.4.5.8.2.4. Material:
- 1.2.4.5.8.2.5. Temperaturas de funcionamiento ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.8.3. Válvula(s) automática(s):
- 1.2.4.5.8.3.1. Marca(s):
- 1.2.4.5.8.3.2. Tipo(s):
- 1.2.4.5.8.3.3. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾: MPa
- 1.2.4.5.8.3.4. Material:
- 1.2.4.5.8.3.5. Temperaturas de funcionamiento ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.8.4. Válvula limitadora de caudal: sí/no ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.8.4.1. Marca(s):
- 1.2.4.5.8.4.2. Tipo(s):
- 1.2.4.5.8.4.3. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾: MPa
- 1.2.4.5.8.4.4. Material:
- 1.2.4.5.8.4.5. Temperaturas de funcionamiento ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.8.5. Compartimento estanco al gas: sí/no ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.8.5.1. Marca(s):
- 1.2.4.5.8.5.2. Tipo(s):

- 1.2.4.5.8.5.3. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾: MPa
- 1.2.4.5.8.5.4. Material:
- 1.2.4.5.8.5.5. Temperaturas de funcionamiento ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.8.6. Válvula manual:
- 1.2.4.5.8.6.1. Marca(s):
- 1.2.4.5.8.6.2. Tipo(s):
- 1.2.4.5.8.6.3. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾: MPa
- 1.2.4.5.8.6.4. Material:
- 1.2.4.5.8.6.5. Temperaturas de funcionamiento ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.9. Dispositivo limitador de presión (disparado por temperatura): sí/no ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.9.1. Marca(s):
- 1.2.4.5.9.2. Tipo(s):
- 1.2.4.5.9.3. Temperatura de activación ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.9.4. Material:
- 1.2.4.5.9.5. Temperaturas de funcionamiento ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.10. Unidad o receptáculo de llenado: sí/no ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.10.1. Marca(s):
- 1.2.4.5.10.2. Tipo(s):
- 1.2.4.5.10.3. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾: MPa
- 1.2.4.5.10.4. Material:
- 1.2.4.5.10.5. Temperaturas de funcionamiento ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.11. Tubos flexibles de combustible: sí/no ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.11.1. Marca(s):
- 1.2.4.5.11.2. Tipo(s):
- 1.2.4.5.11.3. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾: kPa
- 1.2.4.5.11.4. Material:
- 1.2.4.5.11.5. Temperaturas de funcionamiento ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.12. Sensor(es) de presión y temperatura: sí/no ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.12.1. Marca(s):
- 1.2.4.5.12.2. Tipo(s):
- 1.2.4.5.12.3. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾: kPa
- 1.2.4.5.12.4. Material:
- 1.2.4.5.12.5. Temperaturas de funcionamiento ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.13. Filtro de GNC: sí/no ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.13.1. Marca(s):
- 1.2.4.5.13.2. Tipo(s):
- 1.2.4.5.13.3. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾: kPa
- 1.2.4.5.13.4. Material:
- 1.2.4.5.13.5. Temperaturas de funcionamiento ⁽²⁾: °C

- 1.2.4.5.14. Válvula(s) de retención: sí/no ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.14.1. Marca(s):
- 1.2.4.5.14.2. Tipo(s):
- 1.2.4.5.14.3. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾: kPa
- 1.2.4.5.14.4. Material:
- 1.2.4.5.14.5. Temperaturas de funcionamiento ⁽²⁾: °C
- 1.2.4.5.15. Conexión al sistema de GNC para el sistema de calefacción: sí/no ⁽¹⁾
- 1.2.4.5.15.1. Marca(s):
- 1.2.4.5.15.2. Tipo(s):
- 1.2.4.5.15.3. Descripción y planos de instalación:
- 1.2.4.5.16. Otra documentación:
- 1.2.4.5.16.1. Descripción del sistema de GNC
- 1.2.4.5.16.2. Disposición del sistema (conexiones eléctricas, tubos de compensación de las conexiones de vacío, etc.):
- 1.2.4.5.16.3. Diseño del símbolo:
- 1.2.4.5.16.4. Datos de ajuste:
- 1.2.4.5.16.5. Certificado del vehículo para gasolina, si ya se ha concedido:
- 1.2.5. Sistema de refrigeración (por líquido/por aire) ⁽¹⁾

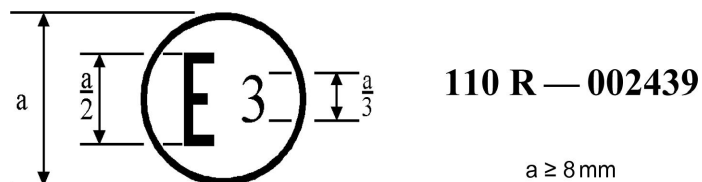
⁽¹⁾ Táchese lo que no proceda.

⁽²⁾ Especifíquese la tolerancia.

ANEXO 2A

DISPOSICIÓN DE LA MARCA DE HOMOLOGACIÓN DE TIPO DE LOS COMPONENTES PARA GNC

(Ver el apartado 5.2. del presente Reglamento)

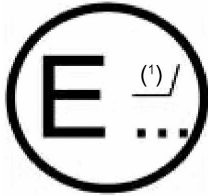


Esta marca de homologación fijada al componente para GNC indica que dicho componente ha sido homologado en Italia (E3), de acuerdo con el Reglamento n° 110, con el número de homologación 002439. Las dos primeras cifras (00) del número de homologación indican que ésta ha sido concedida de conformidad con los requisitos de la versión original del Reglamento n° 110.

ANEXO 2B

COMUNICACIÓN

[formato máximo: A4 (210 × 297 mm)]



expedida por: Nombre de la administración:

.....

.....

.....

relativa a: ⁽²⁾

CONCESIÓN DE LA HOMOLOGACIÓN

EXTENSIÓN DE LA HOMOLOGACIÓN

DENEGACIÓN DE LA HOMOLOGACIÓN

RETIRADA DE LA HOMOLOGACIÓN

CESE DEFINITIVO DE LA PRODUCCIÓN

de un tipo de componente para GNC de acuerdo con el Reglamento nº 110

Homologación nº:

Extensión nº:

1. Componente de GNC considerado:

Recipiente(s) o botella(s) ⁽²⁾Indicador de presión ⁽²⁾Válvula limitadora de presión ⁽²⁾Válvula automática(s) ⁽²⁾Válvula limitadora de caudal ⁽²⁾Compartimento estanco al gas ⁽²⁾Regulador(es) de presión ⁽²⁾Válvula(s) de retención ⁽²⁾Dispositivo limitador de presión ⁽²⁾Válvula manual ⁽²⁾Tubos flexibles de combustible ⁽²⁾Unidad o receptáculo de llenado ⁽²⁾Inyector(es) de gas ⁽²⁾Regulador de caudal de gas ⁽²⁾Mezclador de gas/aire ⁽²⁾Unidad de control electrónico ⁽²⁾Sensor(es) de presión y temperatura ⁽²⁾Filtro(s) de GNC ⁽²⁾

2. Nombre o marca comercial:

3. Nombre y dirección del fabricante:

4. En su caso, nombre y dirección del representante del fabricante:

5. Presentado para homologación el:

6. Servicio técnico responsable de la realización de los ensayos de homologación:

7. Fecha del acta expedida por dicho servicio:
8. Número del acta expedida por dicho servicio:
9. Homologación concedida/denegada/extendida/retirada ⁽²⁾:
10. Motivo(s) de la extensión (en su caso):
11. Lugar:
12. Fecha:
13. Firma:
14. Los documentos presentados con la solicitud o extensión de homologación podrán obtenerse previa petición.

⁽¹⁾ Número del país que ha concedido/extendido/denegado/retirado la homologación (véanse las disposiciones relativas a homologación en el Reglamento).

⁽²⁾ Táchese lo que no proceda.

Apéndice

1. Información adicional relativa a la homologación tipo de un tipo de componente para GNC de conformidad con el Reglamento nº 110
 - 1.1. Recipiente(s) o botella(s)
 - 1.1.1. Dimensiones:
 - 1.1.2. Material:
 - 1.2. Indicador de presión
 - 1.2.1. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾:
 - 1.2.2. Material:
 - 1.3. Válvula limitadora de presión (válvula de descarga)
 - 1.3.1. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾:
 - 1.3.2. Material:
 - 1.4. Válvula(s) automática(s)
 - 1.4.1. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾:
 - 1.4.2. Material:
 - 1.5. Válvula limitadora de caudal
 - 1.5.1. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾:
 - 1.5.2. Material:
 - 1.6. Compartimento estanco al gas
 - 1.6.1. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾:
 - 1.6.2. Material:
 - 1.7. Regulador(es) de presión
 - 1.7.1. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾:
 - 1.7.2. Material:
 - 1.8. Válvula(s) de retención
 - 1.8.1. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾:
 - 1.8.2. Material:
 - 1.9. Dispositivo limitador de presión (disparado por temperatura)
 - 1.9.1. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾:
 - 1.9.2. Material:
 - 1.10. Válvula manual
 - 1.10.1. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾:
 - 1.10.2. Material:
 - 1.11. Tubos flexibles de combustible
 - 1.11.1. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾:
 - 1.11.2. Material:

- 1.12. Unidad o receptáculo de llenado
 - 1.12.1. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾:
 - 1.12.2. Material:
- 1.13. Inyector(es) de gas
 - 1.13.1. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾:
 - 1.13.2. Material:
- 1.14. Regulador de caudal de gas
 - 1.14.1. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾:
 - 1.14.2. Material:
- 1.15. Mezclador de gas/aire
 - 1.15.1. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾:
 - 1.15.2. Material:
- 1.16. Unidad de control electrónico (alimentación de GNC)
 - 1.16.1. Principios básicos del software:
- 1.17. Sensor(es) de presión y temperatura
 - 1.17.1. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾:
 - 1.17.2. Material:
- 1.18. Filtro(s) de GNC
 - 1.18.1. Presión(es) de trabajo ⁽²⁾:
 - 1.18.2. Material:

⁽¹⁾ Táchese lo que no proceda.

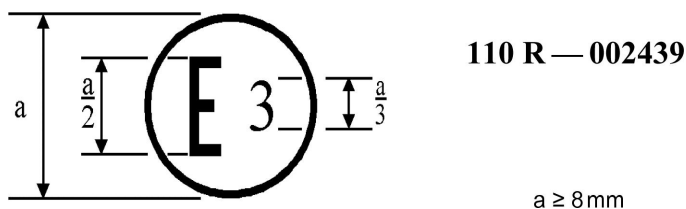
⁽²⁾ Especifíquese la tolerancia.

ANEXO 2C

DISPOSICIÓN DE LAS MARCAS DE HOMOLOGACIÓN

MODELO A

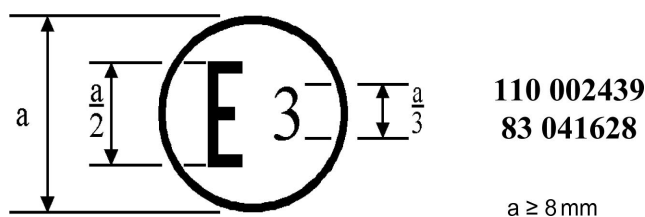
(Véase el apartado 16.2 del presente Reglamento)



Esta marca de homologación fijada a un vehículo indica que el vehículo, en lo relativo a la instalación del sistema de GNC para el uso del GNC para su propulsión, ha sido homologado en Italia (E3), de acuerdo con el Reglamento n° 110, con el número de homologación 002439. Las dos primeras cifras (00) del número de homologación indican que ésta ha sido concedida de conformidad con los requisitos de la versión original del Reglamento n° 110.

MODELO B

(Véase el apartado 16.2 del presente Reglamento)

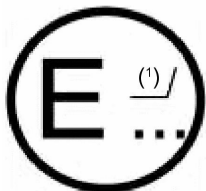


Esta marca de homologación fijada a un vehículo indica que el vehículo, en lo relativo a la instalación del sistema de GNC para el uso del GNC para su propulsión, ha sido homologado en Italia (E3), de acuerdo con el Reglamento n° 110, con el número de homologación 002439. Los dos primeros dígitos indican que la homologación fue concedida de acuerdo con los requisitos del Reglamento n° 110 en su forma original y del Reglamento n° 83, que incluía la serie de enmiendas 04.

ANEXO 2D

COMUNICACIÓN

[formato máximo: A4 (210 × 297 mm)]

relativa a: ⁽²⁾

expedida por: Nombre de la administración:

.....

.....

.....

CONCESIÓN DE LA HOMOLOGACIÓN

EXTENSIÓN DE LA HOMOLOGACIÓN

DENEGACIÓN DE LA HOMOLOGACIÓN

RETIRADA DE LA HOMOLOGACIÓN

CESE DEFINITIVO DE LA PRODUCCIÓN

de un tipo de vehículo en relación con la instalación del sistema GNC de acuerdo con el Reglamento n° 110

Homologación n° :

Extensión n°:

1. Nombre o marca comercial del vehículo:
2. Tipo de vehículo:
3. Categoría del vehículo:
4. Nombre y dirección del fabricante:
5. En su caso, nombre y dirección del representante del fabricante:
6. Descripción del vehículo, planos, etc. (detallar):
7. Resultados de los ensayos:
8. Vehículo presentado para su homologación el día:
9. Servicio técnico responsable de la realización de los ensayos de homologación:
10. Fecha del acta expedida por dicho servicio:
11. Sistema de GNC
- 11.1. Nombre comercial o marca de los componentes y números de homologación respectivos:
- 11.1.1. Recipiente(s) o botella(s):
- 11.1.2. etc. (véase el apartado 2.2 del Reglamento):
12. Número del acta expedida por dicho servicio:
13. Homologación concedida/denegada/extendida/retirada ⁽²⁾:
14. Motivo(s) de la extensión (en su caso):
15. Lugar:
16. Fecha:
17. Firma:
18. Los siguientes documentos presentados con la solicitud o extensión de homologación podrán obtenerse previa petición.

Planos, diagramas y esquemas relativos a los componentes y a la instalación del equipo de GNC que se consideren importantes a efectos del presente Reglamento;

Cuando proceda, planos de los diversos equipos y de su posición en el vehículo.

⁽¹⁾ Número del país que ha concedido/extendido/denegado/retirado la homologación (véanse las disposiciones relativas a homologación en el Reglamento).

⁽²⁾ Táchese lo que no proceda.

ANEXO 3

BOTELLAS DE GAS BOTELLA DE ALTA PRESIÓN PARA ALMACENAMIENTO A BORDO DE GAS NATURAL COMO COMBUSTIBLE PARA VEHÍCULOS AUTOMÓVILES

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

En el presente anexo se establecen los requisitos mínimos para botellas de gas rellenables de peso ligero. Las botellas están exclusivamente destinadas al almacenamiento a bordo de gas natural comprimido a alta presión como combustible para vehículos automóviles a los que se fijarán dichas botellas. Éstas pueden ser de cualquier acero, aluminio o material no metálico, diseño o método de fabricación adecuados para las condiciones de servicio especificadas. El ámbito de aplicación del presente anexo no incluye las camisas metálicas ni las botellas de acero inoxidable o de construcción soldada. Las botellas contempladas en este anexo pertenecen a la clase 0, de acuerdo con lo descrito en el apartado 2 del presente Reglamento, y son:

CNG-1	Metal
CNG-2	Camisa metálica reforzada con filamento continuo impregnado de resina (enrollado en aros)
CNG-3	Camisa metálica reforzada con filamento continuo impregnado de resina (enrollado cubriendo totalmente la camisa)
CNG-4	Filamento continuo impregnado con resina con una camisa no metálica (todo material compuesto).

Las condiciones de servicio que deberán soportar la botellas se describen en el apartado 4. Este anexo está basado en una presión de trabajo para gas natural como combustible de 20 MPa estabilizada a 15 °C con una presión máxima de llenado de 26 MPa. Podrán admitirse otras presiones de trabajo ajustando la presión mediante el factor (coeficiente) apropiado. Por ejemplo, un sistema con una presión de trabajo de 25 MPa requerirá que las presiones se multipliquen por 1,25.

La vida útil de la botella será definida por el fabricante y podrá variar según las aplicaciones. La definición de la vida útil está basada en el llenado de las botellas 1 000 veces al año con un mínimo de 15 000 operaciones de llenado. La vida útil máxima será de 20 años.

Para botellas metálicas y con camisas metálicas, la vida útil vendrá determinada por la velocidad de crecimiento de las grietas por fatiga. Será necesaria la inspección ultrasónica, o con un método equivalente, de cada botella o camisa para asegurar la ausencia de defectos que superen el tamaño máximo admisible. Este planteamiento permite el diseño y fabricación optimizados de botellas de peso ligero para vehículos propulsados por gas natural.

Para todas las botellas de materiales compuestos con camisas no metálicas y que no soporten cargas, la «vida segura» será objeto de demostración mediante métodos de diseño, ensayos de calificación del diseño y controles de fabricación adecuados.

2. REFERENCIAS

Las normas siguientes contienen disposiciones que, al citarse en este texto, constituirán disposiciones del presente anexo (hasta que existan disposiciones equivalentes de la CEPE).

Normas ASTM ⁽¹⁾

ASTM B117-90	Método para pruebas de rociado con sal (niebla)
ASTM B154-92	Prueba de nitrato mercurioso para cobre y aleaciones de cobre.
ASTM D522-92	Prueba de flexión sobre mandril de revestimientos orgánicos adheridos.
ASTM D1308-87	Efecto de los productos químicos de uso doméstico sobre acabados orgánicos transparentes y pigmentados.
ASTM D2344-84	Método de ensayo de la resistencia aparente al cizallamiento interlaminar de compuestos de fibras paralelas mediante el método de la viga corta.
ASTM D2794-92	Método de ensayo de la resistencia de revestimientos orgánicos a los efectos de una deformación rápida (impacto).
ASTM D3170-87	Resistencia de los revestimientos a las melladuras.
ASTM D3418-83	Método de ensayo de temperaturas de transición de polímeros mediante análisis térmico.

⁽¹⁾ American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana de Pruebas y Materiales).

ASTM E647-93	Prueba estándar, método de medición de la velocidad de crecimiento de las grietas por fatiga.
ASTM E813-89	Método de ensayo de J_{IC} , una medida de la resistencia a la fractura.
ASTM G53-93	Procedimiento estándar para luz y agua en funcionamiento — aparato de exposición (rayos UV fluorescentes — tipo de condensación) para exposición de materiales no metálicos.

Normas BSI ⁽²⁾

BS 5045:	Parte 1 (1982) Recipientes portátiles de gas — especificación para recipientes de gas de acero sin soldadura con capacidad de agua superior a 0,5 l.
BS 7448-91	Ensayos de resistencia mecánica a la fractura, parte I — Método para la determinación de K_{IC} , COD crítico y valores J críticos de BS PD 6493-1991. Orientación y métodos para evaluar la aceptabilidad A de defectos de estructuras soldadas por fusión; materiales metálicos.

Normas ISO ⁽³⁾

ISO 148-1983	Acero — ensayo de impacto Charpy (entalladura en V).
ISO 306-1987	Plásticos — materiales termoplásticos — determinación de la temperatura de reblandecimiento Vicat.
ISO 527 Pt 1-93	Plásticos — Determinación de las propiedades en tracción — parte I: principios generales.
ISO 642-79	Acero — Ensayo de templabilidad por templado final (ensayo Jominy).
ISO 2808-91	Pinturas y barnices — determinación del espesor de película.
ISO 3628-78	Materiales reforzados con vidrio — determinación de las propiedades en tracción.
ISO 4624-78	Pinturas y barnices — prueba de adherencia por tracción.
ISO 6982-84	Materiales metálicos — ensayos de tracción.
ISO 6506-1981	Materiales metálicos — ensayo de dureza Brinell.
ISO 6508-1986	Materiales metálicos — ensayo de dureza Rockwell (escalas, A. B. C. D. E. F. G. H. K).
ISO 7225	Etiquetas de precaución para botellas de gas.
ISO/DIS 7866-1992	Botellas de aleación de aluminio sin soldadura portátiles y rellenables para diseño, fabricación y aceptación de uso en todo el mundo.
ISO 9001:1994	Aseguramiento de la calidad en el diseño, el desarrollo, la producción, la instalación y el servicio posventa.
ISO 9002:1994	Aseguramiento de la calidad en la producción y la instalación.
ISO/DIS 12737	Materiales metálicos — Determinación de la resistencia a la fractura por deformación plana.
ISO/IEC Guía 25-1990	Prescripciones generales relativas a la competencia técnica de los laboratorios de ensayo.
ISO/IEC Guía 48-1986	Directrices para evaluación de terceros y registro del sistema de calidad de suministros.
ISO/DIS 9809	Diseño, construcción y pruebas de botellas de gas portátiles de acero sin soldadura — parte 1: botellas de acero templado con resistencia a la tracción < 1 100 MPa.

Norma NACE ⁽⁴⁾

NACE TM0177-90	Ensayos de laboratorio de metales para determinar la resistencia al agrietamiento por la acción de sulfuros en ambientes con H ₂ S.
----------------	--

3. DEFINICIONES

A efectos del presente anexo, se aplicarán las definiciones siguientes:

3.1. (No asignado)

⁽²⁾ British Standards Institution (Instituto de Normalización Británico).

⁽³⁾ Organización Internacional de Normalización (ISO).

⁽⁴⁾ National Association of Corrosion Engineers.

- 3.2. *Autozunchado*: procedimiento de aplicación de presión utilizado en botellas de material compuesto con camisas metálicas que somete a la camisa a esfuerzos superiores al límite elástico, suficientes para causar una deformación plástica permanente cuyo resultado es que la camisa soporta esfuerzos de compresión y las fibras esfuerzos de tracción con una presión interior nula.
- 3.3. *Presión de autozunchado*: la presión dentro de la botella con envoltura para la que se estabiliza la distribución de esfuerzos requerida entre la camisa y la envoltura.
- 3.4. *Lote — botellas de material compuesto*: un «lote» estará formado por un grupo de botellas fabricadas sucesivamente a partir de camisas cualificadas y que tengan el mismo tamaño, diseño, materiales de especificados y proceso de fabricación.
- 3.5. *Lote — botellas metálicas y camisas*: un «lote» estará formado por un grupo de botellas metálicas o camisas fabricadas sucesivamente con el mismo diámetro nominal, grosor de pared, diseño, material de especificado, proceso de fabricación, equipos de fabricación y tratamiento térmico y condiciones de tiempo, temperatura y atmósfera durante el tratamiento térmico.
- 3.6. *Lote — camisas no metálicas*: un «lote» estará formado por un grupo de camisas no metálicas fabricadas sucesivamente con el mismo diámetro nominal, grosor de pared, diseño, material de construcción especificado y proceso de fabricación.
- 3.7. *Límites de los lotes*: en ningún caso se permitirá que un «lote» comprenda más de 200 botellas o camisas terminadas (excluidas las botellas o camisas para ensayos destructivos) o un turno de producción sucesiva, tomándose el mayor valor de los dos.
- 3.8. *Botella compuesta*: una botella fabricada de filamento continuo impregnado de resina enrollado sobre una camisa metálica o no metálica. Las botellas compuestas en las que se utilizan camisas no metálicas se denominan botellas totalmente de material compuesto.
- 3.9. *Arrollamiento con tensión controlada*: proceso utilizado en la fabricación de botellas compuestas con anillos arrollados sobre camisas metálicas mediante el cual los esfuerzos de compresión en la camisa y los esfuerzos de tracción en el arrollamiento para una presión interna nula se obtienen arrollando los filamentos de refuerzo tensados con una fuerza significativa.
- 3.10. *Presión de llenado*: presión del gas en la botella inmediatamente después de terminar el llenado.
- 3.11. *Botellas terminadas*: botellas acabadas listas para usar, representativas de la fabricación normal y completas con marcas de identificación y revestimiento externo, incluido el aislamiento integrado especificado por el fabricante, pero exentas de aislamiento o protección no integrado.
- 3.12. *Envoltente completa*: envoltente exterior con un refuerzo arrollado de filamento tanto en la dirección circunferencial como en la dirección axial de la botella.
- 3.13. *Temperatura del gas*: la temperatura del gas en una botella.
- 3.14. *Envoltente de anillos*: una envoltente exterior con un refuerzo de filamento enrollado siguiendo un patrón sustancialmente circunferencial sobre la parte cilíndrica de la camisa, de manera que el filamento no soporta ninguna carga importante en dirección paralela al eje longitudinal del botella.
- 3.15. *Camisa*: recipiente que se utiliza como envoltente interna estanca al gas sobre la que se arrollan fibras en forma de filamento para alcanzar la resistencia necesaria. En esta norma se describen dos tipos de camisas: camisas metálicas diseñadas para compartir la carga con el refuerzo y camisas no metálicas que no soportan ninguna parte de la carga.
- 3.16. *Fabricante*: persona u organización responsable del diseño, fabricación y ensayo de las botellas.
- 3.17. *Presión máxima desarrollada*: presión estabilizada cuando el gas de una botella llenada a la presión de trabajo se calienta hasta alcanzar la temperatura máxima de servicio.
- 3.18. *Envoltente exterior*: sistema de refuerzo de filamento y resina aplicado sobre la camisa.
- 3.19. *Pretensado*: proceso de aplicar autozunchado o arrollamiento con tensión controlada.
- 3.20. *Vida útil*: tiempo en años durante el cual las botellas se pueden usar con seguridad de acuerdo con las condiciones de servicio estándar.
- 3.21. *Presión estabilizada*: la presión del gas cuando se alcanza una temperatura estable dada.

- 3.22. *Temperatura estabilizada*: temperatura uniforme del gas después de haberse disipado cualquier cambio de temperatura causado por el llenado.
- 3.23. *Presión de ensayo*: la presión a la cual se realiza el ensayo hidrostático de la botella.
- 3.24. *Presión de trabajo*: presión estabilizada de 20 MPa a una temperatura uniforme de 15 °C.

4. CONDICIONES DE SERVICIO

4.1. Generalidades

4.1.1. Condiciones normales de servicio

Las condiciones normales de servicio establecidas en esta sección se proporcionan para que sirvan de base para el diseño, fabricación, inspección, ensayo y homologación de botellas destinadas a ser montadas permanentemente en vehículos y utilizadas para almacenar gas natural a temperatura ambiente, para utilizarlo como combustible en vehículos.

4.1.2. Uso de botellas

Las condiciones de servicio especificadas también tienen por objeto proporcionar información sobre cómo botellas que cumplan el presente Reglamento pueden ser utilizadas con seguridad a:

- a) fabricantes de botellas;
- b) propietarios de botellas;
- c) diseñadores o contratistas responsables de la instalación de botellas;
- d) diseñadores o propietarios de equipos utilizados para rellenar botellas para vehículos;
- e) suministradores de gas natural;
- f) autoridades reglamentarias con jurisdicción sobre el uso de botellas.

4.1.3. Vida útil

La vida útil durante la cual las botellas serán seguras será especificada por el diseñador de la botella para uso bajo las condiciones de servicios especificadas en este documento. La vida útil máxima será de 20 años.

4.1.4. Recalificación periódica

El fabricante de la botella proporcionará recomendaciones para la recalificación periódica por inspección visual o ensayos durante la vida útil, sobre la base de uso en las condiciones de servicio especificadas en este documento. Cada botella será objeto de inspección visual al menos cada 48 meses después de la fecha de su entrada en servicio en el vehículo (matriculación del vehículo) y en el momento de cualquier reinstalación, para determinar si hay daños externos o deterioro, incluida la zona debajo de las tiras de fijación. La inspección visual será realizada por un organismo competente homologado o reconocido por la autoridad reglamentaria, de acuerdo con las especificaciones del fabricante. Las botellas sin etiquetas con información obligatoria o con etiquetas que contengan información obligatoria que sea ilegible de alguna manera, se retirarán del servicio. Si la botella se puede identificar con certeza por fabricante y número de serie, se podrá aplicar una etiqueta de sustitución y la botella podrán continuar en servicio.

4.1.4.1. Botellas involucradas en colisiones

Las botellas que hayan estado involucradas en una colisión de vehículos serán inspeccionadas de nuevo por un organismo autorizado por el fabricante a menos que disponga otra cosa la autoridad que tenga jurisdicción. Las botellas que no hayan sufrido daños en la colisión podrán volverse a poner en servicio y en caso contrario serán devueltas al fabricante para su evaluación.

4.1.4.2. Botellas involucradas en incendios

Las botellas que hayan sido sometidas a la acción del fuego serán inspeccionadas de nuevo por un organismo autorizado por el fabricante o condenadas y retiradas del servicio.

4.2. Presiones máximas

La presión de la botella estará limitada por lo siguiente:

- a) una presión que se estabilice en 20 MPa a una temperatura estabilizada de 15 °C;
- b) 26 MPa, inmediatamente después del llenado, independientemente de la temperatura.

4.3. Número máximo de ciclos de llenado

Las botellas se diseñarán para ser llenadas un máximo de mil veces por año de servicio a una presión estabilizada de 20 MPa y a una temperatura estabilizada del gas de 15 °C.

4.4. Intervalo de temperaturas**4.4.1. Temperatura estabilizada del gas**

La temperatura estabilizada del gas en las botellas podrá variar entre un mínimo de – 40 °C y un máximo de 65 °C.

4.4.2. Temperaturas de las botellas

La temperatura de los materiales de la botella podrá variar entre – 40 °C y 82 °C.

Las temperaturas de más de 65 °C deberán estar suficientemente localizadas o ser de tan corta duración que la temperatura del gas en la botella nunca sea nunca superior a 65 °C, excepto en las condiciones indicadas en el apartado 4.4.3.

4.4.3. Temperaturas transitorias

Las temperaturas alcanzadas por el gas durante el llenado o la descarga podrán variar más allá de los límites establecidos en el apartado 4.4.1.

4.5. Composición del gas

No se añadirá metanol y/o glicol deliberadamente al gas natural. La botella deberá diseñarse para que soporte el llenado con gas natural que cumpla una de las tres condiciones siguientes:

- a) SAE J1616
- b) Gas seco

El vapor de agua estará limitado normalmente a menos de 32 mg/m³ con un punto de rocío de – 9 °C a 20 MPa. No habrá límites de componentes para el gas seco, excepto para:

- Sulfuro de hidrógeno y otros sulfuros solubles: 23 mg/m³
- Oxígeno: 1 % en volumen.

El hidrógeno estará limitado al 2 % en volumen si las botellas se fabrican con un acero cuya resistencia a la rotura por tracción es superior a 950 MPa.

- c) Gas húmedo

El gas con un contenido de agua superior al indicado en b), cumple normalmente los siguientes límites en cuanto a componentes:

- Sulfuro de hidrógeno y otros sulfuros solubles: 23 mg/m³
- Oxígeno: 1 % en volumen
- Dióxido de carbono: 4 % en volumen
- Hidrógeno: 0,1 % en volumen.

Con gas húmedo será necesario un mínimo de 1 mg de aceite para compresores por kg de gas para proteger las botellas y camisas metálicas de gas.

4.6. Superficies exteriores

Las botellas no se someterán a una exposición continua a ataques químicos o mecánicos, por ejemplo, fugas de productos que puedan transportar los vehículos o abrasión intensa debida al estado de la carretera, y cumplirán las normas de instalación reconocidas. Sin embargo, las superficies cilíndricas exteriores pueden verse sometidas inadvertidamente a:

- a) agua, por inmersión intermitente o salpicaduras de la carretera;
- b) sal, debido al funcionamiento del vehículo cerca del mar o en sitios donde se utiliza sal para fundir el hielo;
- c) radiaciones ultravioleta de la luz del sol;
- d) impactos de grava;
- e) disolventes, ácidos y álcalis, fertilizantes;
- f) líquidos de automoción, inclusive gasolina, líquidos hidráulicos, glicol y aceites.

4.7. Permeabilidad al gas o fugas

Las botellas pueden estar encerradas en espacios confinados durante largos períodos de tiempo. Se tendrá en cuenta en el diseño la permeabilidad del gas a través de la pared de la botella o las fugas entre las conexiones finales y la camisa.

5. HOMOLOGACIÓN DEL DISEÑO

5.1. Generalidades

El diseñador de las botellas presentará la información siguiente con una solicitud de homologación a la autoridad competente:

- a) declaración de servicio (apartado 5.2.)
- b) datos de diseño (apartado 5.3.)
- c) datos de fabricación (apartado 5.4.)
- d) sistema de calidad (apartado 5.5.)
- e) comportamiento de las fracturas y tamaño de los defectos por END (examen no destructivo) (apartado 5.6.)
- f) hoja de especificaciones (apartado 5.7.)
- g) datos adicionales de apoyo (apartado 5.8.).

Las botellas diseñadas según la norma ISO 9809 no necesitarán ir acompañadas del informe de análisis de esfuerzos indicado en el apartado 5.3.2 ni de la información indicada en el apartado 5.6.

5.2. Declaración de servicio

El objeto de esta declaración es orientar a usuarios e instaladores e informar a la autoridad competente responsable de la homologación o a su representante designado. La declaración de servicio incluirá:

- a) Una declaración de que el diseño de la botella es adecuado para uso en las condiciones de servicio definidas en el apartado 4 para la vida útil de la botella;
- b) la vida útil;

- c) los requisitos mínimos de pruebas y/o inspección en servicio;
- d) los dispositivos limitadores de presión y/o aislamiento necesarios;
- e) los métodos de soporte, revestimientos de protección, etc. necesarios pero no suministrados;
- f) una descripción del diseño de la botella;
- g) toda otra información necesaria para asegurar el uso e inspección seguros de la botella.

5.3. Datos de diseño

5.3.1. Planos

Los planos mostrarán como mínimo lo siguiente:

- a) Título, número de referencia, fecha de emisión y números de revisión con fechas de emisión, si procede;
- b) Referencia al presente Reglamento y tipo de botella;
- c) Todas las dimensiones completas con tolerancias, incluidos detalles de los cierres finales con espesores mínimos y de las aberturas;
- d) Masa de la botella, completa con tolerancia;
- e) Especificaciones del material completas con propiedades mínimas mecánicas y químicas e intervalos de tolerancias y, en el caso de botellas metálicas o camisas metálicas, el intervalo de durezas especificado;
- f) Otros datos como intervalo de presiones de autozunchado, presión mínima de prueba, detalles del sistema de protección contra incendios y del revestimiento protector exterior.

5.3.2. Informe de análisis de esfuerzos

Se presentará un análisis de esfuerzos por elementos finitos u otro análisis de esfuerzos.

Se incluirá en el informe una tabla que resuma los esfuerzos calculados.

5.3.3. Datos de ensayos de materiales

Se presentará una descripción detallada de los materiales y de las tolerancias de las propiedades de los materiales utilizados en el diseño. También se presentarán datos de ensayos para caracterizar las propiedades mecánicas y la adecuación de los materiales para el servicio bajo las condiciones especificadas en el apartado 4.

5.3.4. Datos de ensayos de calificación del diseño

El material, diseño, fabricación y examen de las botellas serán adecuados para el servicio pretendido cumpliendo los requisitos de los ensayos exigidos para el diseño de cada botella concreta, cuando se sometan a ensayo de acuerdo con los métodos de ensayo pertinentes que figuran en el apéndice A del presente anexo.

Los datos de los ensayos incluirán también las dimensiones, espesores de paredes y pesos de cada una de las botellas sometidas a pruebas.

5.3.5. Protección contra incendios

Se especificará la disposición de los dispositivos limitadores de presión que protegen la botella contra una rotura brusca cuando se somete a las condiciones de incendio del apartado A.15. Los datos de los ensayos probarán la eficacia del sistema especificado de protección contra incendios.

5.3.6. Soportes de las botellas

Se presentarán detalles de los soportes de la botellas o de los requisitos de los soportes de acuerdo con el apartado 6.11.

5.4. Datos de fabricación

Se presentarán detalles de todos los procesos de fabricación, exámenes no destructivos, ensayos de producción y ensayos de lotes. Se especificarán las tolerancias para todos los procesos de producción como tratamientos térmicos, embutición de extremos, relación de mezcla de resinas, tensión y velocidad de arrollamiento del filamento, tiempos y temperaturas de curado y procedimientos de autozunchado. También se especificarán acabados superficiales, detalles de roscas, criterios de aceptación para exploración por ultrasonidos (o equivalente) y tamaños máximos de los lotes para ensayos por lotes.

5.5. (No asignado)

5.6. Comportamiento a la fractura y tamaño de los defectos para el END

5.6.1. Comportamiento a la fractura

El fabricante demostrará la aparición de fugas antes de la rotura (LBB) del diseño según se describe en el apartado 6.7.

5.6.2. Tamaño de los defectos para el END

Utilizando el planteamiento descrito en el apartado 6.15.2, el fabricante establecerá el tamaño máximo de los defectos para el examen no destructivo que impedirá el fallo de la botella durante su vida útil debido a fatiga o el fallo de la botella por rotura.

5.7. Hoja de especificaciones

Para cada diseño de botella se incluirá una lista en una hoja de especificaciones con un resumen de los documentos que proporcionen la información requerida en el apartado 5.1. Se indicará el título, número de referencia, números de las revisiones y fechas de la emisión original y de las emisiones de las versiones de cada documento. Todos los documentos llevarán la firma o iniciales del emisor. La hoja de especificaciones recibirá un número de revisión, si procede, que podrá utilizarse para designar el diseño de la botella y llevará a firma del ingeniero responsable del diseño. Se dejará espacio en la hoja de especificaciones para un sello que indique el registro del mismo.

5.8. Datos adicionales de apoyo

Cuando proceda, se presentarán datos adicionales que apoyen la solicitud, como el historial de servicio del material que se proponga usar, o el uso de otro diseño especial de diseño en otras condiciones de servicio.

5.9. Homologación y certificación

5.9.1. Inspección y ensayos

Se requiere la realización de la evaluación de la conformidad de acuerdo con las disposiciones del apartado 9 del presente Reglamento.

Con objeto de garantizar que las botellas cumplen el presente Reglamento internacional, se someterán a inspección realizada por la autoridad competente de acuerdo con los apartados 6.13. y 6.14.

5.9.2. Certificado de ensayo

Si los resultados del ensayo de prototipo de acuerdo con el apartado 6.13. son satisfactorios, la autoridad competente emitirá un certificado de ensayo. En el apéndice D de este anexo se incluye un ejemplo de dicho certificado.

5.9.3. Certificado de aceptación de lotes

La autoridad competente preparará un certificado de aceptación de acuerdo con lo dispuesto en el apéndice D de este anexo.

6. REQUISITOS APLICABLES A TODOS LOS TIPOS DE BOTELLAS

6.1. Generalidades

Los requisitos siguientes son aplicables en general a los tipos de botellas especificados en los apartados 7 a 10. El diseño de las botellas cubrirá todos los aspectos pertinentes que sean necesarios para asegurar que todas las botellas producidas según el diseño serán adecuadas para su objeto durante la vida útil especificada. Las botellas de acero del tipo GNC-1 diseñadas según ISO 9809 y que cumplan todos los requisitos de esa norma, sólo tendrán que cumplir los requisitos de los apartados 6.3.2.4. y 6.9 a 6.13.

6.2. Diseño

El presente Reglamento no contiene fórmulas de diseño ni esfuerzos admisibles, pero requiere demostrar la adecuación del diseño mediante cálculos adecuados y por el hecho de que las botellas superen regularmente los ensayos de material, calificación del diseño, producción y lotes, especificados en el presente Reglamento. Todos los diseños asegurarán un modo de fallo con aparición de «fugas antes de la rotura» en condiciones de degradación viable de las piezas sometidas a presión durante el servicio normal. Si se producen fugas en las botellas metálicas o en las camisas metálicas, sólo podrán ser debidas al crecimiento de una grieta por fatiga.

6.3. Materiales

6.3.1. Los materiales utilizados serán adecuados para las condiciones de servicio especificadas en el apartado 4. El diseño no incluirá materiales incompatibles en contacto. Los ensayos de calificación del diseño para materiales se resumen en la tabla 6.1.

6.3.2. Acero

6.3.2.1. Composición

Los aceros estarán tratados con eliminador de aluminio y/o silicio y se producirán según procedimientos encaminados a obtener predominantemente grano fino. La composición química de todos los aceros se declarará y definirá al menos por:

- a) el contenido de carbono, manganeso, aluminio y silicio en todos los casos;
- b) el contenido de níquel, cromo, molibdeno, boro y vanadio y cualquier otro elemento de aleación añadido intencionadamente.

En el análisis de la fundición no se superarán los límites siguientes:

Resistencia a la tracción	< 950 MPa	≥ 950 MPa
Azufre	0,020 por ciento	0,010 por ciento
Fósforo	0,020 por ciento	0,020 por ciento
Azufre y fósforo	0,030 por ciento	0,025 por ciento

Si se utiliza un acero al carbono-boro, se hará una prueba de templabilidad según ISO 642, en el primero y último lingote de cada hornada de acero. La dureza medida a una distancia de 7,9 mm del extremo enfriado estará comprendida entre 33-53 HRC o 327-560 HV y será certificada por el fabricante del material.

6.3.2.2. Propiedades de resistencia a la tracción

Las propiedades mecánicas del acero en la botella o camisa terminada se determinarán de acuerdo con el apartado A.1 (apéndice A). El alargamiento del acero será como mínimo del 14 %.

6.3.2.3. Propiedades de resistencia al impacto

Las propiedades de resistencia al impacto del acero en la botella o camisa acabada se determinarán de acuerdo con el apartado A.2 (apéndice A). Los valores de resistencia al impacto no serán inferiores a los indicados en la tabla 6.2 del presente anexo.

6.3.2.4. Resistencia al agrietamiento por sulfuros

Si el límite superior de la resistencia al agrietamiento por sulfuros especificado para el acero es superior a 950 MPa, el acero de la botella acabada se someterá a un ensayo de resistencia al agrietamiento por sulfuros de acuerdo con el apartado A.3 del apéndice A del presente anexo, y cumplirá los requisitos enumerados en el mismo.

6.3.3. Aluminio

6.3.3.1. Composición

Las aleaciones de aluminio se citarán de acuerdo con el método de la *Aluminium Association* para un sistema de aleaciones dado. Los límites de impurezas para el plomo y el bismuto en cualquier aleación de aluminio no serán superiores al 0,003 %.

6.3.3.2. Ensayos de corrosión

Las aleaciones de aluminio cumplirán los requisitos de los ensayos de corrosión realizados de acuerdo con el apartado A.4 (apéndice A).

6.3.3.3. Agrietamiento bajo carga permanente

Las aleaciones de aluminio cumplirán los requisitos de los ensayos de agrietamiento bajo carga permanente realizados de acuerdo con el apartado A.5 (apéndice A).

6.3.3.4. Propiedades de resistencia a la tracción

Las propiedades mecánicas de la aleación de aluminio en la botella acabada se determinarán de acuerdo con el apartado A.1 (apéndice A). El alargamiento del aluminio será como mínimo del 12 %.

6.3.4. Resinas

6.3.4.1. Generalidades

El material de impregnación podrá consistir en resinas termoendurecibles o termoplásticas. Ejemplo de materiales con matrices adecuadas son los plásticos termoendurecibles de epóxido, epóxido modificado, poliéster y viniléster y los materiales termoplásticos de polietileno y poliamida.

6.3.4.2. Resistencia al cizallamiento

Los materiales de resina se someterán a ensayo de acuerdo con el apartado A.26 (apéndice A) y cumplirán los requisitos establecidos en el mismo.

6.3.4.3. Temperatura de transición vítrea

La temperatura de transición vítrea del material de resina se determinará de acuerdo con ASTM D3418.

6.3.5. Fibras

Los tipos de materiales filamentosos de refuerzo estructural serán fibra de vidrio, fibra de aramida o fibra de carbono. Si se utiliza refuerzo de fibra de carbono, el diseño incorporará medios para impedir la corrosión galvánica de los componentes metálicos de la botella. El fabricante conservará archivadas las especificaciones publicadas de los materiales compuestos, las recomendaciones del fabricante del material para almacenamiento, las condiciones y vida en estantería y el certificado del fabricante del material, indicando que todos los envíos están conformes con los requisitos de dichas especificaciones. El fabricante de la fibra certificará que las propiedades del material están de acuerdo con las especificaciones del fabricante para el producto.

6.3.6. Camisas de plástico

El límite elástico y el alargamiento a la rotura se determinarán de acuerdo con el apartado A.22 (apéndice A). Las pruebas demostrarán las propiedades de ductilidad del material de la camisa de plástico a temperaturas de $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ e inferiores cumpliendo los valores especificados por el fabricante. El polímero será compatible con las condiciones de servicio especificadas en el apartado 4 de este anexo. De acuerdo con el método descrito en el apartado A.23 (apéndice A), la temperatura de ablandamiento será como mínimo de $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ y la de fusión de $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ como mínimo.

6.4. Presión de ensayo

La presión de ensayo mínima usada en fabricación será de 30 MPa.

6.5. Presiones de rotura y relaciones de esfuerzos de las fibras

Para todos los tipos de botellas, la presión de rotura mínima real no será inferior a los valores dados en la tabla 6.3 de este anexo. Para diseños de los tipos GNC-2, GNC-3 y GNC-4, la envoltura de material compuesto se diseñará para obtener una alta fiabilidad bajo carga permanente y carga cíclica. Esta fiabilidad se logrará alcanzando o superando los valores de la relación de esfuerzos del refuerzo dados en la tabla 6.3 de este anexo. La relación de esfuerzos se define como el esfuerzo en la fibra a la presión mínima de rotura especificada dividido por el esfuerzo en la fibra a la presión de trabajo. La relación de rotura se define como la presión efectiva de rotura del cilindro dividida por la presión de trabajo. Para diseños del tipo GNC-4, la relación de esfuerzos es igual a la relación de rotura. Para diseños de los tipos GNC-2 y GNC-3 (camisa de metal, envoltura de material compuesto) los cálculos de la relación de esfuerzos deberán incluir:

- a) Un método de análisis con capacidad para materiales no lineales (programa de ordenador para aplicaciones especiales o programa de análisis por elementos finitos).
- b) La curva de esfuerzos-deformaciones elásticos-plásticos correspondiente al material de la camisa deberá ser conocida y estar reflejada en un modelo correcto.
- c) Las propiedades mecánicas de los materiales compuestos deberán estar reflejadas en un modelo correcto.
- d) Deberán hacerse cálculos para las presiones de autozunchado, cero, después de autozunchado, de trabajo y mínima de rotura.
- e) En el análisis, deberán tenerse en cuenta las pretensiones debidas a la tensión de arrollamiento.
- f) La presión mínima de rotura se elegirá de tal manera que el esfuerzo calculado para esa presión dividido por el esfuerzo calculado a la presión de trabajo cumpla los requisitos de relación de esfuerzos para la fibra utilizada.
- g) Al analizar botellas con refuerzos híbridos (dos o más fibras distintas), la carga compartida por las distintas fibras se considerará a partir de los distintos módulos elásticos de las fibras. Los requisitos de relación de esfuerzos para cada fibra individual deberán estar de acuerdo con los valores dados en la tabla 6.3 del presente anexo. La verificación de los coeficientes de esfuerzos podrá hacerse también mediante calibres extensométricos. En el apéndice E del presente anexo se describe un método aceptable.

6.6. Análisis de esfuerzos

Se realizará un análisis de esfuerzos para justificar el espesor mínimo de diseño de la pared. Incluirá la determinación de esfuerzos en camisas y fibras de diseños compuestos.

6.7. Evaluación de las LBB

Las botellas de los tipos GNC-1, GNC-2 y GNC-3 presentarán fugas antes de la rotura (LBB).

El ensayo de aparición de fugas antes de la rotura se realizará de acuerdo con el apartado A.6 (apéndice A). La demostración de la aparición de LBB no será necesaria para diseños de botellas con una resistencia a la fatiga superior a 45 000 ciclos de presión al probarlas de acuerdo con el apartado A.13 (apéndice A). A título informativo, se incluyen dos métodos de evaluación de las LBB en el apéndice F del presente anexo.

6.8. Inspección y ensayos

La inspección de fabricación especificará programas y procedimientos para:

- a) inspección, pruebas y criterios de aceptación de fabricación y
- b) inspección periódica en servicio, ensayos y criterios de aceptación en servicio. El intervalo entre inspecciones visuales de las superficies externas de las botellas estará de acuerdo con el apartado 4.1.4. del presente anexo, a menos que lo modifique la autoridad competente. El fabricante establecerá los criterios de rechazo para las inspecciones sucesivas sobre la base de los resultados de los ensayos de ciclos de presión realizados en botellas que tengan defectos. En el apéndice G del presente anexo se incluye una guía para las instrucciones del fabricante relativas a manipulación, uso e inspección.

6.9. Protección contra incendios

Todas las botellas se protegerán contra incendios mediante dispositivos limitadores de presión. La botella, sus materiales, los dispositivos limitadores de presión y cualquier material protector o aislante añadido, se diseñarán colectivamente para garantizar una seguridad adecuada en caso de incendio en el ensayo especificado en el apartado A.15 (apéndice A).

Los dispositivos limitadores de presión se someterán a ensayo de acuerdo con el apartado A.24 (apéndice A).

6.10. Aberturas**6.10.1. Generalidades**

Sólo se permiten aberturas en las cabezas. La línea central de la abertura coincidirá con el eje longitudinal de la botella. Las roscas estarán bien cortadas, serán uniformes, no tendrán discontinuidades superficiales y estarán dentro de las tolerancias.

6.11. Soportes de las botellas

El fabricante especificará los medios con los cuales se sujetarán las botellas para su instalación en los vehículos. El fabricante facilitará también instrucciones de instalación de los soportes, incluida la fuerza de sujeción y el par para obtener la fuerza de fijación necesaria sin aplicar tensiones inaceptables a la botella ni dañar a superficie de ésta.

6.12. Protección del exterior contra el medio ambiente

El exterior de las botellas cumplirá los requisitos de las condiciones de ensayo ambientales del apartado A.14 (apéndice A). La protección exterior podrá obtenerse por cualquiera de los medios siguientes:

- a) un acabado superficial que proporcione suficiente protección (por ejemplo, metal pulverizado sobre aluminio, anodizado); o
- b) el uso de un material de matriz y fibra adecuado (por ejemplo, fibra de carbono en resina); o
- c) un revestimiento protector (por ejemplo, revestimiento orgánico, pintura) que cumplirá los requisitos del apartado A.9 (apéndice A).

Cualquier revestimiento aplicado a las botellas será de tal tipo que el proceso de aplicación no deberá afectar adversamente a las propiedades mecánicas de la botella. El revestimiento se diseñará para facilitar la subsiguiente inspección durante el servicio y el fabricante facilitará instrucciones sobre el tratamiento del revestimiento durante las inspecciones para asegurar la integridad continuada de la botella.

Se advierte a los fabricantes que en el apéndice H, de carácter informativo, del presente anexo se incluye un ensayo de resistencia ambiental que permite evaluar la adecuación de los sistemas de revestimiento.

6.13. Pruebas de calificación del diseño

Para la homologación de cada tipo de botella, se probará que el material, diseño, fabricación y examen son adecuados para el servicio pretendido cumpliendo los requisitos apropiados de los ensayos de calificación de materiales resumidos en el cuadro 6.1 del presente anexo y los ensayos de calificación de botellas resumidos en el cuadro 6.4 del presente anexo, con todas los ensayos realizados según los métodos de ensayo pertinentes, según lo descrito en el apéndice A del presente anexo. La autoridad competente seleccionará las botellas y camisas de prueba y presenciará los ensayos correspondientes. Si se someten a ensayo más botellas o camisas que las requeridas por este anexo, se documentarán todos los resultados.

6.14. Ensayos de lotes

Los ensayos de lotes especificados en el presente anexo para cada tipo de botella se realizarán en botellas o camisas tomadas de cada lote de botellas o camisas acabadas. Podrán utilizarse también muestras testigo tratadas térmicamente que sean representativas de las botellas o camisas acabadas. Los ensayos de lotes necesarios para cada tipo de botella se especifican en el cuadro 6.5 del presente anexo.

6.15. Exámenes y ensayos de fabricación**6.15.1. Generalidades**

Los exámenes y ensayos de fabricación se realizarán en todas las botellas producidas en un lote. Cada botella se examinará durante y después de la fabricación por los medios siguientes:

- a) exploración por ultrasonidos (o equivalente demostrado) de botellas y camisas metálicas según BS 5045, parte 1, anexo B, u otro método cuya equivalencia se demuestre, para confirmar que el tamaño máximo de los defectos presentes es inferior al tamaño especificado en el diseño;
- b) verificación de que las dimensiones críticas y la masa de la botella terminada y el de cualquier camisa o envolvente están dentro de las tolerancias de diseño;
- c) verificación del cumplimiento del acabado superficial especificado, prestando especial atención a superficies de embutición profunda y a pliegues o solapas en el cuello o en la espalda de cierres finales o aberturas forjados o centrifugados;
- d) verificación de marcas;
- e) se realizarán ensayos de dureza de botellas y camisas metálicas de acuerdo con el apartado A.8 (apéndice A) después del tratamiento térmico final y los valores así determinados estarán dentro del intervalo especificado para el diseño;
- f) ensayo hidrostático de acuerdo con el apartado A.11 (apéndice A).

En la tabla 6.6 de este anexo se incluye una tabla con un resumen de los requisitos críticos de inspección de fabricación que deberá realizarse en cada botella.

6.15.2. Tamaño máximo de los defectos

Para los diseños de los tipos GNC-1, GNC-2 y GNC-3, se determinará el tamaño máximo de los defectos en cualquier punto de la botella o camisa metálica que no crecerá hasta adquirir un tamaño crítico dentro de la vida útil especificada. Este tamaño de defecto crítico se define como el defecto limitador del espesor a través de la pared (botella o camisa) que permitiría la salida del gas almacenado sin romper la botella. Los tamaños de los defectos para los criterios de rechazo para exploración ultrasónica o equivalente, serán inferiores al tamaño máximo de defecto admisible. Para los diseños de los tipos GNC-2 y GNC-3, se supone que no se producirán daños en el material compuesto debidos a mecanismos dependientes del tiempo. El tamaño admisible de los defectos para el END se determinará mediante un método adecuado. En el apéndice informativo F del presente anexo se describen dos de estos métodos.

6.16. Incumplimiento de los requisitos de los ensayos

En caso de incumplimiento de los requisitos de los ensayos, se repetirán los ensayos o se aplicará un tratamiento térmico y se repetirán los ensayos de la manera siguiente:

- a) Si se produce un fallo al realizar un ensayo o si hay un error de medida, se realizará un ensayo adicional. Si el resultado de dicho ensayo es satisfactorio, se ignorará el primer ensayo.
- b) Si el ensayo no se ha realizado de forma satisfactoria, se identificará la causa de fallo del mismo.

Si se considera que el fallo es debido al tratamiento térmico aplicado, el fabricante someterá todas las botellas del lote a otro tratamiento térmico.

Si el fallo no es debido al tratamiento térmico aplicado, se rechazarán todas las botellas defectuosas identificadas o se repararán utilizando un método homologado. Las botellas no rechazadas se considerarán parte de un nuevo lote.

En ambos casos, se volverá a someter a ensayo el nuevo lote. Todos los ensayos de prototipos o de lotes necesarios para demostrar la aceptabilidad del nuevo lote se realizarán de nuevo. Si uno o más de los ensayos resultan insatisfactorios, aunque sea parcialmente, se rechazarán todas las botellas del lote.

6.17. Cambio de diseño

Un cambio de diseño es cualquier cambio de selección de los materiales estructurales o cualquier cambio dimensional no atribuible a las tolerancias normales de fabricación.

Se permitirá la calificación mediante un programa reducido de ensayos de los cambios de diseño poco importantes. Los cambios de diseño especificados en el cuadro 6.7 requerirán ensayos de calificación del diseño según lo especificado en dicho cuadro.

Cuadro 6.1

Ensayo de calificación de diseño de materiales

	Apartado pertinente del presente anexo				
	Acero	Aluminio	Resinas	Fibras	Camisas de plástico
Propiedades de resistencia a la tracción	6.3.2.2	6.3.3.4		6.3.5	6.3.6
Resistencia al agrietamiento por sulfuros	6.3.2.4				
Propiedades de resistencia al impacto	6.3.2.3				
Resistencia al agrietamiento bajo carga permanente		6.3.3.3			
Agrietamiento por tenso-corrosión		6.3.3.2			
Resistencia al cizallamiento			6.3.4.2		
Temperatura de transición vítrea			6.3.4.3		
Temperatura de ablandamiento/fusión					6.3.6
Mecánica de la fractura (*)	6.7	6.7			

(*) No se requiere si se utiliza el planteamiento de ensayos de botellas con defectos del apartado A.7 (apéndice A).

Cuadro 6.2

Valores aceptables para las pruebas de impacto

Diámetro de la botella D, mm	> 140			≤ 140
Dirección de la prueba	transversal			longitudinal
Anchura de la probeta, mm	3-5	> 5-7,5	> 7,5-10	3 a 5
Temperatura de ensayo, °C	– 50			– 50
Media de 3 muestras	30	35	40	60
Resistencia al impacto, J/cm ²				
Muestra individual	24	28	32	48

Cuadro 6.3

Valores mínimos reales de rotura y relaciones de esfuerzo

	CNG-1 Todo metal	CNG-2 Envolvente de anillos		CNG-3 Envolvente completa		CNG-4 Todo material compuesto	
	Presión de rotura [MPa]	Relación de esfuerzos [MPa]	Presión de rotura [MPa]	Relación de esfuerzos [MPa]	Presión de rotura [MPa]	Relación de esfuerzos [MPa]	Presión de rotura [MPa]
Todo metal	45						
Vidrio		2,75	50 1)	3,65	70 1)	3,65	73
Ara-mida		2,35	47	3,10	60 1)	3,1	62
Carbo-no		2,35	47	2,35	47	2,35	47
Híбри-do		2)		2)		2)	

Nota 1: Presión mínima real de rotura. Además, tienen que hacerse cálculos de acuerdo con el apartado 6.5 del presente anexo para confirmar que se cumplen también los requisitos mínimos de relación de esfuerzos.

Nota 2: Los coeficientes de esfuerzos y las presiones de rotura deben calcularse de acuerdo con el apartado 6.5 del presente anexo.

Cuadro 6.4

Ensayos de calificación de los diseños de botellas

Tipo de botella		Ensayo y referencia del anexo			
		CNG-1	CNG-2	CNG-3	CNG-4
A.12	Rotura	X (*)	X	X	X
A.13	Temperatura ambiente/ciclo	X (*)	X	X	X
A.14	Prueba de ambiente ácido		X	X	X
A.15	Fuego	X	X	X	X
A.16	Penetración	X	X	X	X
A.17	Tolerancia de defectos		X	X	X
A.18	Fluencia a alta temperatura		X	X	X
A.19	Rotura por esfuerzo		X	X	X
A.20	Prueba de caída			X	X
A.21	Permeabilidad				X
A.24	Comportamiento del dispositivo limitador de presión	X	X	X	X

Tipo de botella		Ensayo y referencia del anexo			
		CNG-1	CNG-2	CNG-3	CNG-4
A.25	Prueba de par del saliente				X
A.27	Ciclo de gas natural				X
A.6	Evaluación de las LBB	X	X	X	
A.7	Temperatura extrema/ciclos		X	X	X

X = requerido.

(*) = No requerido para botellas diseñadas según ISO 9809 (ISO 9809 ya tiene en cuenta dichos ensayos).

Cuadro 6.5

Ensayos de lotes

Tipo de botella		Ensayo y referencia del anexo			
		CNG-1	CNG-2	CNG-3	CNG-4
A.12	Rotura	X	X	X	X
A.13	Ciclo ambiente	X	X	X	X
A.1	Resistencia a la tracción	X	X (*)	X (*)	
A.2	Impacto (acero)	X	X (*)	X (*)	
A.9.2	Revestimiento (*)	X	X	X	X

X = requerido.

(*) = Excepto cuando no se utiliza revestimiento protector.

(') = Ensayos en el material de la camisa.

Cuadro 6.6

Requisitos críticos de la inspección de producción

Tipo	CNG-1	CNG-2	CNG-3	CNG-4
Requisito de inspección				
Dimensiones críticas	X	X	X	X
Acabado superficial	X	X	X	X
Defectos (ultrasonidos o equivalente)	X	X	X	
Dureza de las botellas y camisas metálicas	X	X	X	
Ensayo hidrostático	X	X	X	X
Ensayo de fugas				X
Marcas	X	X	X	X

X = requerido.

Cuadro 6.7

Cambio de diseño

Cambio de diseño	Tipo de ensayo								
	Rotura hidrostática A.12	Ciclos a temp. ambiente: A.13	Ambiental A.14	Fuego A.15	Tolerancia de defectos A.17	Penetración A.16	Rotura por esfuerzo A.19 Alta temperatura: fluencia A.18 Ensayo de caída A.20	Par del saliente Permeabilidad A.21 Ciclo de GNC A.27	Comportamiento del dispositivo limitador de presión A.24
Fabricante de fibra	X	X					X (*)	X (†)	
Botella metálica o material de la camisa	X	X	X (*)	X	X (*)	X	X (*)		
Material de la camisa de plástico		X	X					X (†)	
Material de fibra	X	X	X	X	X	X	X	X (†)	
Material de resina			X		X	X	X		
Cambio de diámetro ≤ 20 %	X	X							
Cambio de diámetro > 20 %	X	X		X	X (*)	X			
Cambio de longitud ≤ 50 %	X			X (†)					
Cambio de longitud > 50 %	X	X		X (†)					
Cambio de la presión de trabajo ≤ 20 % @	X	X							
Forma de la cúpula	X	X						X (†)	
Tamaño de la abertura	X	X							
Cambio del revestimiento			X						
Diseño del saliente final								X (†)	
Cambio del proceso de fabricación	X	X							
Dispositivo limitador de presión				X					X

X = requerido.

(*) = Ensayo no requerido en diseños metálicos (GNC-1).

(†) = Ensayo requerido sólo en diseños totalmente de material compuesto (GNC-4).

(‡) = Ensayo requerido sólo cuando aumenta la longitud.

@ = Sólo cuando el espesor cambia proporcionalmente al cambio de diámetro y/o presión.

7. BOTELLAS METÁLICAS DEL TIPO GNC-1

7.1. Generalidades

El diseño identificará el tamaño máximo de un defecto admisible en cualquier punto de la botella que no aumente hasta un tamaño crítico dentro del período especificado para la repetición de los ensayos, o de la vida útil si no está especificado este período, de una botella que funcione bajo presión de trabajo. La determinación de la aparición de fugas antes de la rotura (LBB) se realizará de acuerdo con los procedimientos apropiados definidos en el apartado A.6 (apéndice A). El tamaño admisible de los defectos se determinará de acuerdo con el apartado 6.15.2.

Las botellas diseñadas según ISO 9809 y que cumplan todos los requisitos de esta norma, sólo tendrán que cumplir los requisitos de los ensayos de materiales del apartado 6.3.2.4. y los requisitos de los ensayos de calificación del diseño del apartado 7.5., con excepción de los puntos 7.5.2. y 7.5.3.

7.2. Análisis de esfuerzos

Se calcularán los esfuerzos en la botella para 2 MPa, 20 MPa, la presión de ensayo y la presión de rotura de diseño. En los cálculos se utilizarán técnicas de análisis adecuadas utilizando la teoría de envolventes delgadas que tiene en cuenta la flexión fuera del plano de la envolvente para establecer las distribuciones de esfuerzos en el cuello, zonas de transición y parte cilíndrica de la botella.

7.3. Requisitos de los ensayos de fabricación y producción

7.3.1. Generalidades

Los extremos de las botellas de aluminio no se cerrarán mediante un proceso de embutición. Los extremos de las botellas de acero que se hayan cerrado por embutición, con la excepción de las botellas diseñadas de acuerdo con ISO 9809, serán objeto de pruebas no destructivas o equivalentes. No se añadirá metal en el proceso de cierre en los extremos. Todas las botellas se examinarán antes de las operaciones de embutición para determinar el espesor y el acabado superficial.

Después de embutir los extremos de las botellas se someterán a tratamiento térmico para obtener una dureza dentro del intervalo especificado para el diseño. No se permiten los tratamientos térmicos localizados.

Si existe algún anillo de cuello, anillo de base o elementos de soporte, serán de materiales compatibles con el de la botella y se fijarán con seguridad mediante un método que no sea soldadura de fusión o aportación dura o blanda.

7.3.2. Ensayo no destructivo

En todas las botellas metálicas se realizarán los ensayos siguientes:

- a) Ensayo de dureza de acuerdo con el apartado A.8 (apéndice A).
- b) Examen por ultrasonidos según BS 5045, parte 1, anexo I o mediante un método de ensayo no destructivo cuya equivalencia esté demostrada, para asegurar que el tamaño máximo de los defectos no superará el tamaño especificado en el diseño, determinado de acuerdo con el apartado 6.15.2. anterior.

7.3.3. Ensayo de presión hidrostática

Cada botella terminada se someterá al ensayo de presión hidrostática de acuerdo con el apartado A.11 (apéndice A).

7.4. Ensayos de lotes de botellas

Los ensayos de lotes se realizarán en botellas terminadas representativas de la producción normal y completas con marcas de identificación. De cada lote se seleccionarán aleatoriamente dos botellas. Si se someten a prueba más botellas de las requeridas por el presente anexo, se documentarán todos los resultados. En dichas botellas se realizarán, como mínimo, los ensayos siguientes:

- a) Ensayos de materiales del lote. Una botella o un testigo de tratamiento térmico representativo de una botella terminada, se someterá a los siguientes ensayos:
 - i) Comprobación de las dimensiones críticas por comparación con el diseño.

- ii) Un ensayo de resistencia a la tracción de acuerdo con el apartado A.1 (apéndice A) y cumplirá los requisitos del diseño.
- iii) Para botellas de acero, 3 ensayos de impacto de acuerdo con el apartado A.2 (apéndice A) y cumplirán los requisitos del apartado 6.3.2.3. anterior.
- iv) Si forma parte del diseño un revestimiento protector, éste se someterá a ensayo de acuerdo con el apartado A.9.2 (apéndice A).

Todas las botellas representadas por un ensayo de lote que no cumplan los requisitos especificados se someterán a los procedimientos indicados en el apartado 6.16.

Si el revestimiento no cumple los requisitos de dicho apartado, el lote se inspeccionará al 100 % para retirar las botellas con defectos similares. Se podrá quitar el revestimiento de todas las botellas defectuosas para volverlo a aplicar. En ese caso, se repetirá el ensayo del lote de revestimientos.

- b) Ensayo de rotura del lote. Se aplicará presión hidrostática a una botella hasta que se rompa de acuerdo con el apartado A.12 (apéndice A).

Si la presión de rotura es inferior a la mínima calculada, se aplicarán los procedimientos especificados en el apartado 6.16. anterior.

- c) Prueba de ciclos periódicos de presión. Las botellas terminadas se someterán a ciclos de presión de acuerdo con el apartado A.13 (apéndice A) con una frecuencia de ensayo definida de la siguiente manera:

- i) Una botella de cada lote se someterá a un número de ciclos de presión 1 000 veces superior a la vida útil especificada en años, con un mínimo de 15 000 ciclos.
- ii) En 10 lotes de producción consecutivos de una familia de diseños (es decir, de procesos y materiales similares), si ninguna de las botellas sometidas a ciclos de presión según el apartado i) anterior sufre fugas o rotura en un número de ciclos inferior a 1 500 veces la vida útil especificada en años (mínimo 22 500 ciclos), el ensayo de ciclos de presión podrá reducirse a una botella de cada 5 lotes de producción.
- iii) En 10 lotes de producción consecutivos de una familia de diseños, si ninguna de las botellas sometidas a ciclos de presión según i) sufre fugas o rotura en un número de ciclos inferior a 2 000 veces la vida útil especificada en años (mínimo 30 000 ciclos), el ensayo de ciclos de presión podrá reducirse a una botella de cada 10 lotes de producción.
- iv) Si han transcurrido más de seis meses desde el último lote de producción, una botella del siguiente lote de producción se someterá al ensayo de ciclos de presión con objeto de mantener la frecuencia reducida de ensayos de lotes indicada en los incisos ii) o iii) anteriores.
- v) Si una botella sometida a ensayos de ciclos de presión con frecuencia reducida según los incisos ii) o iii) anteriores no resiste el número de ciclos de presión requerido (mínimo 22 500 o 30 000 ciclos de presión, respectivamente), será necesario repetir la frecuencia de ensayo de ciclos de presión de lotes del inciso i) durante 10 lotes de producción como mínimo, para restablecer la frecuencia reducida de ensayo de ciclos de presión de lotes con arreglo a los incisos ii) o iii) anteriores.
- vi) Si cualquier botella según los incisos i), ii) o iii) no cumple el requisito mínimo de ciclo de vida de 1 000 veces la vida útil especificada en años (mínimo 15 000 ciclos), se determinará y corregirá la causa del fallo siguiendo los procedimientos del apartado 6.16. El ensayo de ciclos de presión se repetirá entonces en tres botellas adicionales de dicho lote. Si cualquiera de las botellas adicionales no cumple el requisito mínimo de ciclos de presión de 1 000 veces la vida útil especificada en años, el lote será rechazado.

7.5. Ensayos de calificación del diseño de las botellas

7.5.1. Generalidades

Los ensayos de calificación se realizarán en botellas terminadas representativas de la producción normal que lleven marcas de identificación. La selección, testificación y documentación de los resultados estarán de acuerdo con el apartado 6.13.

7.5.2. Ensayo de rotura por presión hidrostática

Se aplicará presión hidrostática a tres botellas representativas hasta que se fallen de acuerdo con el apartado A.12. (apéndice A del presente anexo). Las presiones de rotura de las botellas superarán la presión de rotura mínima calculada mediante el análisis de esfuerzos para el diseño y será como mínimo de 45 MPa.

7.5.3. Ensayos de ciclos de presión a temperatura ambiente

Dos botellas terminadas se someterán a ciclos de presión a temperatura ambiente de acuerdo con el apartado A.13 (apéndice A) hasta que se produzca un fallo o hasta un mínimo de 45 000 ciclos. Las botellas no fallarán antes de realizar un número de ciclos 1 000 veces superior a la vida útil especificada en años. Las botellas que resistan un número de ciclos 1 000 veces superior a la vida útil especificada en años fallarán por fugas y no por rotura. Las botellas que no fallen a lo largo de 45 000 ciclos serán destruidas continuando los ciclos hasta que se produzca el fallo o por aplicación de presión hidrostática hasta la rotura. Se registrará el número de ciclos hasta el fallo y el punto de iniciación del mismo.

7.5.4. Ensayo de fuego

Los ensayos se realizarán de acuerdo con el apartado A.15 (apéndice A) y cumplirán los requisitos establecidos en el mismo.

7.5.5. Ensayo de penetración

El ensayo se realizará de acuerdo con el apartado A.16 (apéndice A) y cumplirá los requisitos establecidos en el mismo.

7.5.6. Aparición de LBB

Para diseños de botellas que no superen 45 000 ciclos cuando se sometan a ensayo con arreglo al apartado 7.5.3. anterior, se realizarán ensayos de aparición de LBB de acuerdo con A.6 y cumplirán los requisitos establecidos en el mismo.

8. BOTELLAS CON ENVOLVENTES DE ANILLOS DEL TIPO GNC-2

8.1. Generalidades

Durante la aplicación de presión, este tipo de diseño de botella tiene un comportamiento en el que los desplazamientos de la envoltente de material compuesto y de la camisa metálica se superponen linealmente. Debido a las distintas técnicas de fabricación, el presente anexo no establece un método definido para el diseño.

La determinación de la aparición de fugas antes de la rotura (LBB) se ajustará a los procedimientos apropiados definidos en el apartado A.6 (apéndice A). El tamaño admisible de los defectos se determinará de acuerdo con el apartado 6.15.2.

8.2. Requisitos de diseño

8.2.1. Camisa metálica

La camisa metálica tendrá una presión mínima de rotura real de 26 MPa.

8.2.2. Envoltente de material compuesto

El esfuerzo de tracción de las fibras cumplirá los requisitos del apartado 6.5. anterior.

8.2.3. Análisis de esfuerzos

Se calcularán los esfuerzos en el material compuesto y en la camisa después del pretensado. Las presiones utilizadas para estos cálculos serán de 0 MPa, 2 MPa, 20 MPa, la presión de ensayo y la presión de rotura de diseño. Los cálculos se harán utilizando técnicas de análisis adecuadas sobre la base de la teoría de envoltentes delgadas y teniendo en cuenta el comportamiento no lineal del material de la camisa para establecer las distribuciones de esfuerzos en el cuello, parte de transición y parte cilíndrica de la camisa.

En diseños que utilicen autozunchado para obtener el pretensado, se calcularán los límites en que deberá estar comprendida la presión de autozunchado.

En diseños que utilicen arrollamiento con presión controlada para obtener el pretensado, se calculará la temperatura a la que se realice, la tensión necesaria en cada capa de material compuesto y el pretensado consiguiente en la camisa.

8.3. Requisitos de fabricación**8.3.1. Generalidades**

La botella de material compuesto se fabricará con una camisa envolvente con arrollamientos de filamento continuo. Las operaciones de arrollamiento del filamento se controlarán mecánicamente o por ordenador. Los filamentos se aplicarán bajo tensión controlada durante el arrollamiento. Terminado el arrollamiento, las resinas termoendurecibles se someterán a curado por calor utilizando un perfil tiempo/temperatura predeterminado y controlado.

8.3.2. Camisa

La fabricación de una camisa metálica cumplirá los requisitos del apartado 7.3. para el tipo apropiado de construcción de la camisa.

8.3.3. Envolvente

Las botellas se fabricarán en una máquina de arrollamiento de filamento. Durante el arrollamiento se vigilarán las variables importantes dentro de las tolerancias especificadas y se documentarán en un registro de arrollamiento. Estas variables pueden incluir las siguientes, aunque sin limitarse a ellas:

- a) tipo de fibra, incluido el tamaño;
- b) método de impregnación;
- c) tensión de arrollamiento;
- d) velocidad de arrollamiento;
- e) número de mechas;
- f) ancho de la banda;
- g) tipo y composición de la resina;
- h) temperatura de la resina;
- i) temperatura de la camisa.

8.3.3.1. Curado de las resinas termoendurecibles

Si se utiliza una resina termoendurecible, se someterá a un proceso de curado después del arrollamiento del filamento. Durante el curado, se documentará el ciclo de curado (es decir, la variación de la temperatura en función del tiempo).

La temperatura de curado se controlará y no afectará a las propiedades del material de la camisa. La temperatura máxima de curado para botellas con camisa de aluminio será de 177 °C.

8.3.4. Autozunchado

El autozunchado, si se usa, se aplicará antes del ensayo de presión hidrostática. La presión de autozunchado estará comprendida dentro de los límites establecidos en el apartado 8.2.3. y el fabricante determinará el método para verificar la presión apropiada.

8.4. Requisitos de los ensayos de producción**8.4.1. Examen no destructivo**

Los exámenes no destructivos se realizarán de acuerdo con una norma ISO reconocida u otra norma equivalente. En cada camisa metálica se realizarán los siguientes ensayos:

- a) Ensayo de dureza de acuerdo con el apartado A.8 (apéndice A).
- b) Examen ultrasónico de acuerdo con BS 5045, Parte 1, anexo 1B, o un método END equivalente demostrado, para asegurar que el tamaño máximo de los defectos no supera el tamaño especificado en el diseño.

8.4.2. Ensayo de presión hidrostática

Cada botella terminada se someterá al ensayo de presión hidrostática de acuerdo con el apartado A.11 (apéndice A). El fabricante definirá el límite adecuado de dilatación volumétrica permanente para la presión de ensayo aplicada, pero en ningún caso la dilatación permanente será superior al 5 % de la dilatación volumétrica total a la presión de ensayo. Todas las botellas que no cumplan el límite de rechazo definido serán rechazadas y o bien destruidas o bien utilizadas a efectos de ensayos de lotes.

8.5. Ensayos de lotes de botellas

8.5.1. Generalidades

Los ensayos de lotes se realizarán en botellas terminadas representativas de la producción normal y completas con marcas de identificación. Se seleccionarán aleatoriamente de cada grupo dos botellas, o una botella y una camisa si procede. Si se someten a ensayo más botellas de las requeridas por el presente anexo, se documentarán todos los resultados. En dichas botellas se realizarán, como mínimo, los ensayos siguientes:

Si se detectan defectos en la envolvente antes de cualquier prueba de autozunchado o de presión hidrostática, se quitará la envolvente, que será sustituida.

- a) Ensayos de materiales del lote. Una botella, una camisa o un testigo de tratamiento térmico representativo de una botella terminada se someterá a los siguientes ensayos:
 - i) Verificación de dimensiones por comparación con el diseño.
 - ii) Un ensayo de resistencia a la tracción de acuerdo con el apartado A.1 (apéndice A) y cumplirá los requisitos del diseño.
 - iii) Para camisas de acero, tres pruebas de impacto de acuerdo con el apartado A.2 (apéndice A) y cumplirán los requisitos del diseño.
 - iv) Si forma parte del diseño un revestimiento protector, éste se someterá a ensayo de acuerdo con el apartado A.9.2 (apéndice A) y cumplirá los requisitos establecidos en el mismo. Todas las botellas o camisas representados por ensayo de lote que no cumplan los requisitos especificados se someterán a los procedimientos indicados en el apartado 6.16 anterior.

Si el revestimiento no cumple los requisitos del apartado A.9.2. (apéndice A), el lote se inspeccionará al 100 % para retirar las botellas con defectos similares. El revestimiento de todas las botellas defectuosas podrá retirarse utilizando un método que no afecte a la integridad de la envolvente de material compuesto y podrá aplicarse de nuevo. Se repetirá entonces el ensayo de lote del revestimiento.

- b) Ensayo de rotura del lote. Se someterá a ensayo una botella de acuerdo con los requisitos del apartado 7.4 b) anterior;
- c) Ensayo de ciclos periódicos de presión. De acuerdo con los requisitos del apartado 7.4 c) anterior.

8.6. Ensayos de calificación del diseño de las botellas

8.6.1. Generalidades

Los ensayos de calificación se realizarán en botellas terminadas representativas de la producción normal y completas con marcas de identificación. La selección, acreditación y documentación de los resultados cumplirán lo dispuesto en el apartado 6.13 anterior.

8.6.2. Ensayo de rotura por presión hidrostática

- a) Se aplicará presión hidrostática hasta la rotura a una camisa de acuerdo con el apartado A.12. (apéndice A). La presión de rotura será superior a la mínima especificada para el diseño de la camisa.
- b) Se aplicará presión hidrostática hasta la rotura a tres botellas de acuerdo con el apartado A.12 (apéndice A). Las presiones de rotura de las botellas superarán las mínimas especificadas establecidas mediante análisis de esfuerzos para el diseño, de acuerdo con el cuadro 6.3., y en ningún caso serán inferiores al valor necesario para cumplir los requisitos de relación de esfuerzos del apartado 6.5 anterior.

8.6.3. Ensayos de ciclos de presión a temperatura ambiente

Dos botellas terminadas se someterán a ciclos de presión a temperatura ambiente de acuerdo con el apartado A.13 (apéndice A) hasta que se produzca un fallo o hasta un mínimo de 45 000 ciclos. Las botellas no fallarán antes de realizar un número de ciclos 1 000 veces superior a la vida útil especificada en años. Las botellas que resistan un número de ciclos 1 000 veces superior a la vida útil especificada en años fallarán por fugas y no por rotura. Las botellas que no fallen a lo largo de 45 000 ciclos serán destruidas, bien continuando los ciclos hasta que se produzca el fallo, bien por aplicación de presión hidrostática hasta la rotura. Las botellas que superen los 45 000 ciclos podrán fallar por rotura. Se registrará el número de ciclos hasta el fallo y el punto de iniciación del mismo.

8.6.4. Ensayo de ambiente ácido

Se someterá a ensayo una botella de acuerdo con el apartado A.14 (apéndice A) y cumplirá los requisitos establecidos en el mismo. En el apéndice informativo H del presente anexo se incluye un ensayo ambiental opcional.

8.6.5. Ensayo de fuego

Las botellas terminadas se someterán a ensayo de acuerdo con el apartado A.15 (apéndice A) y cumplirán los requisitos establecidos en el mismo.

8.6.6. Ensayo de penetración

Se someterá a ensayo una botella terminada con arreglo al apartado A.16 (apéndice A), y cumplirá los requisitos establecidos en el mismo.

8.6.7. Ensayos de tolerancia de defectos

Se someterá a ensayo una botella terminada de acuerdo con el apartado A.17 (apéndice A) y cumplirá los requisitos establecidos en el mismo.

8.6.8. Ensayo de fluencia a alta temperatura

En diseños en los que la temperatura de transición vítrea de la resina no supere en 20 °C, como mínimo, la temperatura máxima de diseño del material, se someterá a ensayo una botella de acuerdo con el apartado A.18 (apéndice A) y cumplirá los requisitos establecidos en el mismo.

8.6.9. Ensayo acelerado de rotura por esfuerzos

Se someterá a ensayo una botella terminada de acuerdo con el apartado A.19 (apéndice A) y cumplirá los requisitos establecidos en el mismo.

8.6.10. Aparición de LBB

En el caso de los diseños de botellas que no superen los 45 000 ciclos al someterlas a ensayo según el apartado 8.6.3., los ensayos de aparición de LBB se realizarán de acuerdo con el apartado A.6 y cumplirá los requisitos establecidos en el mismo.

8.6.11. Ensayos de ciclos de presión a temperaturas extremas

Se someterá a ensayo una botella terminada de acuerdo con el apartado A.7 (apéndice A) y cumplirá los requisitos establecidos en el mismo.

9. BOTELLAS CON ENVOLVENTE COMPLETA DEL TIPO GNC-3

9.1. Generalidades

Durante la aplicación de presión, este tipo de botella se comporta de manera que los desplazamientos de la envolvente de material compuesto y de la camisa se superponen. Debido a las distintas técnicas de fabricación, el presente anexo no establece un método de diseño definido. La determinación de la aparición de fugas antes de la rotura (LBB) se ajustará a los procedimientos apropiados definidos en el apartado A.6 (apéndice A). El tamaño admisible de los defectos se determinará de acuerdo con el apartado 6.15.2 anterior.

9.2. Requisitos de diseño**9.2.1. Camisa metálica**

El esfuerzo de compresión en la camisa a presión 0 y 15 °C no hará que ésta se aplaste o arrugue.

9.2.2. Envolverte de material compuesto

El esfuerzo de tracción de las fibras cumplirá los requisitos del apartado 6.5. anterior.

9.2.3. Análisis de esfuerzos

Se calcularán los esfuerzos en dirección longitudinal y tangencial de la botella en el material compuesto y en la camisa después de aplicar presión. La presión utilizada para estos cálculos será cero, la presión de trabajo, el 10 % de la presión de trabajo, la presión de ensayo y la presión de rotura de diseño. Se calcularán los límites dentro de los cuales deberá estar la presión de autozunchado. Para los cálculos se utilizarán técnicas de análisis adecuadas usando la teoría de envolventes delgadas y teniendo en cuenta el comportamiento no lineal del material de la camisa para establecer las distribuciones de esfuerzos en el cuello, zonas de transición y parte cilíndrica de la camisa.

9.3. Requisitos de fabricación

Los requisitos de fabricación estarán de acuerdo con el apartado 8.3. con la excepción de que la envolvente incluirá también los filamentos arrollados en hélice.

9.4. Requisitos de los ensayos de producción

Los requisitos de las pruebas de producción estarán de acuerdo con lo establecido en el apartado 8.4 anterior.

9.5. Ensayos de lotes de botellas

Los ensayos de lotes estarán de acuerdo con los requisitos del apartado 8.5 anterior.

9.6. Ensayos de calificación del diseño de las botellas

Los ensayos de calificación del diseño de las botellas cumplirán los requisitos del apartado 8.6 y del apartado 9.6, con la excepción de que no se precisa la rotura de la camisa según el apartado 8.6.

9.6.1. Ensayo de caída

Una o más botellas terminadas se someterán al ensayo de caída de acuerdo con el apartado A.30 (apéndice A).

10. BOTELLAS TOTALMENTE DE MATERIAL COMPUESTO DE TIPO GNC-4**10.1. Generalidades**

El presente anexo no establece un método definido para el diseño de botellas con camisa de polímeros debido a la variedad de diseños posibles.

10.2. Requisitos de diseño

Se utilizarán cálculos de diseño para justificar su adecuación. La resistencia a la tracción de las fibras cumplirá los requisitos del apartado 6.5.

En los salientes metálicos de los extremos se utilizarán roscas cónicas y cilíndricas de acuerdo con los apartados 6.10.2 o 6.10.3.

Los salientes metálicos extremos con aberturas roscadas soportarán un par de 500 Nm, sin que resulte dañada la integridad de la unión a la camisa no metálica. Los salientes metálicos extremos conectados a la camisa no metálica serán de un material compatible con las condiciones de servicio especificadas en el apartado 4 del presente anexo.

10.3. Análisis de esfuerzos

Se calcularán los esfuerzos en dirección longitudinal y tangencial de la botella en el material compuesto y en la camisa después de aplicar presión. La presión utilizada para estos cálculos será cero, la presión de trabajo, la presión de ensayo y la presión de rotura de diseño. Para los cálculos se utilizarán técnicas de análisis adecuadas a fin de establecer las distribuciones de esfuerzos en toda la botella.

10.4. Requisitos de fabricación

Los requisitos de fabricación estarán de acuerdo con el apartado 8.3, con la excepción de que la temperatura de curado para resinas termoendurecibles será 10 °C inferior, como mínimo, a la temperatura de ablandamiento de la camisa de plástico.

10.5. Requisitos de los ensayos de producción**10.5.1. Ensayo de presión hidrostática**

Cada botella terminada se someterá al ensayo de presión hidrostática de acuerdo con el apartado A.11 (apéndice A). El fabricante definirá el límite de expansión elástica apropiado para la presión de prueba utilizada, pero en ningún caso la dilatación elástica de ninguna botella superará el valor medio del lote en más del 10 %. Toda botella que no cumpla el límite de rechazo definido será rechazada y destruida o utilizada a efectos de pruebas de lotes.

10.5.2. Ensayo de fugas

Todas las botellas terminadas se someterán a ensayos de fugas de acuerdo con el apartado A.10 (apéndice A) y cumplirán los requisitos establecidos en el mismo.

10.6. Ensayos de lotes de botellas**10.6.1. Generalidades**

Los ensayos de lotes se realizarán en botellas terminadas representativas de la producción normal y completas con marcas de identificación. De cada lote se seleccionará aleatoriamente una botella. Si se someten a ensayo más botellas de las requeridas por el presente anexo, se documentarán todos los resultados. En dichas botellas se realizarán, como mínimo, los ensayos siguientes:

a) Ensayos de materiales del lote

Una botella, o camisa, o testigo de una camisa representativa de una botella acabada, se someterá a los siguientes ensayos:

- i) Verificación de dimensiones por comparación con el diseño.
- ii) Un ensayo de resistencia a la tracción de la camisa de plástico de acuerdo con el apartado A.22 (apéndice A) y cumplirá los requisitos del diseño.
- iii) La temperatura de fusión de la camisa de plástico se someterá a ensayo de acuerdo con el apartado A.23 (apéndice A) y cumplirá los requisitos de diseño.
- iv) Si forma parte del diseño un revestimiento protector, éste se someterá a ensayo de acuerdo con el apartado A.9.2 (apéndice A). Si el revestimiento no cumple los requisitos de dicho apartado, el lote se inspeccionará al 100 % para retirar las botellas con defectos similares. El revestimiento de todas las botellas defectuosas podrá retirarse utilizando un método que no afecte a la integridad de la envolvente de material compuesto y podrá aplicarse de nuevo. Se repetirá entonces el ensayo de lote del revestimiento.

b) Ensayo de rotura del lote

Se someterá a ensayo una botella de acuerdo con los requisitos del apartado 7.4 b) anterior.

c) Ensayo de ciclos periódicos de presión

En una botella, el saliente extremo se someterá a ensayo a un par de 500 Nm de acuerdo con el método del apartado A.25 (apéndice A). La botella se someterá entonces a ciclos de presión de acuerdo con los procedimientos establecidos en el apartado 7.4 c) anterior.

Después de los ciclos de presión requeridos, se someterá la botella a ensayos de fugas de acuerdo con el método descrito en el apartado A.10 (apéndice A) y cumplirá los requisitos establecidos en el mismo.

10.7. Ensayos de calificación del diseño de las botellas

10.7.1. Generalidades

Las pruebas de calificación de las botellas serán conformes a los requisitos de los apartados 8.6, 10.7.2, 10.7.3 y 10.7.4 del presente anexo, con la excepción de que la de aparición de LBB del apartado 8.6.10 no es necesaria.

10.7.2. Prueba de par del saliente

Una botella se someterá a ensayo de acuerdo con el apartado A.25 (apéndice A).

10.7.3. Prueba de permeabilidad

Se probará la permeabilidad de una botella de acuerdo con el apartado A.21 (apéndice A) y cumplirá los requisitos establecidos en el mismo.

10.7.4. Prueba de ciclos de presión con gas natural

Una botella terminada se someterá a ensayo conforme al apartado A.27 (apéndice A) y cumplirá los requisitos establecidos en el mismo.

11. MARCADO

11.1. Colocación de marcas

En cada botella, el fabricante pondrá marcas claras y permanentes de altura no inferior a 6 mm. Las marcas se harán mediante etiquetas incorporadas en los revestimientos de resina, etiquetas fijadas mediante adhesivos, troqueles de bajo esfuerzo aplicados a los extremos regresados de los diseños de los tipos GNC-1 y GNC-2 o cualquier combinación de estos procedimientos. Las etiquetas adhesivas y su aplicación serán conformes con ISO 7225 u otra norma equivalente. Se permiten múltiples etiquetas, que deberán colocarse de modo que no queden oscurecidas por los soportes de montaje. Cada botella que cumpla este anexo se marcará de la manera siguiente:

a) Información preceptiva:

- i) «Sólo GNC».
- ii) «No utilizar después de XX/XXXX», en letras de altura mínima de 25 mm indicando el mes y año de caducidad ⁽⁵⁾;
- iii) Identificación del fabricante.
- iv) Identificación de la botella (número de pieza y número de serie aplicables, exclusivos para cada botella).
- v) Presión de trabajo y temperatura.
- vi) Número del Reglamento CEPE junto con el tipo de botella y número de registro de la homologación.
- vii) Los dispositivos y/o válvulas limitadores de presión calificados para uso con la botella o los medios para obtener información sobre sistemas de protección contra incendios calificados.
- viii) Si se utilizan etiquetas, todas las botellas tendrán un número de identificación exclusivo troquelado en una superficie metálica expuesta para permitir el seguimiento en caso de destrucción de la etiqueta.

b) Información no preceptiva

En una o varias etiquetas separadas podrá incluirse la siguiente información no preceptiva:

- i) Intervalo de temperaturas del gas, por ejemplo, – 40 °C a 65 °C.

⁽⁵⁾ La fecha de caducidad no superará la vida útil especificada. La fecha de caducidad podrá aplicarse a la botella en el momento del envío, siempre que las botellas hayan estado almacenadas en un lugar seco sin presión interna.

- ii) Capacidad nominal de agua de la botella con hasta dos números significativos, por ejemplo 120 litros.)
- iii) Fecha del ensayo de presión original (mes y año).

Las marcas se colocarán en la secuencia indicada, pero la disposición concreta podrá modificarse para adaptarlas al espacio disponible. Un ejemplo aceptable de información obligatoria es el siguiente:

SÓLO GNC

NO UTILIZAR DESPUÉS DE ./....

Fabricante/Número de pieza/Número de serie

20 MPa/15 °C

ECE R 110 CNG-2 (nº de registro)

«Utilizar sólo dispositivo limitador de presión homologado por el fabricante»

12. PREPARACIÓN PARA EL ENVÍO

Antes del envío desde el taller del fabricante, todas las botellas se limpiarán y secarán internamente. Las botellas no cerradas inmediatamente por el montaje de una válvula y de dispositivos limitadores de presión, si procede, tendrán tapones en todas las aberturas para proteger las roscas y evitar la entrada de humedad. Se pulverizará un inhibidor de corrosión (por ejemplo, que contenga aceite) sobre todas las botellas y camisas de acero antes de su envío.

Se facilitará al comprador la declaración de servicio del fabricante y toda la información necesaria para asegurar la manipulación, uso e inspección en servicio en condiciones correctas. La declaración estará de acuerdo con el Apéndice D del presente anexo.

Apéndice A

MÉTODOS DE ENSAYO

A.1. Ensayos de resistencia a la tracción, acero y aluminio

En el material tomado de la parte cilíndrica de la botella acabada, se realizará un ensayo de resistencia a la tracción utilizando una probeta de forma rectangular según el método descrito en ISO 9809 para acero y en ISO 7866 para aluminio. Las dos caras de la probeta correspondientes a las superficies interior y exterior de la botella no se mecanizarán. El ensayo de resistencia a la tracción se realizará de acuerdo con ISO 6892.

Nota: Se llama la atención sobre el método de medida del alargamiento descrito en ISO 6892, especialmente en los casos en que la probeta tenga forma trapezoidal con el resultado de un punto de rotura alejado del centro de la longitud del medidor.

A.2. Ensayo de impacto, botellas y camisas de acero

El ensayo de impacto se realizará en material tomado de la parte cilíndrica de la botella y en tres probetas, según ISO 148. Las probetas para el ensayo de impacto se tomarán de la pared de la botella en la dirección indicada en el cuadro 6.2 del anexo 3. La entalladura será perpendicular a la cara de la pared de la botella. Para las pruebas longitudinales, la probeta se mecanizará totalmente (las seis caras); si el espesor de la pared no permite una probeta final de 10 mm, la anchura será lo más cercana posible al espesor nominal de la pared de la botella. Las probetas tomadas en dirección transversal se mecanizarán sólo en 4 caras, dejando sin mecanizar las caras interior y exterior de la pared de la botella.

A.3. Ensayo de tensofisuración por sulfuros en el acero

Excepto lo dispuesto a continuación, los ensayos se realizarán con arreglo a los procedimientos del método A del ensayo de tracción normalizado NACE, descritos en la norma NACE TM0177-96. Se someterán a ensayo un mínimo de tres probetas con un diámetro de 3,81 mm (0,150 pulgadas), mecanizadas a partir de la pared de una botella terminada o de una camisa. Las probetas se someterán a una carga de tracción constante igual al 60 % del límite elástico mínimo especificado para el acero, se sumergirán en una solución de agua destilada tamponada con 0,5 % (fracción másica) de trihidrato de acetato de sodio y se ajustarán a un pH inicial de 4,0 mediante ácido acético.

La solución estará saturada continuamente a temperatura y presión ambiente con 0,414 kPa (0,06 psia) de sulfuro de hidrógeno (balance de nitrógeno). Las probetas no fallarán durante un período de duración del ensayo de 144 horas.

A.4. Ensayos de corrosión, aluminio

Las pruebas de corrosión para aleaciones de aluminio se realizarán de acuerdo con el anexo A de ISO/DIS 7866 y cumplirán los requisitos establecidos en el mismo.

A.5. Pruebas de fisuración bajo carga permanente, aluminio

La resistencia a la fisuración bajo carga permanente se realizará de acuerdo con el anexo D de ISO/DIS 7866; deberán cumplirse los requisitos establecidos en el mismo.

A.6. Ensayo de aparición de fugas antes de la rotura (LBB)

Tres botellas terminadas se someterán a ciclos de presión entre no más de 2 MPa y no menos de 30 MPa a una frecuencia no superior a 10 ciclos por minuto.

Todas las botellas deberán fallar por fugas.

A.7. Ciclos de presión a temperatura ambiente

Las botellas terminadas, con la envolvente de material compuesto exenta de cualquier revestimiento protector, se someterán a ciclos de presión sin que aparezcan indicios de fugas, rotura o desprendimiento de la fibra, de la manera siguiente:

- a) Acondicionar durante 48 horas a presión cero, temperatura de 65 °C o superior y humedad relativa del 95 % o superior. El objeto de este requisito se considerará cumplido mediante una fina pulverización o niebla de agua en una cámara mantenida a 65 °C.
- b) Aplicar presión hidrostática 500 veces la vida útil especificada en años entre no más de 2 MPa y no menos de 26 MPa a una temperatura de 65 °C o superior y a una humedad del 95 % o superior.
- c) Estabilizar a presión cero y temperatura ambiente.
- d) Aplicar presión hidrostática 500 veces la vida útil especificada en años entre no más de 2 MPa y no menos de 20 MPa a una temperatura de – 40 °C o inferior.

La frecuencia de los ciclos de presión en b) no será superior a 10 ciclos por minuto. La frecuencia de los ciclos de presión en d) no será superior a 3 ciclos por minuto, a menos que se haya instalado directamente en la botella un transductor de presión. Se instalarán instrumentos registradores adecuados para asegurar el mantenimiento de la temperatura mínima del líquido durante la prueba de ciclos a baja temperatura.

Después de las pruebas cíclicas de presión a temperaturas extremas, las botellas se someterán a presión hidrostática hasta la rotura de acuerdo con los requisitos del ensayo de rotura por presión hidrostática, alcanzándose una presión de rotura mínima del 85 % de la presión mínima de rotura de diseño. Para los diseños del tipo GNC-4, antes del ensayo de rotura por presión hidrostática, la botella se someterá al ensayo de fugas de acuerdo con el apartado A.10.

A.8. Ensayo de dureza Brinell

Los ensayos de dureza se realizarán en la pared paralela al centro y en un extremo abovedado de cada botella o camisa de acuerdo con ISO 6506. El ensayo se realizará después del tratamiento térmico final y los valores de la dureza así determinados estarán dentro del intervalo de valores especificado para el diseño.

A.9. Ensayos del revestimiento [obligatorias si se utiliza el apartado 6.12 c) del anexo 3].**A.9.1. Ensayos de comportamiento del revestimiento**

Los revestimientos se evaluarán utilizando los siguientes métodos de ensayo o aplicando normas nacionales equivalentes.

- i) Ensayos de adherencia según LSO 4624 utilizando el método A o el B, según proceda. El revestimiento obtendrá una clasificación de adherencia 4A o 4B según proceda.
- ii) flexibilidad de acuerdo con ASTM D522, Ensayo de doblado con mandril de revestimientos orgánicos fijados, utilizando el método de ensayo B con un mandril de 12,7 mm (0,5 in) en el espesor especificado a – 20 °C.

Las muestras para el ensayo de flexibilidad se prepararán de acuerdo con la norma ASTM D522. No se apreciará visualmente ninguna grieta.

- iii) Resistencia al impacto de acuerdo con ASTM D2794, Método de ensayo de resistencia de revestimientos orgánicos a los efectos de deformación rápida (impacto). El revestimiento a temperatura ambiente superará una prueba de impacto de 18 J (160 in-lbs).
- iv) Resistencia química cuando se someta a ensayo generalmente de acuerdo con ASTM D1308, Efecto de los productos químicos para uso doméstico en acabados orgánicos transparentes y pigmentados. Los ensayos se realizarán utilizando el método de ensayo en puntos abiertos y una exposición de 100 horas a una solución de ácido sulfúrico al 30 % (ácido de baterías con una densidad de 1,219) y 24 horas de exposición a un polialcalenglicol (por ejemplo, líquido de frenos). No se observarán indicios de levantamiento, ampollas o ablandamiento del revestimiento. La adherencia alcanzará una clasificación 3 cuando se someta a ensayo de acuerdo con ASTM D3359.

- v) 1 000 horas de exposición como mínimo de acuerdo con ASTM G53, Procedimiento para uso de aparatos expuestos a la luz y al agua (tipo fluorescente con condensación de agua) para exposición de materiales no metálicos. No se observarán indicios de ampollas y la adherencia alcanzará una clasificación 3 cuando se someta a ensayo según ISO 4624. La máxima pérdida de brillo permitida es del 20 %.
- vi) 500 horas de exposición como mínimo de acuerdo con ASTM B117, Método de ensayo por pulverización de sal (niebla). La socavación no superará los 3 mm en la marca del gramil, no habrá indicios de ampollas y la adherencia alcanzará una clasificación de 3 cuando se someta a ensayo de acuerdo con ASTM D3359.
- vii) Resistencia a melladuras a temperatura ambiente utilizando la norma ASTM D3170, Resistencia a las melladuras de revestimientos. El revestimiento alcanzará una clasificación 7A o superior y no quedará expuesta ninguna parte del sustrato.

A.9.2. Ensayos de lotes de revestimientos

i) Espesor del revestimiento

El espesor del revestimiento cumplirá los requisitos del diseño cuando se someta a ensayo de acuerdo con ISO 2808.

ii) Adherencia del revestimiento

La adherencia del revestimiento se medirá de acuerdo con ISO 4624, y alcanzará una clasificación de 4 cuando se mida de acuerdo con el método de ensayo A o B, según proceda.

A.10. Ensayo de fugas

Los diseños de tipo GNC-4 se someterán a ensayo de fugas utilizando el siguiente procedimiento o una alternativa aceptable:

- a) Las botellas se secarán perfectamente y se someterán a la presión de trabajo con aire seco o nitrógeno que contenga un gas detectable como el helio.
- b) Toda fuga medida en cualquier punto que supere los 0,004 cm³/h (normales) será causa de rechazo.

A.11. Ensayo hidráulico

Se utilizará una de las dos opciones siguientes:

Opción 1: Ensayo de camisa de agua

- a) La botella se someterá a ensayo hidrostático a una presión de 1,5 veces la presión de trabajo, como mínimo. En ningún caso será la presión de ensayo superior a la presión de autozunchado.
- b) La presión se mantendrá durante un período lo suficientemente largo (mínimo 30 segundos) para asegurar la dilatación completa. La presión interna aplicada después del autozunchado y antes del ensayo hidrostático no será superior al 90 % de la presión hidrostática de ensayo. Si la presión de ensayo no se puede mantener a causa del fallo del aparato de prueba, podrá repetirse el ensayo a una presión incrementada en 700 kPa. No se permite la repetición de más de dos de estos ensayos.
- c) El fabricante definirá el límite adecuado de dilatación volumétrica permanente para la presión de ensayo utilizada, pero en ningún caso la dilatación permanente será superior al 5 % de la dilatación volumétrica total medida bajo la presión de ensayo. Para diseños del tipo GNC-4, la dilatación elástica será establecida por el fabricante. Toda botella que no cumpla el límite de rechazo definido será rechazada y destruida o utilizada a efectos de pruebas de lotes.

Opción 2: Prueba de mantenimiento de la presión

La presión hidrostática en la botella se aumentará gradual y uniformemente hasta alcanzar la presión de ensayo, que será como mínimo 1,5 veces la presión de trabajo. La presión de ensayo se mantendrá durante un período suficiente (mínimo 30 segundos) para asegurar que no hay tendencia a que disminuya la presión y que la estanquidad está garantizada.

A.12. Ensayo de rotura por presión hidrostática

- a) La velocidad de aumento de la presión no será superior a 1,4 MPa por segundo (200 psi/s) a presiones por encima del 80 % de la presión de rotura de diseño. Si la velocidad de aumento de la presión a presiones por encima del 80 % de la presión de rotura de diseño es superior a 350 kPa/s (50 psi/s) entonces se colocará la botella esquemáticamente entre la fuente de presión y el dispositivo de medida de presión, o bien se producirá una retención de 5 s a la presión de rotura de diseño mínima.
- b) La presión mínima de rotura requerida (calculada) será al menos de 45 MPa y en ningún caso inferior al valor necesario para cumplir los requisitos de relación de esfuerzos. Se registrará la presión de rotura real. La rotura podrá producirse en la zona cilíndrica o en la zona de la cúpula de la botella.

A.13. Ciclos de presión a temperatura ambiente

Se realizarán ciclos de presión de acuerdo con el procedimiento siguiente:

- a) Se llenará la botella que se someterá a ensayo con un fluido no corrosivo como aceite, agua inhibida o glicol.
- b) Se aplicarán ciclos de presión entre no más de 2 MPa y no menos de 26 MPa a una frecuencia no superior a 10 ciclos por minuto.

Se registrará el número de ciclos hasta el fallo junto con la posición y la descripción de la iniciación del fallo.

A.14. Ensayo de ambiente ácido

Se aplicará el siguiente procedimiento de prueba a una botella terminada:

- i) Se expondrá una zona de 150 mm de diámetro en la superficie de la botella durante 100 horas a una solución de ácido sulfúrico al 30 % (ácido de baterías con una densidad de 1,219) estando la botella a una presión de 26 MPa.
- ii) Se procederá entonces a la rotura de la botella de acuerdo con el procedimiento definido en el apartado A.12 anterior, obteniéndose una presión de rotura superior al 85 % de la presión mínima de rotura de diseño.

A.15. Ensayo de fuego**A.15.1. Generalidades**

Los ensayos de fuego están previstos para demostrar que las botellas terminadas, completas con el sistema de protección contra incendio (válvula de la botella, dispositivos indicadores de presión y/o aislamiento térmico incorporado) especificado en el diseño no se romperán cuando se las someta a ensayo en las condiciones de incendio especificadas. Deberán adoptarse las máximas precauciones durante la prueba de fuego debido a la posibilidad de que se produzca la rotura de la botella.

A.15.2. Preparación de las botellas

Las botellas se colocarán horizontalmente con la parte inferior de las mismas a una distancia de 100 mm aproximadamente por encima de la fuente de fuego.

Se utilizará una pantalla metálica para impedir la incidencia directa de las llamas en las válvulas, accesorios y/o dispositivos limitadores de presión de las botellas. La pantalla metálica no estará en contacto directo con el sistema especificado de protección contra incendio (dispositivos limitadores de presión o válvula de la botella). Cualquier fallo durante el ensayo de una válvula, accesorio o tubo que no forme parte del sistema de protección previsto en el diseño invalidará los resultados.

A.15.3. Fuente de fuego

Se preparará una fuente de fuego uniforme de 1,65 m de longitud para que exista incidencia directa de las llamas sobre la superficie de la botella a lo largo de todo su diámetro.

Podrá utilizarse cualquier combustible como fuente de fuego siempre que genere calor uniforme suficiente para mantener las temperaturas de ensayo especificadas hasta que se vacíe la botella. En la selección del combustible deberán tenerse en cuenta los aspectos de contaminación del aire. La disposición del fuego se registrará con suficiente detalle para asegurar la reproducibilidad de la aportación de calor a la botella. Cualquier fallo o falta de uniformidad de la fuente de fuego durante un ensayo invalidará los resultados.

A.15.4. Medidas de temperatura y presión

Se vigilarán las temperaturas superficiales mediante tres termopares como mínimo situados a lo largo de la parte inferior de la botella y separados entre sí no más de 0,75 m. Se utilizará una pantalla metálica para evitar la incidencia directa de las llamas sobre los termopares. Otro método consiste en insertar los termopares en bloques metálicos cuadrados de menos de 25 mm².

Se registrarán las temperaturas de los termopares y la presión de la botella a intervalos de 30 segundos durante el ensayo.

A.15.5. Requisitos generales de los ensayos

Las botellas se someterán a presión con gas natural y se someterán a ensayo en posición horizontal a:

- a) la presión de trabajo;
- b) y al 25 % de la presión de trabajo.

Inmediatamente después del encendido, el fuego provocará la incidencia de las llamas sobre la superficie de la botella a lo largo de los 1,65 m de la fuente de fuego y a lo largo del diámetro de la botella. En un plazo de 5 minutos a partir del encendido, la temperatura de al menos uno de los termopares será de 590 °C como mínimo. Esta temperatura mínima se mantendrá durante el resto del ensayo.

A.15.6. Botellas de longitud igual o inferior a 1,65 m

El centro de la botella se colocará sobre el centro de la fuente de fuego.

A.15.7. Botellas de longitud superior a 1,65 m

Si la botella tiene un dispositivo limitador de presión en un extremo, la fuente de fuego comenzará en el extremo opuesto de la botella. Si la botella tiene dispositivos limitadores de presión en ambos extremos o en más de un punto a lo largo de la misma, el centro de la fuente de fuego se situará a mitad de camino entre los dispositivos limitadores de presión separados por la distancia horizontal mayor.

Si la botella está protegida además por aislamiento térmico, se realizarán dos ensayos de fuego a la presión de servicio, una con el fuego centrado respecto a la longitud de la botella y otra comenzando el fuego en uno de los extremos de la botella.

A.15.8. Resultados aceptables

La botella se vaciará a través de un dispositivo limitador de presión.

A.16. Ensayos de penetración

Una botella a una presión de 20 MPa $\pm$ 1 MPa con gas comprimido será penetrada con una bala perforadora de blindajes de 7,62 mm de diámetro como mínimo. La bala penetrará totalmente al menos una de las paredes laterales de la botella. Para diseños de los tipos GNC-2, GNC-3 y GNC-4, el proyectil chocará con la pared con un ángulo aproximado de 45°. La botella no mostrará indicios de fallo por fragmentación. La pérdida de pequeños fragmentos de material, cada uno de los cuales con un peso no superior a 45 gramos, no constituirá un fallo del ensayo. Se registrará el tamaño aproximado de los orificios de entrada y de salida y sus posiciones.

A.17. Ensayos de tolerancia a defectos de materiales compuestos

Sólo para los diseños de los tipos GNC-2, GNC-3 y GNC-4 una botella terminada, completa con revestimiento protector, tendrá defectos en dirección longitudinal que penetren en el material compuesto. Los defectos serán superiores a los límites de inspección visual especificados por el fabricante.

La botella con defectos se someterá a ciclos de presión desde no más de 2 MPa hasta no menos de 26 MPa durante 3 000 ciclos, seguidos de 12 000 ciclos adicionales a temperatura ambiente. La botella no presentará fugas ni se romperá durante los primeros 3 000 ciclos pero podrá fallar por fugas durante los 12 000 últimos ciclos. Todas las botellas que superen esta prueba serán destruidas.

A.18. Ensayo de fluencia a alta temperatura

Este ensayo es necesario para todos los diseños del tipo GNC-4 y para todos los diseños del tipo GNC-2 y GNC-3 en los que la temperatura de transición vítrea de la matriz de resina no supere la temperatura máxima de diseño del material indicada en el apartado 4.4.2. del anexo 3 en 20 °C como mínimo.

Una botella terminada se probará de la manera siguiente:

- a) La botella se someterá a una presión de 26 MPa y se mantendrá a una temperatura de 100 °C durante un mínimo de 200 horas.
- b) Después del ensayo, la botella cumplirá los requisitos del ensayo de dilatación hidrostática según A.11, el ensayo de fugas según A.10 y el ensayo de rotura según A.12.

A.19. Ensayo acelerado de rotura por esfuerzos

Sólo para los diseños de los tipos GNC-2, GNC-3 y GNC-4, una botella sin revestimiento protector se someterá a una presión hidrostática de 26 MPa estando sumergida en agua a 65 °C. La botella se mantendrá a esta presión y temperatura durante 1 000 horas. La botella se someterá entonces a presión hasta la rotura de acuerdo con el procedimiento definido en el apartado A.12, con la excepción de que la presión de rotura será superior al 85 % de la presión de rotura mínima de diseño.

A.20. Prueba de daños por impacto

Una o más botellas terminadas se someterá a ensayo de caída a temperatura ambiente sin presión interna y sin válvulas conectadas. La superficie sobre la que se dejarán caer las botellas será una losa o piso de hormigón horizontal liso. Una botella se dejará caer en posición horizontal con la parte inferior 1,8 m por encima de la superficie sobre la que se deje caer. Una botella se dejará caer verticalmente sobre cada extremo a una altura suficiente sobre el piso o losa para que la energía potencial sea de 488 J, pero en ningún caso la altura del extremo inferior será superior a 1,8 m. Una botella se dejará caer a un ángulo de 45° sobre una cúpula desde una altura tal que el centro de gravedad esté a 1,8 m. Sin embargo, si el extremo inferior dista del suelo menos de 0,6 m, el ángulo de caída se cambiará para mantener una altura mínima del extremo de 0,6 m, y del centro de gravedad de 1,8 m.

Después del impacto de la caída, las botellas se someterán a ciclos de presión de un máximo de 2 MPa a un mínimo de 26 MPa, 1 000 veces la vida útil especificada en años. Las botellas podrán presentar fugas pero no rotura durante el ensayo cíclico. Todas las botellas sometidas a ensayos cíclicos serán destruidas.

A.21. Ensayo de permeabilidad

Esta prueba sólo es necesaria para los diseños del tipo GNC-4. Una botella determinada se llenará con gas natural comprimido o una mezcla de 90 % de nitrógeno y 10 % de helio hasta la presión de trabajo y se colocará en una cámara estanca a temperatura ambiente vigilándose la presencia de fugas durante un tiempo suficiente para establecer la tasa de permeabilidad en condiciones permanentes. La tasa de permeabilidad será inferior a 0,25 ml de gas natural o helio por hora y por litro de capacidad de agua de la botella.

A.22. Propiedades de resistencia a la tracción de los plásticos

El límite elástico y el alargamiento a la rotura del material de las camisas de plástico se determinará a – 50 °C según ISO 3628, y cumplirán los requisitos del apartado 6.3.6. del anexo 3.

A.23. Temperatura de fusión de los plásticos

Los materiales poliméricos de camisas terminadas se someterán a ensayo de acuerdo con el método descrito en ISO 306, y cumplirán los requisitos del apartado 6.3.6. del anexo 3.

A.24. Requisitos de los dispositivos limitadores de presión

Se demostrará la compatibilidad de los dispositivos limitadores de presión con las condiciones de servicio indicadas en el apartado 4 del anexo 3 por medio de los siguientes ensayos de calificación:

- a) Se mantendrá una muestra a una temperatura controlada no inferior a 95 °C y a una presión no inferior a la presión de prueba (30 MPa) durante 24 horas. Al final de este ensayo no se observarán fugas ni indicios visibles de extrusión de cualquier material fusible utilizado en el diseño.
- b) Una muestra se someterá a ensayos de fatiga mediante ciclos de presión a una frecuencia no superior a 4 ciclos por minuto de la forma siguiente:
 - i) mantenida a 82 °C mientras se aplican 10 000 ciclos de presión entre 2 MPa y 26 MPa;
 - ii) mantenida a – 40 °C mientras se aplican 10 000 ciclos de presión entre 2 MPa y 20 MPa.

Al final de este ensayo no se observarán fugas ni indicios visibles de extrusión de cualquier material fusible utilizado en el diseño.

- c) Los componentes expuestos de retención de presión de latón de los dispositivos limitadores de presión soportarán sin agrietamiento por corrosión bajo esfuerzos un ensayo de nitrato mercurioso según se describe en ASTM B154. El dispositivo limitador de presión se sumergirá durante 30 minutos en una solución acuosa de nitrato mercurioso que contenga 10 g de nitrato mercurioso y 10 ml de ácido nítrico por litro de solución. Después de la inmersión, el dispositivo limitador de presión se someterá a ensayo de fugas aplicando una presión aerostática de 26 MPa durante un minuto en cuyo período se comprobará el componente para ver si existen fugas externas. Cualquier fuga existente no será superior a 200 cm³/h.
- d) Los componentes expuestos de retención de presión de acero inoxidable de los dispositivos limitadores de presión se fabricarán con una aleación resistente a la corrosión por tensosifuración inducida por cloruros.

A.25. Ensayo de par del saliente

El cuerpo de la botella se sujetará para que no pueda girar y se aplicará un par de 500 Nm a cada uno de los salientes extremos de la botella, primero en el sentido de apriete de una conexión roscada, luego en sentido contrario y finalmente otra vez en el sentido de apriete.

A.26. Resistencia al cizallamiento de las resinas

Los materiales de resina se someterán a ensayo en una muestra representativa de la envolvente de material compuesto de acuerdo con ASTM D2344, o una norma nacional equivalente. Después de hervido en agua durante 24 horas, el material compuesto tendrá una resistencia mínima al cizallamiento de 13,8 MPa.

A.27. Ensayo de ciclos de presión con gas natural

Una botella terminada se someterá a ciclos de presión con gas natural comprimido desde menos de 2 MPa hasta la presión de trabajo durante 300 ciclos. Cada ciclo, consistente en el llenado y vaciado de la botella, no durará más de una hora. La botella se someterá a un ensayo de fugas de acuerdo con el apartado A.10 anterior y cumplirá los requisitos correspondientes. Terminado el ensayo cíclico con gas natural, la botella se seccionará y se inspeccionará la zona de transición entre la camisa y el saliente del extremo para ver si existe algún deterioro, como agrietamiento por fatiga o descarga electrostática.

Nota: Se tendrá especialmente en cuenta la seguridad durante la realización de este ensayo. Antes de realizarlo, las botellas de este diseño deberán haber superado los requisitos de ensayo del apartado A.12 (ensayo de rotura por presión hidrostática), apartado 8.6.3 del anexo 3 (ensayo de ciclos de presión a temperatura ambiente) y apartado A.21 (ensayo de permeabilidad). Antes de realizar este ensayo, las botellas que vayan a someterse al mismo deberán superar los requisitos de ensayo del apartado A.10 (ensayo de fugas).

A.28. Requisitos de los dispositivos de válvula manual

Una muestra se someterá a ensayos de fatiga mediante ciclos de presión a una frecuencia no superior a 4 ciclos por minuto de la forma siguiente:

- i) se la mantendrá a 20 °C mientras se aplican 2 000 ciclos de presión entre 2 MPa y 26 MPa.

Apéndice B

(No asignado)

Apéndice C

(No asignado)

*Apéndice D***FORMULARIOS PARA LOS INFORMES**

Nota: Este apéndice no es una parte obligatoria de este anexo. Deben utilizarse los formularios siguientes:

- (1) Informe del fabricante y certificado de conformidad — Se requiere que sea claro, legible y que se presente en el formato del Formulario 1.
- (2) Informe ⁽¹⁾ de análisis químico de materiales para botellas, camisas o salientes metálicos — Elementos esenciales necesarios, identificación, etc.
- (3) Informe ⁽¹⁾ de propiedades mecánicas de materiales para botellas y camisas metálicas — Se requiere que informe de todos los ensayos exigidos por el presente Reglamento.
- (4) Informe ⁽¹⁾ de propiedades físicas y mecánicas de materiales para botellas no metálicas — Se requiere que informe de todos los ensayos y datos exigidos por el presente Reglamento.
- (5) Informe ⁽¹⁾ de análisis de materiales compuestos — Se requiere que informe de todos los ensayos y datos exigidos por el presente Reglamento.
- (6) Informe de ensayos hidrostáticos, ensayo de ciclos periódicos de presión y de ensayo de rotura -Se requiere que informe de todos los ensayos y datos exigidos por el presente Reglamento.

⁽¹⁾ El fabricante desarrollará los formularios de informe 2 a 6, que identificarán totalmente las botellas y los requisitos. Cada informe estará firmado por la autoridad competente y por el fabricante.

Formulario 1

INFORME DEL FABRICANTE Y CERTIFICADO DE CONFORMIDAD

Fabricado por:

Dirección:

Número de registro reglamentario:

Marca y número del fabricante:

Número de serie: de hasta inclusive

Descripción de la botella:

Tamaño: diámetro exterior: mm; Longitud: mm;

Las marcas troqueladas en la espalda o en las etiquetas de la botella son:

a) «SÓLO GNC»:

b) «NO UTILIZAR DESPUÉS DE»:

c) Marca del fabricante:

d) Número de serie y de pieza:

e) Presión de trabajo en MPa:

f) Reglamento CEPE:

g) Tipo de protección contra incendios:

h) Fecha del ensayo original (mes y año):

i) Masa de la botella vacía (en kg):

j) Marca del organismo o inspectores autorizados:

k) Capacidad de agua en l:

l) Presión de ensayo en MPa:

m) Instrucciones especiales:

Todas las botellas se han fabricado cumpliendo todos los requisitos del Reglamento CEPE nº ... de acuerdo con la descripción anterior de la botella. Se adjuntan los informes de los resultados de los ensayos.

Certifico por este documento que todos estos resultados de pruebas han sido satisfactorios en todos los aspectos, cumpliendo los requisitos del tipo indicado anteriormente:

Comentarios:

Autoridad competente:

Firma de los inspectores:

Firma del fabricante:

Lugar, fecha:

*Apéndice E***VERIFICACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE ESFUERZO CON CALIBRES EXTENSOMÉTRICOS**

1. La relación esfuerzo-deformación para fibras es siempre elástica y por tanto los coeficientes de esfuerzo y los coeficientes de deformación son iguales.
 2. Es necesario utilizar calibres extensométricos de gran alargamiento.
 3. Los calibres extensométricos deben orientarse en la dirección de las fibras sobre las que están montados (es decir, con fibras en anillo en el exterior de la botella, los calibres deben montarse en la dirección del anillo).
 4. Método 1 (aplicable a botellas que no usan arrollamiento con alta tensión)
 - a) Antes del autozunchado, aplicar y calibrar los calibres extensométricos.
 - b) Medir que se han respetado las deformaciones al producirse el autozunchado, a presión cero después del autozunchado, a la presión de trabajo y a la presión mínima de rotura.
 - c) Confirmar que la deformación a la presión de rotura dividida por la deformación a la presión de trabajo cumple los requisitos de relación de esfuerzos. En caso de construcción híbrida, la deformación a la presión de trabajo se comparará con la deformación a la rotura de las botellas reforzadas con un solo tipo de fibra.
 5. Método 2 (aplicable a todas las botellas)
 - a) A presión cero después del arrollamiento y autozunchado, aplicar y calibrar calibres extensométricos.
 - b) Medir las deformaciones a presión cero, de trabajo, y mínima de rotura.
 - c) A presión cero, después de hechas las medidas de la deformación a las presiones de trabajo y mínima de rotura, y mientras se vigilan los calibres extensométricos, cortar la sección de la botella de manera que la zona que contenga el calibre extensométrico tenga una longitud aproximada de 5 pulgadas. Quitar la camisa sin dañar el material compuesto. Medir las deformaciones después de quitar la camisa.
 - d) Ajustar las lecturas del calibre a las presiones cero, de trabajo y mínima de rotura, en función de la deformación medida a presión cero con y sin la camisa.
 - e) Confirmar que la deformación a la presión de rotura dividida por la deformación a la presión de trabajo cumple los requisitos de relación de esfuerzos. En caso de construcción híbrida la deformación a la presión de trabajo se comparará con la deformación a la rotura de botellas reforzadas con un solo tipo de fibra.
-

Apéndice F

MÉTODOS PARA DETERMINAR EL COMPORTAMIENTO DE FRACTURA**F.1. Determinación de los puntos sensibles a la fatiga**

La posición y orientación del fallo por fatiga en botellas se determinará mediante análisis de esfuerzos adecuado o mediante ensayos de fatiga a plena escala en botellas terminadas, según lo requerido por los ensayos de calificación del diseño para cada tipo de diseño. Si se utiliza análisis de esfuerzos por elementos finitos, se identificará el punto sensible a la fatiga sobre la base de la posición y orientación de la mayor concentración de esfuerzo principal de tracción en la pared de la botella o camisa a la presión de trabajo.

F.2. Fugas antes de la rotura (LBB)**F.2.1. Evaluación crítica de ingeniería:**

Este análisis podrá realizarse para establecer que la botella terminada presentará fugas en el caso de un defecto en la botella o camisa que crezca hasta convertirse en una grieta a través de la pared. La evaluación de las fugas antes de la rotura se realizará en la pared lateral de la botella. Si el punto sensible a la fatiga está fuera de la pared lateral, se hará también una evaluación de fugas antes de la rotura en ese punto utilizando un planteamiento de nivel II según se describe en BS PD6493. La evaluación incluirá los siguientes pasos:

- a) Medir la longitud máxima (es decir, el eje mayor) de la grieta superficial a través de la pared resultante (normalmente de forma elíptica) en tres botellas probadas cíclicamente en el marco de los ensayos de calificación del diseño (según los apartados A.13 a A.14 del apéndice A) para cada tipo de diseño. Utilizar en el análisis la longitud de grieta mayor de las tres botellas. Crear un modelo de grieta semi-elíptica a través de la pared con un eje mayor igual a dos veces el eje mayor más largo medido y con un eje menor igual a 0,9 veces el espesor de la pared. Se creará un modelo de grieta semi-elíptica en las posiciones especificadas en el apartado F.1 del apéndice F. La grieta estará orientada de manera que el esfuerzo principal de tracción más alto determine la grieta.
- b) Para la evaluación, se utilizarán los niveles de esfuerzo en la pared/camisa a 26 MPa obtenidos del análisis de esfuerzos indicado en el apartado 6.6 del anexo 3. Se calcularán las fuerzas apropiadas determinantes de la grieta utilizando la sección 9.2 o 9.3 de la norma BS PD6493.
- c) La tenacidad a la fractura de la botella terminada o de la camisa de una botella terminada, según lo determinado a temperatura ambiente para aluminio y a -40°C para acero, se establecerá utilizando una técnica de ensayo normalizada (ISO/DIS 12737 o ASTM 813-89 o BS 7448) de acuerdo con las secciones 8.4 y 8.5 de BS PD6493.
- d) La relación de aplastamiento plástico se calculará de acuerdo con la sección 9.4 de BS PD6493-91.
- e) La grieta modelada será aceptable con arreglo a lo establecido en la sección 11.2 de BS PD6493-91.

F.2.2. LBB por rotura de botella con defectos

Se realizará un ensayo de fractura en la pared lateral de la botella. Si los puntos sensibles a la fatiga determinados según el apartado F.1. (apéndice F) están fuera de la pared lateral, el ensayo de fractura también se realizará en dichos puntos. El procedimiento de ensayo será el siguiente:

- a) Determinación de la longitud del defecto con fugas antes de la rotura

La longitud del defecto con fugas antes de la rotura (LBB) en el punto sensible a la fatiga será el doble de la longitud máxima medida de la grieta superficial resultante a través de la pared de tres botellas probadas cíclicamente hasta la rotura en el marco de los ensayos de validación de diseño para cada tipo de diseño.

- b) Defectos en las botellas

Para diseños tipo GNC-1 cuyo punto sensible a la fatiga se encuentre en la parte cilíndrica en dirección axial, los defectos externos se mecanizarán longitudinalmente, aproximadamente a la mitad de la longitud de la parte cilíndrica de la botella. Los defectos deberán encontrarse en los puntos de espesor mínimo de la pared de la sección media tomando como base las medidas de espesor en cuatro puntos alrededor de la botella. Para diseños del tipo GNC-1 con punto sensible a la fatiga fuera de la parte cilíndrica, el defecto de LBB se introducirá en la superficie interna de la botella siguiendo la orientación sensible a la fatiga. Para diseños del tipo GNC-2 y GNC-3, el defecto de LBB se introducirá en la camisa metálica.

Para defectos que deben someterse a ensayo mediante presión monótona, la fresa de defectos tendrá un espesor aproximado de 12,5 mm con un ángulo de 45 °C y un radio en la punta de 0,25 mm como máximo. El diámetro de la fresa será de 50 mm para botellas con diámetro exterior inferior a 140 mm, y se 65 a 80 mm para botellas con diámetro exterior superior a 140 mm (se recomienda una fresa estándar CVN).

Nota: La fresa deberá afilarse periódicamente para asegurar que el radio de la punta cumple la especificación. La profundidad del defecto podrá ajustarse para obtener una fuga aplicando presión hidráulica monótona. La grieta no se propagará más de un 10 % más allá del defecto mecanizado medido en la superficie externa.

c) Procedimiento de ensayo

El ensayo se realizará mediante presurización monótona o presurización cíclica según se describe a continuación:

i) Presurización monótona hasta la rotura

Se aplicará presión hidrostática a la botella hasta que ésta pierda presión en la posición del defecto. La presurización se realizará según se describe en el apartado A.12 (apéndice A).

ii) Presión cíclica

El procedimiento de ensayo estará de acuerdo con los requisitos del apartado A.13 del apéndice A.

d) Criterios de aceptación para ensayos de botellas con defectos

Se considerará que la botella ha superado la prueba si se cumplen las siguientes condiciones:

i) Para el ensayo de presurización monótona hasta la rotura, la presión de fallo será igual o superior a 26 MPa.

Para el ensayo de presurización monótona hasta la rotura, se permite que la longitud total de la grieta medida en la superficie externa sea 1,1 veces la longitud mecanizada original.

ii) Para botellas sometidas al ensayo de ciclos, se permite el crecimiento de la grieta por fatiga más allá de la longitud original del defecto mecanizado. Sin embargo, el tipo de fallo tendrá que ser una «fuga». La propagación del defecto por fatiga deberá ocurrir al menos en el 90 % de la longitud del defecto original mecanizado.

Nota: Si no se cumplen estos requisitos (si el fallo se produce por debajo de 36 MPa y si el fallo es una fuga), se realizará un nuevo ensayo con un defecto menos profundo. Además, si el fallo por rotura se produce a una presión superior a 26 MPa y la profundidad del defecto es pequeña, podrá realizarse un nuevo ensayo con un defecto más profundo.

F.3. Tamaño de los defectos para ensayo no destructivo (END)

F.3.1. Tamaño de defectos por END por evaluación crítica de ingeniería

Se realizarán cálculos según BS PD 6493, sección 3, según los pasos siguientes:

- Las grietas por fatiga se modelarán en los puntos de alto esfuerzo de la pared/camisa como defectos planos.
- El intervalo de esfuerzos aplicados en el punto sensible a la fatiga, debidos a una presión comprendida entre 2 MPa y 20 MPa, se establecerá a partir del análisis de esfuerzos descrito en el apartado F.1 del apéndice F.
- Los componentes de esfuerzo de flexión y de membrana podrán utilizarse por separado.
- El mínimo número de ciclos de presión será de 15 000.

- e) Los datos de propagación de la grieta por fatiga se determinarán de acuerdo con ASTM E647. La orientación del plano de la grieta estará en la dirección C-L (es decir, plano de la grieta perpendicular a las circunferencias y a lo largo del eje de la botella), según se ilustra en ASTM E399. La tasa se determinará como media de pruebas realizadas con 3 muestras. Si hay disponibles datos específicos de propagación de grietas por fatiga para el material y condiciones de servicio, podrán utilizarse en la evaluación.
- f) La magnitud del crecimiento de la grieta en la dirección del espesor y en la de la longitud por ciclo de presión se determinará de acuerdo con los pasos indicados en la sección 14.2 de la norma BS PD 6493-91 integrando la relación entre la velocidad de propagación de la grieta por fatiga, según lo establecido anteriormente en e), y el intervalo de fuerzas determinantes de la grieta correspondientes al ciclo de presión aplicado.
- g) Mediante los pasos anteriores, se calculará la longitud y profundidad máximas admisibles del defecto que no darán lugar al fallo de la botella durante la vida de diseño debido a fatiga o rotura. El tamaño de los defectos para END será igual o inferior al tamaño máximo calculado de los defectos admisibles para el diseño en cuestión.

F.3.2. Tamaño de los defectos para END en caso de ciclos de botellas con defectos

Para diseños de los tipos GNC-1, GNC-2 y GNC-3, tres botellas que contengan defectos artificiales que superen la capacidad de detección de longitud y profundidad de defectos del método de inspección por END requerido en el apartado 6.15. del anexo 3, se someterán a ciclos de presión hasta el fallo de acuerdo con el método de ensayo del apartado A.13 (apéndice A). Para diseños del tipo GNC-1 con punto sensible a la fatiga en la parte cilíndrica, se introducirán defectos externos en la pared lateral. Para diseños del tipo GNC-1 con puntos sensibles a la fatiga fuera de la pared exterior y para diseños del tipo GNC-2 y GNC-3, se introducirán defectos internos. Los defectos internos podrán mecanizarse antes del tratamiento térmico y cierre del extremo de la botella.

Las botellas no presentarán fugas ni se romperán en menos de 15 000 ciclos. El tamaño admisible de defectos para END será igual o inferior al tamaño del defecto artificial en dicho punto.

*Apéndice G***INSTRUCCIONES DEL FABRICANTE RELATIVAS A LA MANIPULACIÓN,
USO E INSPECCIÓN DE LAS BOTELLAS.****G.1. Generalidades**

La función principal del presente apéndice es ofrecer una guía a los compradores, distribuidores, instaladores y usuarios de botellas para el uso seguro de las mismas durante su vida útil prevista.

G.2. Distribución

El fabricante comunicará al comprador que se facilitarán instrucciones a todas las partes que intervengan en la distribución, manipulación, instalación y uso de botellas. El documento podrá reproducirse para obtener suficiente número de copias para este fin, pero se marcará haciendo referencia a las botellas que se estén suministrando.

G.3. Referencias a códigos, normas y reglamentos existentes

Podrán facilitarse instrucciones específicas por referencia a códigos, normas y reglamentos nacionales o reconocidos.

G.4. Manipulación de botellas

Se facilitarán procedimientos de manipulación para asegurar que las botellas no sufran daños o contaminación inaceptables durante la manipulación.

G.5. Instalación

Se facilitarán instrucciones de instalación para asegurar que las botellas no sufran daños inaceptables durante la instalación y durante el funcionamiento normal a lo largo de la vida útil prevista.

Si el fabricante especifica el montaje, las instrucciones contendrán, cuando proceda, datos como el diseño del montaje, uso de materiales de junta flexibles, pares de apriete adecuados y necesidad de evitar la exposición directa de la botella a un ambiente de contactos químicos y mecánicos.

Si el fabricante no especifica el montaje, llamará la atención del comprador hacia posibles efectos a largo plazo del sistema de montaje en el vehículo, por ejemplo, movimientos de la carrocería del vehículo y dilatación/contracción de la botella en las condiciones de servicio de presión y temperatura.

Cuando proceda, se llamará la atención del comprador sobre la necesidad de hacer la instalación de manera que no puedan acumularse líquidos o sólidos que puedan causar daños al material de la botella.

Se especificará el dispositivo limitador de presión correcto que deberá montarse.

G.6. Uso de botellas

El fabricante llamará la atención del comprador sobre las condiciones de servicio previstas que se especifican en el presente Reglamento y, en especial, sobre el número admisible de ciclos de presión, la vida en años, los límites de calidad del gas y las presiones máximas admisibles de la botella.

G.7. Inspección en servicio

El fabricante especificará claramente la obligación del usuario de observar los requisitos exigidos de inspección de la botella (por ejemplo, intervalo entre inspecciones por personal autorizado). Dicha información estará de acuerdo con los requisitos de homologación del diseño.

Apéndice H

ENSAYO AMBIENTAL

H.1. **Ámbito de aplicación**

Con el ensayo ambiental se pretende demostrar que las botellas de VGN (vehículos de gas natural) pueden soportar la exposición al ambiente existente en los bajos de vehículos de automoción y la exposición ocasional a otros fluidos. Esta prueba fue desarrollada por la industria de automoción americana respondiendo a fallos de botellas iniciados por corrosión por tensofisuración de la envolvente de material compuesto.

H.2. **Resumen del método de ensayo**

En primer lugar, se preconditionará una botella mediante una combinación de impactos de grava y de péndulo para simular posibles condiciones en los bajos. La botella se someterá entonces a una secuencia de inmersión en lluvia ácida/sal de carreteras simulada, exposición a otros fluidos, ciclos de presión y exposición a temperaturas altas y bajas. Terminada la secuencia del ensayo, la botella se someterá a presión hidráulica hasta su destrucción. La resistencia residual a la rotura de la botella no será inferior al 85 % de la resistencia de rotura mínima de diseño.

H.3. **Acondicionamiento y preparación de las botellas**

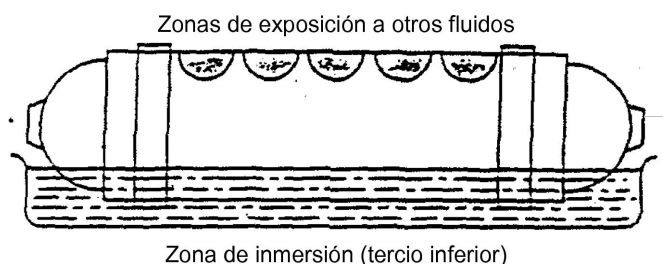
La botella se someterá a ensayo en unas condiciones representativas de la geometría instalada, incluidos el revestimiento (si procede), soportes, juntas y accesorios de presión que utilicen los mismos sistemas de estanquidad (es decir, juntas tóricas) que los utilizados en servicio. Los soportes podrán pintarse o revestirse antes de la instalación en la prueba de inmersión si se pintan o revisten antes de la instalación en el vehículo.

Las botellas se someterán a ensayo horizontalmente y dividiéndolas nominalmente a lo largo de su eje horizontal en secciones «superior» e «inferior». La sección inferior de la botella se sumergirá alternativamente en un entorno de sal de carreteras/lluvia ácida y en aire caliente o frío.

La sección superior se dividirá en 5 zonas distintas y se marcará para preconditionamiento y exposición a fluidos. Las zonas tendrán un diámetro nominal de 100 mm. Las zonas no se solaparán sobre la superficie de la botella. Aunque sea cómodo para los ensayos, no será necesario que las zonas estén orientadas a lo largo de una sola línea, pero no se solaparán con la parte sumergida de la botella.

Aunque el preconditionamiento y la exposición a fluidos se realiza en la sección cilíndrica de la botella, la totalidad de ésta, incluidas las secciones de cúpula, será tan resistente a los ambientes de exposición como las zonas expuestas.

Figura H.1

Orientación de la botella y disposición de las zonas de exposición

H.4. Dispositivos de preacondicionamiento

Se necesitarán los siguientes dispositivos para el preacondicionamiento de la botella de ensayo por impacto de péndulo y grava.

a) Impacto de péndulo

El cuerpo de impacto será de acero y tendrá la forma de una pirámide cuyas caras sean triángulos equiláteros y su base un cuadrado, con el vértice y los lados redondeados a un radio de 3 mm. El centro de percusión del péndulo coincidirá con el centro de gravedad de la pirámide; su distancia desde el eje de giro del péndulo será de 1 m. La masa total del péndulo referida a su centro de percusión será de 15 kg. La energía del péndulo en el momento de impacto no será inferior a 30 Nm y será tan cercana a este valor como sea posible.

Durante el impacto del péndulo la botella se mantendrá en su posición por medio de los salientes finales o de los soportes de montaje previstos.

b) Impacto de grava

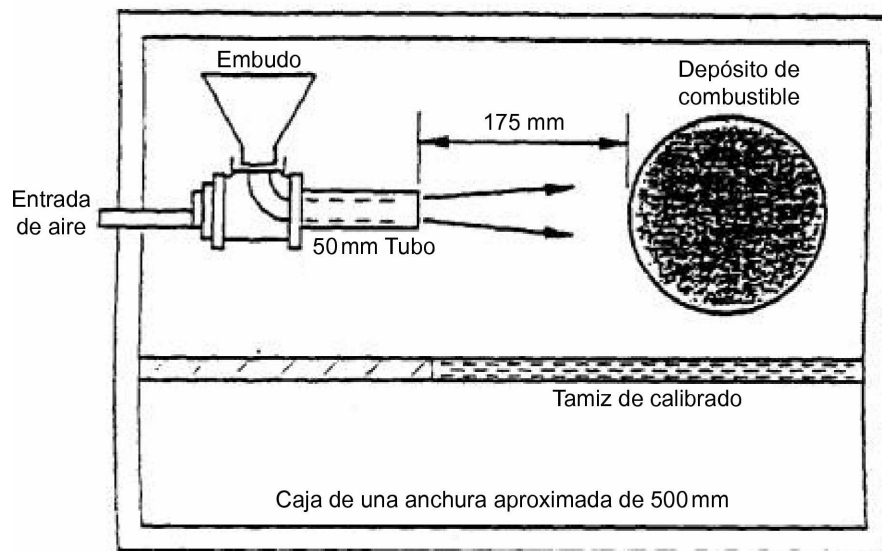
La máquina se construirá de acuerdo con las especificaciones de diseño que se muestran en la figura H.2. El procedimiento para el funcionamiento del equipo estará de acuerdo con el descrito en ASTM D3170, Método de ensayo estándar para resistencia a melladuras de revestimientos, con la excepción de que la botella podrá estar a temperatura ambiente durante los impactos de la grava.

c) Grava

Grava aluvial de carreteras que pase a través de un tamiz de 16 mm de abertura y sea retenida por un tamiz de 9,5 mm de abertura. Cada aplicación consistirá en 550 ml de grava tamizada (aproximadamente, de 250 a 300 piedras).

Figura H.2

Ensayo de impacto de grava



H.5. Ambientes de exposición

a) Ambiente de inmersión

En la fase especificada de la secuencia de pruebas (cuadro 1) la botella se orientará horizontalmente con el tercio inferior del diámetro de la botella sumergido en lluvia ácida/solución acuosa de sal de carretera simulada. La solución contendrá los siguientes componentes:

Agua desionizada;	
Cloruro sódico	2,5 % en peso $\pm$ 0,1 %;
Cloruro cálcico:	2,5 % en peso $\pm$ 0,1 %;
Ácido sulfúrico:	suficiente para conseguir una solución con un pH de $4,0 \pm 0,2$;

El nivel y el pH de la solución se ajustarán antes de cada paso de las pruebas en que se utilice este líquido.

La temperatura del baño será 21 ± 5 °C. Durante la inmersión, la sección no sumergida de la botella estará en aire ambiente.

b) Exposición a otros fluidos

En la fase apropiada de la secuencia de ensayo (cuadro 1) cada una de las zonas marcadas se expondrá a una de las cinco soluciones durante 30 minutos. Se utilizará el mismo ambiente para cada posición a lo largo del ensayo. The solutions are:

Ácido sulfúrico:	solución en agua al 19 % en volumen;
Hidróxido sódico:	solución en agua al 25 % en peso;
Metanol/gasolina:	concentraciones del 30/70 %;
Nitrato amónico:	solución en agua al 28 % en peso;
Líquido de lavado del parabrisas.	

Durante la exposición, la muestra se orientará con la zona expuesta en posición superior. Una almohadilla de lana de vidrio del espesor de una capa (unos 0,5 mm) y recortada a las dimensiones adecuadas se colocará sobre la zona de exposición. Con una pipeta se aplicarán 5 ml del líquido de ensayo a la zona expuesta. Se retirará la almohadilla después de presurizar la botella durante 30 minutos.

H.6. Condiciones del ensayo

a) Ciclo de presión

Según lo definido en la secuencia de ensayo, la botella se someterá a ciclos de presión hidráulica entre un máximo de 2 MPa y un mínimo de 26 MPa. El ciclo total no durará menos de 66 s e incluirá un tiempo mínimo de retención de 60 s a 26 MPa. El proceso del ciclo nominal será el siguiente:

Incremento desde ≤ 2 MPa hasta ≥ 26 MPa.

Mantenimiento a ≥ 26 MPa durante 60 s como mínimo.

Incremento desde ≥ 26 MPa hasta ≤ 2 MPa.

El tiempo total mínimo del ciclo será de 66 s.

b) Presión durante la exposición a otros fluidos

Tras la aplicación de otros fluidos, la botella se someterá a una presión no inferior a 26 MPa durante no menos de 30 minutos.

c) Exposición a temperaturas altas y bajas

Según lo definido en la secuencia de ensayo, la botella completa se expondrá al aire a temperatura alta o baja en contacto con la superficie exterior. El aire a temperatura baja estará a -40 °C o menos y el aire a temperatura alta estará a 82 ± 5 °C. Para la exposición a baja temperatura, la temperatura del fluido de las botellas del tipo GNC-1 se vigilará utilizando un termopar instalado dentro de la botella para asegurar que permanece a -40 °C o por debajo.

H.7. Procedimiento de ensayo

a) Preacondicionamiento de la botella.

Cada una de las cinco zonas marcadas para exposición a otro fluido y la sección superior de la botella se preconditionarán mediante un solo impacto del vértice del cuerpo del péndulo en su centro geométrico. Después del impacto, se terminará el preconditionamiento de las cinco zonas mediante la aplicación de impactos de grava.

La sección central de la parte inferior de la botella que se sumergirá se preconditionará mediante impacto del vértice del cuerpo del péndulo en tres puntos distantes entre sí 150 mm aproximadamente.

Tras el impacto, la misma sección central que haya sufrido el impacto se preconditionará mediante la aplicación de impactos de grava.

La botella no estará bajo presión durante el preconditionamiento.

b) Secuencia y ciclos de ensayo

La secuencia de la exposición al ambiente, ciclos de presión y temperatura que se emplearán se definen en el cuadro 1.

La superficie de la botella no deberá ser lavada ni frotada entre etapas.

H.8. Resultados aceptables

Siguiendo la anterior secuencia de ensayo, la botella se someterá a presión hidráulica hasta su destrucción de acuerdo con el procedimiento del apartado A.12. La presión de rotura de la botella no será inferior al 85 % de la presión de rotura mínima de diseño.

*Cuadro H.1***Condiciones y secuencia de ensayo**

Etapas del ensayo	Ambientes de exposición	Número de ciclos de presión	Temperatura
1	Otros fluidos	—	Ambiente
2	Inmersión	1 875	Ambiente
3	Aire	1 875	Alta
4	Otros fluidos	—	Ambiente
5	Inmersión	1 875	Ambiente
6	Aire	3 750	Baja
7	Otros fluidos	—	Ambiente
8	Inmersión	1 875	Ambiente
9	Aire	1 875	Alta
10	Otros fluidos	—	Ambiente
11	Inmersión	1 875	Ambiente

ANEXO 4A

DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DE LA VÁLVULA AUTOMÁTICA, VÁLVULA DE RETENCIÓN, VÁLVULA LIMITADORA DE PRESIÓN, DISPOSITIVO LIMITADOR DE PRESIÓN Y VÁLVULA LIMITADORA DE CAUDAL

1. El objeto de este anexo es determinar las disposiciones relativas a la homologación de la válvula automática, válvula de retención, válvula limitadora de presión, dispositivo limitador de presión y válvula limitadora de caudal
2. VÁLVULA AUTOMÁTICA
 - 2.1. Los materiales de la válvula automática en contacto con el GNC durante el funcionamiento serán compatibles con el GNC de ensayo. Con objeto de verificar esta compatibilidad se utilizará el procedimiento descrito en el anexo 5D.
 - 2.2. **Especificaciones de funcionamiento**
 - 2.2.1. La válvula automática se diseñará de tal manera que soporte una presión 1,5 veces la presión de trabajo (MPa) sin fugas ni deformaciones.
 - 2.2.2. La válvula automática se diseñará de tal manera que sea estanca a una presión de 1,5 veces la presión de trabajo (MPa) (ver anexo 5B).
 - 2.2.3. La válvula automática, en la posición normal de uso especificada por el fabricante, se someterá a 20 000 operaciones y luego se desactivará. La válvula automática seguirá siendo estanca a una presión de 1,5 la presión de trabajo (MPa) (ver anexo 5B).
 - 2.2.4. La válvula automática se diseñará para funcionar a las temperaturas especificadas en el anexo 5O.
 - 2.3. El sistema eléctrico, si existe, estará aislado del cuerpo de la válvula automática. La resistencia del aislamiento será $> 10 \text{ M}\Omega$.
 - 2.4. La válvula automática activada por una corriente eléctrica quedará en posición cerrada cuando se interrumpa la corriente.
 - 2.5. La válvula automática cumplirá los procedimientos de prueba para los componentes de clase determinados de acuerdo con el esquema de la figura 1-1 del apartado 2 del presente Reglamento.
3. VÁLVULA DE RETENCIÓN
 - 3.1. Los materiales de la válvula de retención en contacto con el GNC durante el funcionamiento serán compatibles con el GNC de ensayo. Con objeto de verificar esta compatibilidad se utilizará el procedimiento descrito en el anexo 5D.
 - 3.2. **Especificaciones de funcionamiento**
 - 3.2.1. La válvula de retención se diseñará de tal manera que soporte una presión 1,5 veces la presión de trabajo (MPa) sin fugas ni deformaciones.
 - 3.2.2. La válvula automática se diseñará de tal manera que sea estanca (hacia el exterior) a una presión de 1,5 veces la presión de trabajo (MPa) (véase el anexo 5B).
 - 3.2.3. La válvula automática, en la posición normal de uso especificada por el fabricante, se someterá a 20 000 operaciones y luego se desactivará. La válvula automática seguirá siendo estanca (hacia el exterior) a una presión (de 1,5 la presión de trabajo (MPa) (véase el anexo 5B).
 - 3.2.4. La válvula de retención se diseñará para funcionar a las temperaturas especificadas en el anexo 5O.
 - 3.3. La válvula de retención cumplirá los procedimientos de prueba para los componentes de clase determinados de acuerdo con el esquema de la figura 1-1 del apartado 2 del presente Reglamento.

4. VÁLVULA LIMITADORA DE PRESIÓN Y DISPOSITIVO LIMITADOR DE PRESIÓN

- 4.1. Los materiales de la válvula limitadora de presión y del dispositivo limitador de presión en contacto con el GNC durante el funcionamiento serán compatibles con el GNC de ensayo. Con objeto de verificar esta compatibilidad, se utilizará el procedimiento descrito en el anexo 5D.

4.2. Especificaciones de funcionamiento

- 4.2.1. La válvula limitadora de presión y el dispositivo limitador de presión de clase 0 se diseñarán de manera que soporten una presión de 1,5 veces la presión de trabajo (MPa).
- 4.2.2. La válvula limitadora de presión y el dispositivo limitador de presión de clase 1, se diseñarán de manera que sean estancos a una presión de 1,5 veces la presión de trabajo (MPa) con la salida cerrada (véase el anexo 5B).
- 4.2.3. La válvula limitadora de presión de clase 1 y clase 2 se diseñará de tal manera que sea estanca a 2 veces la presión de trabajo con las salidas cerradas.
- 4.2.4. El dispositivo limitador de presión se diseñará de tal manera que se abra el fusible a una temperatura de 110 ± 10 °C.
- 4.2.5. La válvula limitadora de presión de clase 0 se diseñará de tal manera que pueda funcionar a temperaturas entre -40 °C y 85 °C.
- 4.3. La válvula limitadora de presión y el dispositivo limitador de presión deberán cumplir los procedimientos de ensayo para los componentes de la clase determinada de acuerdo con el esquema de la figura 1-1 del apartado 2 del presente Reglamento.

5. VÁLVULA LIMITADORA DE CAUDAL

- 5.1. Los materiales de la válvula limitadora de caudal que estén en contacto con el GNC durante el funcionamiento serán compatibles con el GNC de ensayo. Con objeto de verificar esta compatibilidad, se utilizará el procedimiento descrito en el anexo 5D.

5.2. Especificaciones de funcionamiento

- 5.2.1. La válvula limitadora de caudal, si no está integrada en la botella, se diseñará para soportar una presión de 1,5 veces la presión de trabajo (MPa).
- 5.2.2. La válvula limitadora de caudal se diseñará de manera que sea estanca a una presión de 1,5 veces la presión de trabajo (MPa).
- 5.2.3. La válvula limitadora de caudal se diseñará para que pueda funcionar a las temperaturas especificadas en el anexo 5O.
- 5.3. La válvula limitadora de caudal se montará dentro del recipiente.
- 5.4. La válvula limitadora de caudal se diseñará con una derivación para permitir la igualación de las presiones.
- 5.5. La válvula limitadora de caudal se cerrará a una diferencia de presión a través de la válvula de 650 kPa.
- 5.6. Cuando la válvula limitadora de caudal esté en la posición de cierre, el caudal a través de la derivación no será superior a $0,05 \text{ m}^3/\text{min}$ normalizado a una presión diferencial de 10 000 kPa.
- 5.7. El dispositivo deberá cumplir los procedimientos de ensayo para los componentes de clase especificados en el esquema de la figura 1-1 del apartado 2 del presente Reglamento, con la excepción de los relativos a la sobrepresión, las fugas externas, al ensayo de resistencia al calor seco y al envejecimiento por ozono.

6. VÁLVULA MANUAL

- 6.1. El dispositivo de válvula manual de clase 0 se diseñará de tal manera que soporte una presión 1,5 veces la presión de trabajo.
- 6.2. El dispositivo de válvula manual de clase 0 estará diseñado para funcionar a temperaturas comprendidas entre -40 °C y 85 °C.
-

ANEXO 4B

DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DE TUBOS FLEXIBLES O MANGUERAS DE COMBUSTIBLE**ÁMBITO DE APLICACIÓN**

El objeto del presente anexo es determinar las disposiciones relativas a la homologación de mangueras flexibles para uso con gnc.

El ámbito de aplicación del presente anexo incluye tres tipos de mangueras flexibles:

- i) Mangueras de alta presión (clase 0);
- ii) Mangueras de media presión (clase 1);
- iii) Mangueras de baja presión (clase 2).

1. MANGUERAS DE ALTA PRESIÓN, CLASIFICACIÓN CLASE 0**1.1. Especificaciones generales**

- 1.1.1. La manguera se diseñará para que pueda soportar una presión máxima de trabajo de 1,5 veces la presión de trabajo (MPa).
- 1.1.2. La manguera se diseñará de manera que soporte las temperaturas especificadas en el anexo 5O.
- 1.1.3. El diámetro interior estará de acuerdo con el cuadro 1 de la norma ISO 1307.

1.2. Construcción de la manguera

- 1.2.1. La manguera estará formada por un tubo de superficie interior lisa y una funda de material sintético adecuado, reforzada con una o más capas intermedias.
- 1.2.2. Las capas intermedias de refuerzo estarán protegidas por una funda contra la corrosión.

Si se utiliza material resistente a la corrosión para las capas intermedias de refuerzo (es decir, acero inoxidable), no será necesaria una funda.
- 1.2.3. El revestimiento y la funda serán lisos y estarán exentos de poros, orificios y elementos extraños.

Un orificio realizado intencionadamente en la funda no se considerará como una imperfección.
- 1.2.4. La funda deberá ser perforada intencionadamente para evitar la formación de burbujas.
- 1.2.5. Si la funda se perfora y la capa intermedia es de material no resistente a la corrosión, esta capa intermedia deberá protegerse contra la corrosión.

1.3. Especificaciones y pruebas para el revestimiento

- 1.3.1. Resistencia a la tracción y alargamiento para el material de caucho y para los elastómeros termoplásticos (TPE)
 - 1.3.1.1. Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura según ISO 37. Resistencia a la tracción no inferior a 20 MPa y alargamiento a la rotura no inferior al 250 %.
 - 1.3.1.2. Resistencia al n-pentano según ISO 1817 con las siguientes condiciones:
 - i) medio: n-pentano
 - ii) temperatura: 23 °C (tolerancia según ISO 1817)
 - iii) periodo de inmersión: 72 horas.

Requisitos:

- i) Cambio máximo en volumen: 20 %.
- ii) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 25 %.
- iii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 30 %.

Después de almacenamiento al aire a una temperatura de 40 °C durante un período de 48 horas, la masa, en comparación con el valor original, no disminuirá más del 5 %.

1.3.1.3. Resistencia al envejecimiento según ISO 188 con las siguientes condiciones:

- i) Temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = temperatura máxima de funcionamiento menos 10 °C).
- ii) Período de exposición: 24 y 336 horas.

Después del envejecimiento, las probetas se acondicionarán a 23 °C y a una humedad relativa del 50 % durante un mínimo de 21 días antes de realizar el ensayo de resistencia a la tracción con arreglo al apartado 1.3.1.1.

Requisitos:

- i) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 35 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con la resistencia a la tracción del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.
- ii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 25 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con el alargamiento a la rotura del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.

1.3.2. Resistencia a la tracción y alargamiento específicos para material termoplástico

1.3.2.1. Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura según ISO 527-2 con las condiciones siguientes:

- i) Tipo de probeta: 1 BA.
- ii) Velocidad de tracción: 20 mm/min.

Antes del ensayo, se acondicionará el material un mínimo de 21 días a 23 °C y a una humedad relativa del 50 %.

Requisitos:

- i) Resistencia a la tracción no inferior a 20 MPa.
- ii) Alargamiento a la rotura no inferior al 100 %.

1.3.2.2. Resistencia al n-pentano según ISO 1817 con las siguientes condiciones:

- i) Medio: n-pentano
- ii) Temperatura: 23 °C (tolerancia según ISO 1817).
- iii) Período de inmersión: 72 horas.

Requisitos:

- i) Cambio máximo en volumen: 2 %.
- ii) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 10 %.
- iii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 10 %.

Después de almacenamiento al aire a una temperatura de 40 °C durante un período de 48 horas, la masa en comparación con el valor original no disminuirá más del 5 %.

1.3.2.3. Resistencia al envejecimiento según ISO 188 con las siguientes condiciones:

- i) Temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = temperatura máxima de funcionamiento menos 10 °C).
- ii) Período de exposición: 24 y 336 horas.

Después del envejecimiento, las probetas se acondicionarán a 23 °C y a una humedad relativa del 50 % durante un mínimo de 21 días antes de realizar el ensayo de resistencia a la tracción con arreglo al apartado 1.3.2.1.

Requisitos:

- i) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 35 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con la resistencia a la tracción del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.
- ii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 25 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con el alargamiento a la rotura del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.

1.4. **Especificaciones y método de ensayo para la funda.**

1.4.1. Resistencia a la tracción y alargamiento para el material de caucho y para los elastómeros termoplásticos (TPE)

1.4.1.1. Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura según ISO 37. Resistencia a la tracción no inferior a 10 MPa y alargamiento a la rotura no inferior al 250 %.

1.4.1.2. Resistencia al n-hexano según ISO 1817 con las siguientes condiciones:

- i) Medio: n-hexano.
- ii) Temperatura: 23 °C (tolerancia según ISO 1817).
- iii) Período de inmersión: 72 horas.

Requisitos:

- i) Cambio máximo en volumen: 30 %.
- ii) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 35 %.
- iii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 35 %.

1.4.1.3. Resistencia al envejecimiento según ISO 188 con las siguientes condiciones:

- i) Temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = temperatura máxima de funcionamiento menos 10 °C).
- ii) Período de exposición: 24 y 336 horas.

Después del envejecimiento, las probetas se acondicionarán a 23 °C y a una humedad relativa del 50 % durante un mínimo de 21 días antes de realizar el ensayo de resistencia a la tracción con arreglo al apartado 1.4.1.1.

Requisitos:

- i) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 35 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con la resistencia a la tracción del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.
- ii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 25 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con el alargamiento a la rotura del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.

1.4.2. Resistencia a la tracción y alargamiento específicos para material termoplástico

1.4.2.1. Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura según ISO 527-2 con las condiciones siguientes:

- i) Tipo de probeta: 1 BA.
- ii) Velocidad de tracción: 20 mm/min.

Antes del ensayo, se acondicionará el material un mínimo de 21 días a 23 °C y a una humedad relativa del 50 %.

Requisitos:

- i) Resistencia a la tracción no inferior a 20 MPa.
- ii) Alargamiento a la rotura no inferior al 100 %.

1.4.2.2. Resistencia al n-hexano según ISO 1817 con las siguientes condiciones:

- i) Medio: n-hexano.
- ii) Temperatura: 23 °C (tolerancia según ISO 1817).
- iii) Período de inmersión: 72 horas.

Requisitos:

- i) Cambio máximo en volumen: 2 %.
- ii) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 10 %.
- iii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 10 %.

Después de almacenamiento al aire a una temperatura de 40 °C durante un período de 48 horas, la masa en comparación con el valor original no disminuirá más del 5 %.

1.4.2.3. Resistencia al envejecimiento según ISO 188 con las siguientes condiciones:

- i) Temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = temperatura máxima de funcionamiento menos 10 °C).
- ii) Período de exposición: 24 y 336 horas.

Después del envejecimiento, las probetas se acondicionarán a 23 °C y a una humedad relativa del 50 % durante un mínimo de 21 días antes de realizar el ensayo de resistencia a la tracción con arreglo al apartado 1.4.2.1.

Requisitos:

- i) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 20 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con la resistencia a la tracción del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.
- ii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 50 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con el alargamiento a la rotura del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.

1.4.3. Resistencia al ozono

1.4.3.1. El ensayo tiene que realizarse según la norma ISO 1431/1.

1.4.3.2. Las probetas, que deberán estirarse hasta un alargamiento del 20 %, se expondrán a aire a 40 °C con una concentración de ozono de 50 partes por 100 millones durante 120 horas.

1.4.3.3. No es admisible ningún agrietamiento de las probetas.

1.5. Especificaciones para mangueras sin acoplar

1.5.1. Estanquidad al gas (permeabilidad)

1.5.1.1. Se conectará una manguera con una longitud libre de 1 m a un recipiente relleno con propano líquido a una temperatura de $23^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

1.5.1.2. El ensayo se realizará de acuerdo con el método descrito en la norma ISO 4080.

1.5.1.3. Las fugas a través de la pared de la manguera no serán superiores a 95 cm^3 por metro de manguera y por 24 h.

1.5.2. Resistencia a bajas temperaturas

1.5.2.1. El ensayo se realizará siguiendo el método descrito en la norma ISO 4672-1978, método B.

1.5.2.2. Temperatura de ensayo: $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$
o $-20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$, en su caso.

1.5.2.3. No es admisible ninguna grieta por rotura.

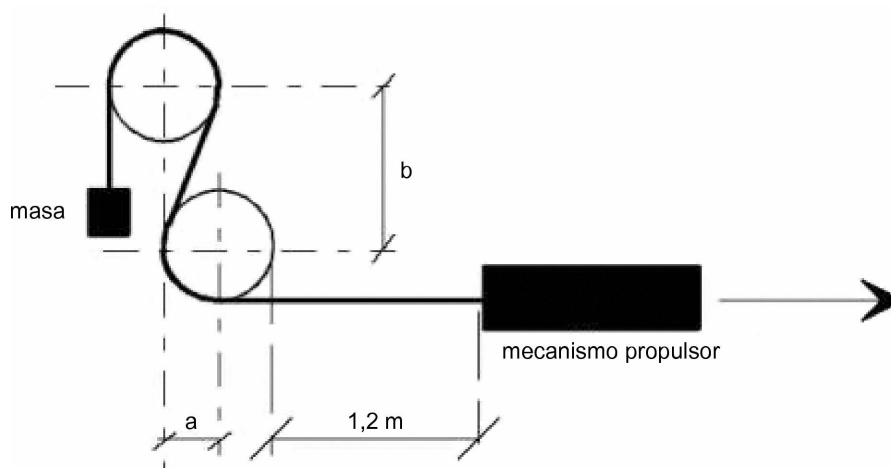
1.5.3. Ensayo de flexión

1.5.3.1. Una manguera vacía con una longitud aproximada de 3,5 m deberá soportar 3 000 veces la prueba de doblado alternativo descrita a continuación sin romperse. Después del ensayo, la manguera deberá ser capaz de resistir la presión indicada en el apartado 1.5.4.2. El ensayo se realizará en la manguera nueva y en la manguera después de envejecimiento, conforme a la norma ISO 188, con arreglo al apartado 1.4.2.3, y, después, conforme a la norma ISO 1817, con arreglo al apartado 1.4.2.2.

1.5.3.2.

Figura 1

(sólo como ejemplo)



Diámetro interior de la manguera [mm]	Radio de doblado [mm] (Figura 1)	Distancia entre centros [mm] (Figura 1)	
		Vertical b	Horizontal a
Hasta 13	102	241	102
De 13 a 16	153	356	153
De 16 a 20	178	419	178

1.5.3.3. La máquina de ensayo (figura 1) constará de un marco de acero provisto de dos ruedas de madera con una anchura del borde aproximada de 130 mm.

La circunferencia de las ruedas estará ranurada para servir de guía a la manguera.

El radio de las ruedas, medido en el fondo de la ranura, será el indicado en el apartado 1.5.3.2.

Los planos medios longitudinales de ambas ruedas estarán en el mismo plano vertical, y la distancia entre los centros de las ruedas será la indicada en el apartado 1.5.3.2.

Ambas ruedas girarán libremente alrededor de su centro de giro.

Un mecanismo de propulsión tirará de la manguera sobre las ruedas a una velocidad de 4 movimientos completos por minuto.

- 1.5.3.4. La manguera instalada sobre las ruedas tendrá forma de S (véase la figura 1).

El extremo que pase sobre la rueda superior tendrá suficiente masa para conseguir una completa adaptación de la manguera sobre las ruedas. La parte que pase por la rueda inferior estará fijada al mecanismo de propulsión.

Este mecanismo se ajustará de tal manera que la manguera recorra una distancia de 1,2 m en ambas direcciones.

- 1.5.4. Presión de ensayo hidráulico y designación de la presión mínima de rotura.

- 1.5.4.1. El ensayo se realizará de acuerdo con el método descrito en la norma ISO 1402.

- 1.5.4.2. Se aplicará una presión de ensayo de 1,5 veces la presión de trabajo (MPa) durante 10 minutos sin que se produzca ninguna fuga.

- 1.5.4.3. La presión de rotura no será inferior a 45 MPa.

1.6. **Acoplamientos**

- 1.6.1. Los acoplamientos serán de acero o latón y la superficie será resistente a la corrosión.

- 1.6.2. Los acoplamientos serán del tipo de fijación a presión.

- 1.6.2.1. La tuerca giratoria tendrá rosca U.N.F.

- 1.6.2.2. El cono de cierre de tuerca giratoria será del tipo de semiángulo vertical de 45°.

- 1.6.2.3. Los acoplamientos pueden ser de tuerca giratoria o de unión rápida.

- 1.6.2.4. Resultará imposible desconectar la unión rápida sin utilizar un método específico o herramientas especiales.

1.7. **Montaje de manguera y acoplamientos**

- 1.7.1. La construcción de los acoplamientos se hará de tal manera que no sea necesario pelar la funda, a menos que el refuerzo de la funda sea de material resistente a la corrosión.

- 1.7.2. El conjunto de la manguera se someterá a un ensayo de impulsos según la norma ISO 1436.

- 1.7.2.1. El ensayo se realizará circulando aceite a una temperatura de 93 °C y a una presión mínima de 26 MPa.

- 1.7.2.2. La manguera se someterá a 150 000 impulsos.

- 1.7.2.3. Después del ensayo de impulsos, la manguera deberá soportar la presión de ensayo mencionada en el apartado 1.5.4.2.

- 1.7.3. Estanquidad al gas

- 1.7.3.1. El conjunto de la manguera (manguera con acoplamientos) deberá soportar durante 5 minutos una presión de gas de 1,5 veces la presión de trabajo (MPa) sin que se produzca ninguna fuga.

1.8. **Marcas**

- 1.8.1. Todas las mangueras llevarán, a distancias no superiores a 0,5 m las siguientes marcas de identificación claramente legibles e indelebles, formadas por caracteres, figuras o símbolos.

- 1.8.1.1. El nombre comercial o marca del fabricante.

- 1.8.1.2. El año y mes de fabricación.

- 1.8.1.3. La marca de tamaño y tipo.

- 1.8.1.4. La marca de identificación «GNC clase 0».

- 1.8.2. Todos los acoplamientos llevarán el nombre comercial o marca del fabricante que los haya montado.

2. MANGUERAS DE MEDIA PRESIÓN, CLASIFICACIÓN CLASE 1

2.1. Especificaciones generales

- 2.1.1. La manguera se diseñará para que soporte una presión máxima de trabajo 3 MPa.
- 2.1.2. La manguera se diseñará de manera que soporte las temperaturas especificadas en el anexo 5O.
- 2.1.3. El diámetro interior estará de acuerdo con el cuadro 1 de la norma ISO 1307.

2.2. Construcción de la manguera

- 2.2.1. La manguera estará formada por un tubo de superficie interior lisa y una funda de material sintético adecuado, reforzada con una o más capas intermedias.
- 2.2.2. Las capas intermedias de refuerzo estarán protegidas por una funda contra la corrosión.

Si se utiliza material resistente a la corrosión para las capas intermedias de refuerzo (es decir, acero inoxidable), no será necesaria una funda.

- 2.2.3. El revestimiento y la funda serán lisos y estarán exentos de poros, orificios y elementos extraños.

Un orificio realizado intencionadamente en la funda no se considerará como una imperfección.

2.3. Especificaciones y pruebas para el revestimiento

- 2.3.1. Resistencia a la tracción y alargamiento para el material de caucho y para los elastómeros termoplásticos (TPE)
 - 2.3.1.1. Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura según ISO 37. Resistencia a la tracción no inferior a 10 MPa y alargamiento a la rotura no inferior al 250 %.
 - 2.3.1.2. Resistencia al n-pentano según ISO 1817 con las siguientes condiciones:

- i) Medio: n-pentano.
- ii) Temperatura: 23 °C (tolerancia según ISO 1817).
- iii) Período de inmersión: 72 horas.

Requisitos:

- i) Cambio máximo en volumen: 20 %.
- ii) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 25 %.
- iii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 30 %.

Después de almacenamiento al aire a una temperatura de 40 °C durante un período de 48 horas, la masa, en comparación con el valor original, no disminuirá más del 5 %.

- 2.3.1.3. Resistencia al envejecimiento según ISO 188 con las siguientes condiciones:

- i) Temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = temperatura máxima de funcionamiento menos 10 °C).
- ii) Período de exposición: 24 y 336 horas.

Después del envejecimiento, las probetas se acondicionarán a 23 °C y a una humedad relativa del 50 % durante un mínimo de 21 días antes de realizar el ensayo de resistencia a la tracción con arreglo al apartado 2.3.1.1.

Requisitos:

- i) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 35 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con la resistencia a la tracción del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.
- ii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 25 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con el alargamiento a la rotura del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.

2.3.2. Resistencia a la tracción y alargamiento específicos para material termoplástico

2.3.2.1. Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura según ISO 527-2 con las condiciones siguientes:

- i) Tipo de probeta: 1 BA.
- ii) Velocidad de tracción: 20 mm/min.

Antes del ensayo, se acondicionará el material un mínimo de 21 días a 23 °C y a una humedad relativa del 50 %.

Requisito:

- i) Resistencia a la tracción no inferior a 20 MPa.
- ii) Alargamiento a la rotura no inferior al 100 %.

2.3.2.2. Resistencia al n-pentano según ISO 1817 con las siguientes condiciones:

- i) Medio: n-pentano
- ii) Temperatura: 23 °C (tolerancia según ISO 1817).
- iii) Período de inmersión: 72 horas.

Requisitos:

- i) Cambio máximo en volumen: 2 %.
- ii) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 10 %.
- iii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 10 %.

Después de almacenamiento al aire a una temperatura de 40 °C durante un período de 48 horas, la masa en comparación con el valor original no disminuirá más del 5 %.

2.3.2.3. Resistencia al envejecimiento según ISO 188 con las siguientes condiciones:

- i) Temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = temperatura máxima de funcionamiento menos 10 °C).
- ii) Período de exposición: 24 y 336 horas.

Después del envejecimiento, las probetas se acondicionarán a 23 °C y a una humedad relativa del 50 % durante un mínimo de 21 días antes de realizar el ensayo de resistencia a la tracción con arreglo al apartado 2.3.2.1.

Requisitos:

- i) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 35 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con la resistencia a la tracción del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.
- ii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 25 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con el alargamiento a la rotura del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.

2.4. Especificaciones y método de ensayo para la funda.**2.4.1. Resistencia a la tracción y alargamiento para el material de caucho y para los elastómeros termoplásticos (TPE)****2.4.1.1. Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura según ISO 37. Resistencia a la tracción no inferior a 10 MPa y alargamiento a la rotura no inferior al 250 %.****2.4.1.2. Resistencia al n-hexano según ISO 1817 con las siguientes condiciones:**

- i) Medio: n-hexano.
- ii) Temperatura: 23 °C (tolerancia según ISO 1817).
- iii) Período de inmersión: 72 horas

Requisitos:

- i) Cambio máximo en volumen: 30 %.
- ii) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 35 %.
- iii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 35 %.

2.4.1.3. Resistencia al envejecimiento según ISO 188 con las siguientes condiciones:

- i) Temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = temperatura máxima de funcionamiento menos 10 °C).
- ii) Período de exposición: 24 y 336 horas.

Después del envejecimiento, las probetas se acondicionarán a 23 °C y a una humedad relativa del 50 % durante un mínimo de 21 días antes de realizar el ensayo de resistencia a la tracción con arreglo al apartado 2.4.1.1.

Requisitos:

- i) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 35 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con la resistencia a la tracción del material sometido a envejecimiento durante 24 horas
- ii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 25 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con el alargamiento a la rotura del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.

2.4.2. Resistencia a la tracción y alargamiento específicos para material termoplástico**2.4.2.1. Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura según ISO 527-2 con las condiciones siguientes**

- i) Tipo de probeta: 1 BA.
- ii) Velocidad de tracción: 20 mm/min.

Antes del ensayo, se acondicionará el material un mínimo de 21 días a 23 °C y a una humedad relativa del 50 %.

Requisitos:

- i) Resistencia a la tracción no inferior a 20 MPa.
- ii) Alargamiento a la rotura no inferior al 100 %.

2.4.2.2. Resistencia al n-hexano según ISO 1817 con las siguientes condiciones:

- i) Medio: n-hexano.
- ii) Temperatura: 23 °C (tolerancia según ISO 1817).
- iii) Período de inmersión: 72 horas.

Requisitos:

- i) Cambio máximo en volumen: 2 %.
- ii) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 10 %.
- iii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 10 %.

Después de almacenamiento al aire a una temperatura de 40 °C durante un período de 48 horas, la masa en comparación con el valor original no disminuirá más del 5 %.

2.4.2.3. Resistencia al envejecimiento según ISO 188 con las siguientes condiciones:

- i) Temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = temperatura máxima de funcionamiento menos 10 °C).
- ii) Período de exposición: 24 y 336 horas.

Después del envejecimiento, las probetas se acondicionarán a 23 °C y a una humedad relativa del 50 % durante un mínimo de 21 días antes de realizar el ensayo de resistencia a la tracción con arreglo al apartado 2.4.2.1.

Requisitos:

- i) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 20 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con la resistencia a la tracción del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.
- ii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 50 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con el alargamiento a la rotura del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.

2.4.3. Resistencia al ozono

2.4.3.1. El ensayo se realizará según la norma ISO 1431/1.

2.4.3.2. Las probetas, que deberán estirarse hasta un alargamiento del 20 %, se expondrán a aire a 40 °C con una concentración de ozono de 50 partes por 100 millones durante 120 horas.

2.4.3.3. No es admisible ningún agrietamiento de las probetas.

2.5. Especificaciones para mangueras sin acoplar

2.5.1. Estanquidad al gas (permeabilidad)

2.5.1.1. Se conectará una manguera con una longitud libre de 1 m a un recipiente relleno con propano líquido a una temperatura de $23^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

2.5.1.2. El ensayo se realizará de acuerdo con el método descrito en la norma ISO 4080.

2.5.1.3. Las fugas a través de la pared de la manguera no serán superiores a 95 cm^3 por metro de manguera y por 24 h.

2.5.2. Resistencia a bajas temperaturas

2.5.2.1. El ensayo se realizará siguiendo el método descrito en la norma ISO 4672-1978, método B.

2.5.2.2. Temperatura de ensayo: $-40^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$
o $-20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, en su caso.

2.5.2.3. No es admisible ninguna grieta por rotura.

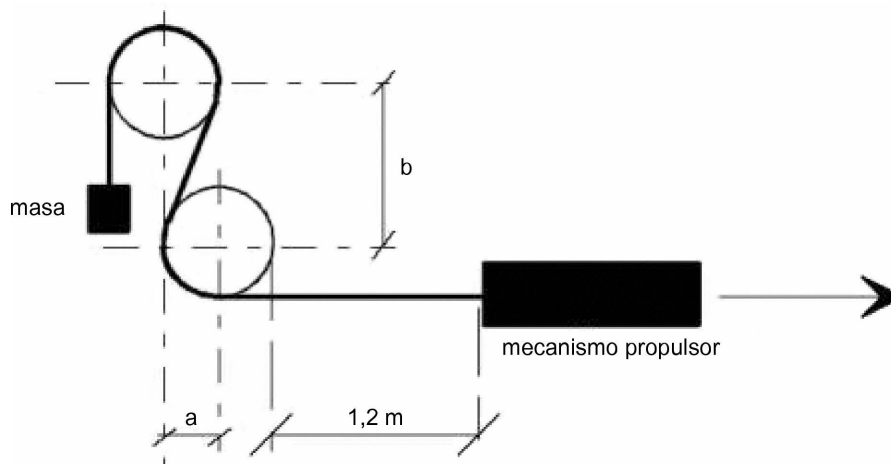
2.5.3. Ensayo de flexión

2.5.3.1. Una manguera vacía con una longitud aproximada de 3,5 m deberá soportar 3 000 veces la prueba de doblado alternativo descrita a continuación sin romperse. Después del ensayo, la manguera deberá ser capaz de resistir la presión indicada en el apartado 2.5.4.2. El ensayo se realizará en la manguera nueva y en la manguera después de envejecimiento, conforme a la norma ISO 188, con arreglo al apartado 2.4.2.3, y, después, conforme a la norma ISO 1817, con arreglo al apartado 2.4.2.2.

2.5.3.2.

Figura 2

(sólo como ejemplo)



Diámetro interior de la manguera [mm]	Radio de doblado [mm] (Figura 2)	Distancia entre centros [mm] (Figura 2)	
		Vertical b	Horizontal a
Hasta 13	102	241	102
De 13 a 16	153	356	153
De 16 a 20	178	419	178

2.5.3.3. La máquina de ensayo (figura 2) constará de un marco de acero provisto de dos ruedas de madera con una anchura del borde aproximada de 130 mm.

La circunferencia de las ruedas estará ranurada para servir de guía a la manguera.

El radio de las ruedas, medido en el fondo de la ranura, deberá ser el indicado en el apartado 2.5.3.2.

Los planos medios longitudinales de ambas ruedas deberán estar en el mismo plano vertical, y la distancia entre los centros de las ruedas deberá ser la indicada en el apartado 2.5.3.2.

Ambas ruedas girarán libremente alrededor de su centro de giro.

Un mecanismo de propulsión tirará de la manguera sobre las ruedas a una velocidad de 4 movimientos completos por minuto.

2.5.3.4. La manguera instalada sobre las ruedas tendrá forma de S (véase la figura 2).

El extremo que pase sobre la rueda superior tendrá suficiente masa para conseguir una completa adaptación de la manguera sobre las ruedas. La parte que pase por la rueda inferior estará fijada al mecanismo de propulsión.

Este mecanismo se ajustará de tal manera que la manguera recorra una distancia de 1,2 m en ambas direcciones.

2.5.4. Presión de ensayo hidráulico

2.5.4.1. El ensayo se realizará de acuerdo con el método descrito en la norma ISO 1402.

2.5.4.2. Se aplicará una presión de ensayo de 3 MPa durante 10 minutos sin que se produzca ninguna fuga.

2.6. Acoplamientos

- 2.6.1. Si se monta un acoplamiento en la manguera, deberán cumplirse las siguientes condiciones:
- 2.6.2. Los acoplamientos serán de acero o latón y la superficie será resistente a la corrosión.
- 2.6.3. Los acoplamientos serán del tipo de fijación a presión.
- 2.6.4. Los acoplamientos pueden ser de tuerca giratoria o de unión rápida.
- 2.6.5. Resultará imposible desconectar la unión rápida sin utilizar un método específico o herramientas especiales.

2.7. Montaje de manguera y acoplamientos

- 2.7.1. La construcción de los acoplamientos se hará de tal manera que no sea necesario pelar la funda, a menos que el refuerzo de la funda sea de material resistente a la corrosión.
- 2.7.2. El conjunto de la manguera se someterá a un ensayo de impulsos según la norma ISO 1436.
 - 2.7.2.1. El ensayo se realizará circulando aceite a una temperatura de 93 °C y a una presión mínima de 1,5 veces la presión máxima de trabajo.
 - 2.7.2.2. La manguera se someterá a 150 000 impulsos.
 - 2.7.2.3. Después del ensayo de impulsos, la manguera deberá soportar la presión de ensayo mencionada en el apartado 2.5.4.2.
- 2.7.3. Estanquidad al gas
 - 2.7.3.1. El conjunto de la manguera (manguera con acoplamientos) deberá soportar durante 5 minutos una presión de gas de 3 MPa sin que se produzca ninguna fuga.

2.8. Marcas

- 2.8.1. Todas las mangueras llevarán, a distancias no superiores a 0,5 m las siguientes marcas de identificación claramente legibles e indelebles, formadas por caracteres, figuras o símbolos.
 - 2.8.1.1. El nombre comercial o marca del fabricante.
 - 2.8.1.2. El año y mes de fabricación.
 - 2.8.1.3. La marca de tamaño y tipo.
 - 2.8.1.4. La marca de identificación «GNC clase 1».
- 2.8.2. Todos los acoplamientos llevarán el nombre comercial o marca del fabricante que los haya montado.

3. MANGUERAS DE BAJA PRESIÓN, CLASIFICACIÓN CLASE 2**3.1. Especificaciones generales**

- 3.1.1. La manguera se diseñará para que soporte una presión máxima de trabajo 450 kPa.
- 3.1.2. La manguera se diseñará de manera que soporte las temperaturas especificadas en el anexo 5O.
- 3.1.3. El diámetro interior estará de acuerdo con el cuadro 1 de la norma ISO 1307.
- 3.2. (No asignado)

3.3. Especificaciones y ensayos para el revestimiento

3.3.1. Resistencia a la tracción y alargamiento para el material de caucho y para los elastómeros termoplásticos (TPE)

3.3.1.1. Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura según ISO 37.

Resistencia a la tracción no inferior a 10 MPa y alargamiento a la rotura no inferior al 250 %.

3.3.1.2. Resistencia al n-pentano según ISO 1817 con las siguientes condiciones:

- i) Medio: n-pentano.
- ii) Temperatura: 23 °C (tolerancia según ISO 1817).
- iii) Período de inmersión: 72 horas.

Requisitos:

- i) Cambio máximo en volumen: 20 %.
- ii) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 25 %.
- iii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 30 %.

Después de almacenamiento al aire a una temperatura de 40 °C durante un período de 48 horas, la masa, en comparación con el valor original, no disminuirá más del 5 %.

3.3.1.3. Resistencia al envejecimiento según ISO 188 con las siguientes condiciones:

- i) Temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = temperatura máxima de funcionamiento menos 10 °C).
- ii) Período de exposición: 24 y 336 horas.

Después del envejecimiento, las probetas se acondicionarán a 23 °C y a una humedad relativa del 50 % durante un mínimo de 21 días antes de realizar el ensayo de resistencia a la tracción con arreglo al apartado 3.3.1.1.

Requisitos:

- i) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 35 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con la resistencia a la tracción del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.
- ii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 25 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con el alargamiento a la rotura del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.

3.3.2. Resistencia a la tracción y alargamiento específicos para material termoplástico

3.3.2.1. Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura según ISO 527-2 con las condiciones siguientes:

- i) Tipo de probeta: 1 BA.
- ii) Velocidad de tracción: 20 mm/min.

Antes del ensayo, se acondicionará el material un mínimo de 21 días a 23 °C y a una humedad relativa del 50 %.

Requisito:

- i) Resistencia a la tracción no inferior a 20 MPa.
- ii) Alargamiento a la rotura no inferior al 100 %.

3.3.2.2. Resistencia al n-pentano según ISO 1817 con las siguientes condiciones:

- i) Medio: n-pentano
- ii) Temperatura: 23 °C (tolerancia según ISO 1817).
- iii) Período de inmersión: 72 horas.

Requisitos:

- i) Cambio máximo en volumen: 2 %.
- ii) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 10 %.
- iii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 10 %.

Después de almacenamiento al aire a una temperatura de 40 °C durante un período de 48 horas, la masa en comparación con el valor original no disminuirá más del 5 %.

3.3.2.3. Resistencia al envejecimiento según ISO 188 con las siguientes condiciones:

- i) Temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = temperatura máxima de funcionamiento menos 10 °C).
- ii) Período de exposición: 24 y 336 horas.

Después del envejecimiento, las probetas se acondicionarán a 23 °C y a una humedad relativa del 50 % durante un mínimo de 21 días antes de realizar el ensayo de resistencia a la tracción con arreglo al apartado 3.3.2.1.

Requisitos:

- i) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 35 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con la resistencia a la tracción del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.
- ii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 25 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con el alargamiento a la rotura del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.

3.4. Especificaciones y método de ensayo para la funda.

3.4.1. Resistencia a la tracción y alargamiento para el material de caucho y para los elastómeros termoplásticos (TPE)

3.4.1.1. Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura según ISO 37.

Resistencia a la tracción no inferior a 10 MPa y alargamiento a la rotura no inferior al 250 %.

3.4.1.2. Resistencia al n-hexano según ISO 1817 con las siguientes condiciones:

- i) Medio: n-hexano.
- ii) Temperatura: 23 °C (tolerancia según ISO 1817).
- iii) Período de inmersión: 72 horas.

Requisitos:

- i) Cambio máximo en volumen: 30 %.
- ii) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 35 %.
- iii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 35 %.

3.4.1.3. Resistencia al envejecimiento según ISO 188 con las siguientes condiciones:

- i) Temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = temperatura máxima de funcionamiento menos 10 °C).
- ii) Período de exposición: 24 y 336 horas.

Después del envejecimiento, las probetas se acondicionarán a 23 °C y a una humedad relativa del 50 % durante un mínimo de 21 días antes de realizar el ensayo de resistencia a la tracción con arreglo al apartado 3.4.1.1.

Requisitos:

- i) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 35 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con la resistencia a la tracción del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.
- ii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 25 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con el alargamiento a la rotura del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.

3.4.2. Resistencia a la tracción y alargamiento específicos para material termoplástico

3.4.2.1. Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura según ISO 527-2 con las condiciones siguientes:

- i) Tipo de probeta: 1 BA.
- ii) Velocidad de tracción: 20 mm/min.

Antes del ensayo, se acondicionará el material un mínimo de 21 días a 23 °C y a una humedad relativa del 50 %.

Requisitos:

- i) Resistencia a la tracción no inferior a 20 MPa.
- ii) Alargamiento a la rotura no inferior al 100 %.

3.4.2.2. Resistencia al n-hexano según ISO 1817 con las siguientes condiciones:

- i) Medio: n-hexano.
- ii) Temperatura: 23 °C (tolerancia según ISO 1817).
- iii) Período de inmersión: 72 horas.

Requisitos:

- i) Cambio máximo en volumen: 2 %.
- ii) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 10 %.
- iii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 10 %.

Después de almacenamiento al aire a una temperatura de 40 °C durante un período de 48 horas, la masa en comparación con el valor original no disminuirá más del 5 %.

3.4.2.3. Resistencia al envejecimiento según ISO 188 con las siguientes condiciones:

- i) Temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = temperatura máxima de funcionamiento menos 10 °C).
- ii) Período de exposición: 24 y 336 horas.

Después del envejecimiento, las probetas se acondicionarán a 23 °C y a una humedad relativa del 50 % durante un mínimo de 21 días antes de realizar el ensayo de resistencia a la tracción con arreglo al apartado 3.4.2.1.

Requisitos:

- i) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 20 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con la resistencia a la tracción del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.
- ii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 50 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con el alargamiento a la rotura del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.

3.4.3. Resistencia al ozono

3.4.3.1. El ensayo se realizará según la norma ISO 1431/1.

3.4.3.2. Las probetas, que deberán estirarse hasta un alargamiento del 20 %, se expondrán a aire a 40 °C, con una humedad relativa del 50 % $\pm$ 10 %, y con una concentración de ozono de 50 partes por 100 millones durante 120 horas.

3.4.3.3. No es admisible ningún agrietamiento de las probetas.

3.5. **Especificaciones para mangueras sin acoplar**

3.5.1. Estanquidad al gas (permeabilidad)

3.5.1.1. Se conectará una manguera con una longitud libre de 1 m a un recipiente relleno con propano líquido a una temperatura de 23° $\pm$ 2 °C.

3.5.1.2. El ensayo se realizará de acuerdo con el método descrito en la norma ISO 4080.

3.5.1.3. Las fugas a través de la pared de la manguera no serán superiores a 95 cm³ por metro de manguera y por 24 h.

3.5.2. Resistencia a bajas temperaturas

3.5.2.1. El ensayo se realizará siguiendo el método descrito en la norma ISO 4672, método B.

3.5.2.2. Temperatura de ensayo: – 40 °C $\pm$ 3 °C
 o – 20 °C $\pm$ 3 °C, en su caso.

3.5.2.3. No es admisible ninguna grieta por rotura.

3.5.3. Resistencia a altas temperaturas

3.5.3.1. Un trozo de manguera, a una presión de 450 kPa y con una longitud mínima de 0,5 m se colocará en un horno a una temperatura de 120 °C $\pm$ 2 °C, donde se mantendrá durante 24 horas. El ensayo se realizará en la manguera nueva y en la manguera después de envejecimiento, conforme a la norma ISO 188, con arreglo al apartado 3.4.2.3, y, después, conforme a la norma ISO 1817, con arreglo al apartado 3.4.2.2.

3.5.3.2. Las fugas a través de la pared de la manguera no serán superiores a 95 cm³ por metro de manguera y por 24 h.

3.5.3.3. Después del ensayo, la manguera soportará la presión de ensayo de 50 kPa durante 10 minutos. Las fugas a través de la pared de la manguera no serán superiores a 95 cm³ por metro de manguera y por 24 h.

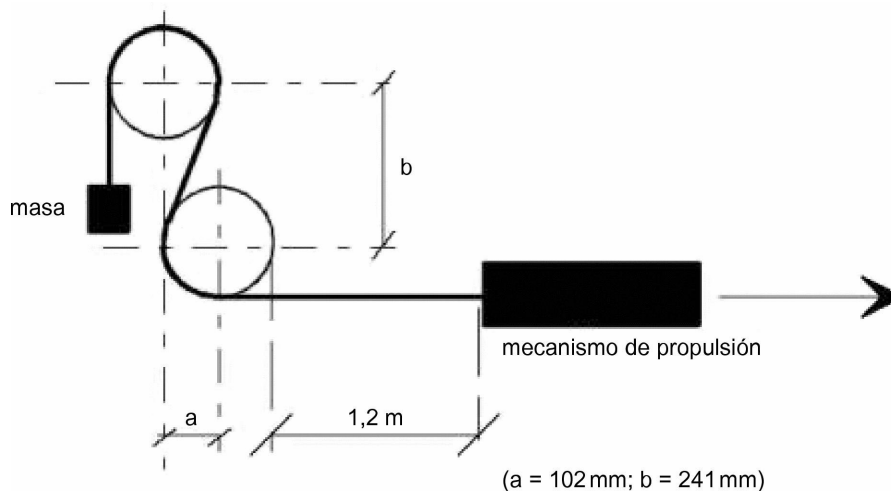
3.5.4. Ensayo de flexión

3.5.4.1. Una manguera vacía con una longitud aproximada de 3,5 m deberá soportar 3 000 veces la prueba de doblado alternativo descrita a continuación sin romperse.

3.5.4.2.

Figura 3

(sólo como ejemplo)



La máquina de ensayo (figura 3) constará de un marco de acero provisto de dos ruedas de madera con una anchura del borde aproximada de 130 mm.

La circunferencia de las ruedas estará ranurada para servir de guía a la manguera.

El radio de las ruedas, medido en el fondo de la ranura, deberá ser de 102 mm.

Los planos medios longitudinales de ambas ruedas estarán en el mismo plano vertical, y la distancia entre los centros de las ruedas deberá ser de 241 mm en vertical y de 102 mm en horizontal.

Ambas ruedas girarán libremente alrededor de su centro de giro.

Un mecanismo de propulsión tirará de la manguera sobre las ruedas a una velocidad de 4 movimientos completos por minuto.

3.5.4.3. La manguera instalada sobre las ruedas tendrá forma de S (véase la figura 3).

El extremo que pase sobre la rueda superior tendrá suficiente masa para conseguir una completa adaptación de la manguera sobre las ruedas. La parte que pase por la rueda inferior estará fijada al mecanismo de propulsión.

Este mecanismo se ajustará de tal manera que la manguera recorra una distancia de 1,2 m en ambas direcciones.

3.6. Marcas

3.6.1. Todas las mangueras llevarán, a distancias no superiores a 0,5 m las siguientes marcas de identificación claramente legibles e indelebles, formadas por caracteres, figuras o símbolos.

3.6.1.1. El nombre comercial o marca del fabricante.

3.6.1.2. El año y mes de fabricación.

3.6.1.3. La marca de tamaño y tipo.

3.6.1.4. La marca de identificación «GNC clase 2».

3.6.2. Todos los acoplamientos llevarán el nombre comercial o marca del fabricante que los haya montado.

ANEXO 4C

DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DEL FILTRO DE GNC

1. El objeto del presente anexo es determinar las disposiciones relativas a la homologación del filtro de GNC.
 2. Condiciones de funcionamiento
 - 2.1. El filtro de GNC se diseñará para funcionar a las temperaturas especificadas en el anexo 5O.
 - 2.2. El filtro de GNC se clasificará según la presión máxima de trabajo (ver el apartado 2 del presente Reglamento):
 - 2.2.1. Clase 0: el filtro de GNC se diseñará para que soporte una presión de 1,5 veces la presión de trabajo (MPa).
 - 2.2.2. Clase 1 y clase 2: el filtro de GNC se diseñará para que soporte una presión de 2 veces la presión de trabajo.
 - 2.2.3. Clase 3: el filtro de GNC se diseñará para que soporte una presión equivalente al doble de la presión de disparo de la válvula limitadora de presión correspondiente.
 - 2.3. Los materiales utilizados en el filtro de GNC que estén en contacto con GNC durante el funcionamiento serán compatibles con dicho gas (ver el anexo 5D).
 - 2.4. El componente cumplirá los procedimientos de ensayo para los componentes de clase con arreglo al esquema de la figura 1-1 del apartado 2 del presente Reglamento.
-

ANEXO 4D

DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DEL REGULADOR DE PRESIÓN

1. El objeto del presente anexo es determinar las disposiciones relativas a la homologación del filtro del regulador de presión.
2. REGULADOR DE PRESIÓN
 - 2.1. El material constitutivo del regulador que esté en contacto con gas natural comprimido durante el funcionamiento será compatible con el GNC de ensayo. Con objeto de verificar esta compatibilidad, se utilizará el procedimiento del anexo 5D.
 - 2.2. Los materiales constitutivos del regulador que estén en contacto con el medio de intercambio de calor del regulador durante el funcionamiento serán compatibles con dicho fluido.
 - 2.3. El componente cumplirá los procedimientos de ensayo indicados para la clase 0 para los elementos sometidos a alta presión, y para las clases 1, 2, 3 y 4 para los elementos sometidos a media y baja presión.
3. CLASIFICACIÓN Y PRESIONES DE ENSAYO
 - 3.1. El elemento del regulador de presión que esté en contacto con la presión existente en el recipiente se considerará de clase 0.
 - 3.1.1. El elemento de clase 0 del regulador de presión será estanco (ver el anexo 5B) a una presión de hasta 1,5 veces la presión de trabajo (MPa), con las salidas de dicho elemento cerradas.
 - 3.1.2. El elemento de clase 0 del regulador de presión soportará una presión de 1,5 veces la presión de trabajo (MPa).
 - 3.1.3. Los elementos de clase 1 y clase 2 del regulador de presión serán estancos (ver el anexo 5B) a una presión de hasta dos veces la presión de trabajo.
 - 3.1.4. Los elementos de clase 1 y clase 2 del regulador de presión soportarán una presión de hasta dos veces la presión de trabajo.
 - 3.1.5. El elemento de clase 3 del regulador de presión soportará una presión máxima equivalente al doble de la presión de disparo de la válvula limitadora de presión correspondiente.
 - 3.2. El regulador de presión se diseñará de tal manera que pueda funcionar a las temperaturas especificadas en el anexo 5O.

ANEXO 4E

DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DE LOS SENSORES DE PRESIÓN Y TEMPERATURA

1. El objeto de este anexo consiste en determinar las disposiciones relativas a la homologación de los sensores de presión y temperatura.
 2. SENSORES DE PRESIÓN Y TEMPERATURA
 - 2.1. El material constitutivo de los sensores de presión y temperatura que estén en contacto con el GNC durante el funcionamiento será compatible con el GNC de ensayo. Con objeto de verificar dicha compatibilidad, se utilizará el procedimiento del anexo 5D.
 - 2.2. Los sensores de presión y temperatura están clasificados por clases según el esquema 1-1 del apartado 2 del presente Reglamento.
 3. CLASIFICACIÓN Y PRESIONES DE ENSAYO
 - 3.1. El elemento de los sensores de presión y temperatura que esté en contacto con la presión existente en el recipiente se considerará de clase 0.
 - 3.1.1. Los elementos de clase 0 de los sensores de presión y temperatura serán estancos a una presión de hasta 1,5 veces la presión de trabajo (MPa) (véase el anexo 5B).
 - 3.1.2. El elemento de clase 0 de los sensores de presión y temperatura soportará una presión de hasta 1,5 veces la presión de trabajo (MPa).
 - 3.1.3. Los elementos de clase 1 y clase 2 de los sensores de presión y temperatura serán estancos a una presión equivalente al doble de la presión de trabajo (véase el anexo 5B).
 - 3.1.4. Los elementos de clase 1 y clase 2 del regulador de presión soportarán una presión de hasta dos veces la presión de trabajo.
 - 3.1.5. El elemento de clase 3 de los sensores de presión y temperatura soportará una presión máxima equivalente al doble de la presión de disparo de la válvula limitadora de presión correspondiente.
 - 3.2. Los sensores de presión y temperatura se diseñarán de manera que puedan funcionar a las temperaturas especificadas en el anexo 5O.
 - 3.3. El sistema eléctrico, si existe, estará aislado del cuerpo de los sensores de presión y temperatura. La resistencia del aislamiento será $> 10 \text{ M}\Omega$.
-

ANEXO 4F

DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DE LA UNIDAD DE LLENADO

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

El objeto del presente anexo consiste en determinar las disposiciones relativas a la homologación de la unidad de llenado.

2. UNIDAD DE LLENADO

2.1. El material constitutivo de la unidad de llenado que esté en contacto con el GNC cuando el dispositivo esté en servicio será compatible con el GNC. Con objeto de verificar dicha compatibilidad, se utilizará el procedimiento del anexo 5D.

2.2. La unidad de llenado cumplirá los requisitos de los componentes de clase 0.

3. PRESIONES DE ENSAYO

3.1. La unidad de llenado será considerada componente de clase 0.

3.1.1. La unidad de llenado no tendrá fugas a una presión de 1,5 veces la presión de trabajo (MPa) (véase el anexo 5B).

3.1.2. La unidad de llenado soportará una presión de 33 MPa.

3.2. La unidad de llenado se diseñará para funcionar a las temperaturas especificadas en el anexo 5O.

ANEXO 4G

DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DEL REGULADOR DE CAUDAL DE GAS Y DEL MEZCLADOR DE GAS/AIRE O INYECTOR DE GAS

1. El objeto del presente anexo consiste en determinar las disposiciones relativas a la homologación del regulador de caudal de gas y del mezclador de gas/aire o inyector de gas.
2. MEZCLADOR DE GAS/AIRE O INYECTOR DE GAS
 - 2.1. El material constitutivo del mezclador de gas/aire o inyector que esté en contacto con el GNC será compatible con dicho gas. Con objeto de verificar la compatibilidad, se utilizará el procedimiento especificado en el anexo 5D.
 - 2.2. El mezclador de gas/aire o inyector de gas cumplirá los requisitos de los componentes de clase 1 o clase 2, según su clasificación.
 - 2.3. Presiones de ensayo
 - 2.3.1. El mezclador de gas/aire o inyector de gas de clase 2 soportará una presión de 2 veces la presión de trabajo.
 - 2.3.1.1. El mezclador de gas/aire o inyector de gas no presentará fugas a una presión de 2 veces la presión de trabajo.
 - 2.3.2. El mezclador de gas/aire o inyector de gas de clase 1 o clase 2 se diseñará de tal manera que pueda funcionar a las temperaturas especificadas en el anexo 5O.
 - 2.4. Los componentes alimentados eléctricamente y que contengan GNC tendrán lo siguiente:
 - i) Una conexión a tierra separada.
 - ii) El sistema eléctrico del componente estará aislado del cuerpo.
 - iii) El inyector de gas estará en posición cerrada siempre que la corriente eléctrica esté cortada.
3. REGULADOR DE CAUDAL DE GAS
 - 3.1. El material constitutivo del regulador de caudal de gas que esté en contacto con el GNC será compatible con dicho gas. Con objeto de verificar la compatibilidad, se utilizará el procedimiento especificado en el anexo 5D.
 - 3.2. El regulador de caudal de gas cumplirá los requisitos de los componentes de clase 1 o clase 2 de acuerdo con su clasificación.
 - 3.3. Presiones de ensayo
 - 3.3.1. El regulador de caudal de gas de clase 2 soportará una presión equivalente al doble de la presión de trabajo.
 - 3.3.1.1. El regulador de caudal de gas de clase 2 no presentará fugas a una presión equivalente al doble la presión de trabajo.
 - 3.3.2. El regulador de caudal de gas de clase 1 y clase 2 se diseñará de tal manera que pueda funcionar a las temperaturas especificadas en el anexo 5O.
 - 3.4. Los componentes alimentados eléctricamente y que contengan GNC tendrán lo siguiente:
 - i) Una conexión a tierra separada.
 - ii) El sistema eléctrico del componente estará aislado del cuerpo.

ANEXO 4H

DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DE LA UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICO

1. El objeto del presente anexo consiste en determinar las disposiciones relativas a la homologación de la unidad de control electrónico.
 2. UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICO
 - 2.1. La unidad de control electrónico podrá ser cualquier dispositivo que controle la demanda de GNC del motor y que determine el cierre de la válvula automática en caso de rotura de un tubo de alimentación de combustible, en caso de que se cale el motor o en caso de colisión.
 - 2.2. El retardo de cierre de la válvula automática después de calarse el motor no será superior a 5 segundos.
 - 2.3. El dispositivo podrá estar equipado con un regulador automático de la temporización del avance del encendido, integrado en el módulo electrónico o separado de éste.
 - 2.4. El dispositivo podrá incorporar inyectores pasivos (*dummy injectors*) para permitir el correcto funcionamiento de la unidad de control electrónico de gasolina durante el funcionamiento con GNC.
 - 2.5. La unidad de control electrónico se diseñará de tal manera que pueda funcionar a las temperaturas especificadas en el anexo 5O.
-

ANEXO 5

PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO

1. CLASIFICACIÓN

- 1.1. Los componentes de GNC para vehículos se clasificarán según su presión máxima de trabajo y su función, con arreglo al apartado 2 del presente Reglamento.
- 1.2. La clasificación de los componentes determinará los ensayos que deban realizarse para la homologación tipo de componentes o piezas de los mismos.

2. PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO APLICABLES

En el cuadro 5.1 siguiente figuran los procedimientos de ensayo aplicables en función de la clasificación.

Cuadro 5.1

Ensayo	Clase 0	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Apartado
Sobrepresión o resistencia	X	X	X	X	O	5A
Fugas externas	X	X	X	X	O	5B
Fugas internas	A	A	A	A	O	5C
Ensayos de durabilidad	A	A	A	A	O	5L
Compatibilidad con el GNC	A	A	A	A	A	5D
Resistencia a la corrosión	X	X	X	X	X	5E
Resistencia al calor seco	A	A	A	A	A	5F
Envejecimiento por ozono	A	A	A	A	A	5G
Ensayos de rotura/destructivos	X	O	O	O	O	5M
Ciclos de temperatura	A	A	A	A	O	5H
Ciclo de presión	X	O	O	O	O	5I
Resistencia a las vibraciones	A	A	A	A	O	5N
Temperaturas de funcionamiento	X	X	X	X	X	5O

X = Aplicable

O = No aplicable

A = Según proceda

Observaciones:

- a) Fugas internas: aplicable si la clase del componente consiste en asientos de válvulas internas que normalmente están cerradas cuando el motor está apagado.
- b) Ensayo de durabilidad: aplicable si la clase del componente consiste en elementos integrales que se desplazarán repetidamente durante el funcionamiento del motor.
- c) Compatibilidad con el GNC, resistencia al calor seco, envejecimiento por ozono: aplicable si la clase del componente consiste en elementos sintéticos o no metálicos.
- d) Ensayo de ciclos de temperatura: aplicable si la clase del componente consiste en elementos sintéticos o no metálicos.
- e) Ensayo de resistencia a las vibraciones: aplicable si la clase del componente consiste en elementos integrales que se desplazarán repetidamente durante el funcionamiento del motor.

Los materiales utilizados para los componentes dispondrán de especificaciones escritas que cumplan, al menos, o superen los requisitos (de ensayo) establecidos el presente anexo en relación con:

- i) La temperatura.
- ii) La presión.
- iii) La compatibilidad con el GNC.
- iv) La durabilidad.

3. REQUISITOS GENERALES

- 3.1. Los ensayos de fuga se realizarán con gas a presión como aire o nitrógeno.
 - 3.2. Se podrá utilizar agua u otro fluido para obtener la presión requerida para el ensayo de resistencia hidrostática.
 - 3.3. El período de ensayo para los ensayos de fugas y de resistencia hidrostática no será inferior a 3 minutos.
-

ANEXO 5A

PRUEBA DE SOBREPRESIÓN (PRUEBA DE RESISTENCIA)

1. Un componente que contenga GNC soportará sin ningún indicio visible de rotura o deformación permanente una presión hidráulica de 1,5-2 veces la presión máxima de trabajo durante un mínimo de 3 minutos a temperatura ambiente, con la salida de la parte de alta presión taponada. Como medio de prueba se podrá utilizar agua u otro fluido hidráulico adecuado.
2. Las muestras, sometidas previamente al ensayo de durabilidad del anexo 5L, se conectarán a una fuente de presión hidrostática. En la tubería de alimentación de presión hidrostática se instalará una válvula de cierre positivo y un manómetro que tenga una escala de presiones no inferior a 1,5 veces ni superior a 2 veces la presión de ensayo.
3. El cuadro 5.2 siguiente indica las presiones de ensayo de trabajo y de rotura correspondientes a la clasificación del apartado 2 del presente Reglamento.

Cuadro 5.2

Clasificación del componente	Presión de trabajo [kPa]	Sobrepresión [kPa]
Clase 0	$3\,000 < p < 26\,000$	1,5 veces la presión de trabajo
Clase 1	$450 < p < 3\,000$	1,5 veces la presión de trabajo
Clase 2	$20 < p < 450$	2 veces la presión de trabajo
Clase 3	$450 < p < 3\,000$	2 veces la presión límite

ANEXO 5B

ENSAYO DE FUGAS EXTERNAS

1. A cualquier presión aerostática comprendida entre 0 y la presión indicada en el cuadro 5.2, los componentes no presentarán fugas a través del vástago o de las juntas del cuerpo u otras juntas, ni presentarán indicios de porosidad en la fundición cuando se sometan a ensayo según se describe en los apartados 2 y 3 del presente anexo.
2. El ensayo se realizará en las siguientes condiciones:
 - i) a temperatura ambiente
 - ii) a la temperatura mínima de funcionamiento
 - iii) a la temperatura máxima de funcionamiento.

Las temperaturas máximas y mínimas de funcionamiento se indican en el anexo 5O.

3. Durante dicho ensayo, el equipo sometido a prueba (EUT) se conectará a una fuente de presión aerostática. En la tubería de alimentación de presión se instalará una válvula automática y un manómetro que tenga una escala de presiones no inferior a 1,5 veces ni superior a 2 veces la presión de ensayo. El manómetro se instalará entre la válvula automática y la muestra sometida a ensayo. Estando aplicada la presión de prueba, la muestra se sumergirá en agua para detectar fugas o se utilizará otro método de ensayo equivalente (medida de caudal o caída de presión).
4. Las fugas externas serán inferiores a los requisitos indicados en los anexos o, en caso de que no se indique ninguno, serán inferiores a 15 cm³/hora.
5. Ensayo a alta temperatura

Los componentes que contengan GNC no presentarán fugas superiores a 15 cm³/hora con la salida taponada cuando se sometan a una presión de gas, a la temperatura máxima de funcionamiento indicada en el anexo 5º, igual a la presión máxima de trabajo. El componente se acondicionará a esta temperatura durante 8 horas, como mínimo.

6. Ensayo a baja temperatura

Los componentes que contengan GNC no presentarán fugas superiores a 15 cm³/hora con la salida taponada cuando se sometan a una presión de gas, a la temperatura mínima de funcionamiento, igual a la presión máxima de trabajo declarada por el fabricante. El componente se acondicionará a esta temperatura durante 8 horas, como mínimo.

ANEXO 5C

ENSAYO DE FUGAS INTERNAS

1. Los ensayos siguientes se realizarán en muestras de válvulas o de la unidad de llenado que se hayan sometido previamente al ensayo de fugas externas del anexo 5B anterior.
2. El asiento de las válvulas, cuando estén cerradas, no presentará ninguna fuga a cualquier presión aerostática comprendida entre 0 y 1,5 veces la presión de trabajo (kPa).
3. Las válvulas de retención con asiento flexible (elástico), cuando estén cerradas, no presentarán ninguna fuga a cualquier presión aerostática comprendida entre 0 y 1,5 veces la presión de trabajo (kPa).
4. Las válvulas de retención con asiento metal/metal, cuando estén cerradas, no presentarán fugas superiores a 0,47 dm³/s cuando se sometan a una presión aerostática diferencial efectiva de 138 kPa.
5. El asiento de la válvula de retención superior utilizada en el conjunto de una unidad de llenado, cuando esté cerrada, no presentarán ninguna fuga a cualquier presión aerostática comprendida entre 0 y 1,5 veces la presión de trabajo (kPa).
6. Los ensayos de fugas internas se realizarán con la entrada de la válvula de muestra conectada a una fuente de presión aerostática, la válvula cerrada y la salida de la válvula abierta. En la tubería de alimentación de presión se instalará una válvula automática y un manómetro que tenga una escala de presiones no inferior a 1,5 veces ni superior a 2 veces la presión de ensayo. El manómetro se instalará entre la válvula automática y la muestra sometida a ensayo. Estando aplicada la presión de prueba, se observará la presencia de fugas con la salida abierta sumergida en agua, a menos que se indique otra cosa.
7. La conformidad con los apartados 2 y 5 se determinará conectando un trozo de tubo a la salida de la válvula. El extremo abierto de este tubo de salida se colocará dentro de una probeta graduada invertida calibrada en centímetros cúbicos. La probeta invertida estará cerrada mediante un cierre estanco al agua. El aparato se ajustará de la manera siguiente:
 - (1) El extremo del tubo de salida estará situado aproximadamente 13 mm por encima del nivel de agua dentro de la probeta graduada invertida.
 - (2) El agua dentro y fuera de la probeta graduada estará al mismo nivel. Hechos estos ajustes, se registrará el nivel de agua dentro de la probeta graduada. Con la válvula en la posición cerrada que se supone que es el resultado del funcionamiento normal, se aplicará aire o nitrógeno a la presión de prueba especificada a la entrada de la válvula durante un período de ensayo no inferior a 2 minutos. Durante este tiempo, se ajustará la posición de la probeta graduada, si es necesario, para mantener el mismo nivel de agua dentro y fuera de ella.

Al final del período de ensayo y con el agua dentro y fuera de la probeta graduada al mismo nivel, se registrará de nuevo el nivel del agua dentro de la probeta graduada. A partir del cambio de volumen dentro de la probeta graduada, se calculará el caudal de fugas utilizando la fórmula siguiente:

$$V_1 = V_t \cdot \frac{60}{t} \cdot \left(\frac{273}{T} \cdot \frac{P}{101,6} \right)$$

donde:

V_1 = caudal de fuga, centímetros cúbicos de aire o nitrógeno por hora.

V_t = aumento de volumen dentro de la botella graduada durante el ensayo.

t = duración del ensayo en minutos.

P = presión barométrica durante la prueba, en kPa.

T = temperatura ambiente durante la prueba, en K.

8. En lugar del método descrito anteriormente, podrán medirse las fugas con un caudalímetro instalado en el lado de entrada de la válvula sometida a ensayo. El caudalímetro podrá indicar con precisión, para el fluido de ensayo utilizado, los caudales máximos de fugas admisibles.

ANEXO 5D

ENSAYO DE COMPATIBILIDAD CON EL GNC

1. Las piezas sintéticas que estén en contacto con el GNC no presentarán un cambio de volumen o pérdida de peso excesivos.

Resistencia al n-pentano según ISO 1817 con las siguientes condiciones:

- i) Medio: n-pentano.
- ii) Temperatura: 23 °C (tolerancia según ISO 1817).
- iii) Periodo de inmersión: 72 horas.

2. Requisitos:

Cambio máximo en volumen: 20 %.

Después de almacenamiento al aire a una temperatura de 40 °C durante un período de 48 horas, la masa en comparación con el valor original no disminuirá más del 5 %.

ANEXO 5E

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA CORROSIÓN*Procedimientos de ensayo:*

1. Los componentes metálicos que contengan GNC cumplirán los ensayos de fugas mencionados en los anexos 5B y 5C después de haber sido sometidos al ensayo de rociado con sal de 144 horas según ISO 15500-2, con todas las conexiones cerradas.
2. Los componentes de cobre o latón que contengan GNC cumplirán los ensayos de fugas mencionados en los anexos 5B y 5C, después de haber estado sumergidos durante 24 horas en amoníaco, de acuerdo con ISO CD 15500-2 con todas las conexiones cerradas.

ANEXO 5F

RESISTENCIA AL CALOR SECO

1. El ensayo se efectuará según ISO 188. La probeta se expondrá al aire a una temperatura igual a la temperatura máxima de funcionamiento durante 168 horas.
2. El cambio admisible en resistencia a la tracción no será superior al + 25 %. El cambio admisible en alargamiento a la rotura no será superior a los siguientes valores:

Incremento máximo: 10 %.

Disminución máxima: 30 %.

ANEXO 5G

ENVEJECIMIENTO POR OZONO

1. El ensayo se realizará según ISO 1431/1.

La probeta, que se estirará hasta un alargamiento del 20 %, se expondrá a aire a 40 °C con una concentración de ozono de 50 partes por cien millones durante 72 horas.

2. No es admisible ningún agrietamiento de la probeta.

ANEXO 5H

ENSAYO DE CICLOS DE TEMPERATURA

Las piezas no metálicas que contengan GNC cumplirán los ensayos de fugas mencionados en los anexos 5B y 5C después de haber sido sometidas durante 96 horas a un ciclo de temperatura consistente en pasar de la temperatura mínima de funcionamiento a la temperatura máxima de funcionamiento, con una duración del ciclo de 120 minutos, a la presión máxima de trabajo.

ANEXO 5I

ENSAYO DE CICLOS DE PRESIÓN APLICABLE EXCLUSIVAMENTE A BOTELLAS (VÉASE EL ANEXO 3)

ANEXOS 5J Y 5K

NO ASIGNADOS

ANEXO 5L

ENSAYO DE DURABILIDAD (FUNCIONAMIENTO CONTINUO)

Método de ensayo

El componente se conectará a una fuente de aire o nitrógeno seco a presión mediante un accesorio adecuado y se someterá al número de ciclos especificado para dicho componente concreto. Un ciclo estará formado por una apertura y un cierre del componente en un período no inferior a 10 ± 2 s.

a) *Ciclos a temperatura ambiente*

El componente se hará funcionar el 96 % del número total de ciclos a temperatura ambiente y a la presión de servicio nominal. Durante el cierre, se dejará disminuir la presión de salida del dispositivo de ensayo hasta el 50 % de la presión de ensayo. Después de esto, los componentes cumplirán el ensayo de fugas del anexo 5B a temperatura ambiente. Se permite interrumpir esta parte del ensayo a intervalos del 20 % para realizar el ensayo de fugas.

b) *Ciclos a alta temperatura*

El componente se hará funcionar el 2 % de los ciclos totales a la temperatura máxima apropiada y a la presión de servicio nominal. Al terminar los ciclos a alta temperatura, el componente cumplirá el ensayo de fugas del anexo 5B a la temperatura máxima apropiada.

c) *Ciclos a baja temperatura*

El componente se hará funcionar el 2 % de los ciclos totales a la temperatura mínima apropiada y a la presión de servicio nominal. Al terminar los ciclos a baja temperatura, el componente cumplirá el ensayo de fugas del anexo 5B a la temperatura mínima apropiada.

Después de la repetición de los ensayos de ciclos y fugas, el componente se podrá abrir y cerrar por completo aplicando un par no superior al especificado en el cuadro 5.3 a la palanca del componente en el sentido de abrirlo por completo y luego en sentido opuesto.

Cuadro 5.3

Tamaño de la entrada del componente (mm)	Par máximo (Nm)
6	1,7
8 o 10	2,3
12	2,8

Este ensayo se realizará a la temperatura máxima especificada apropiada y se repetirá a una temperatura de -40 °C.

ANEXO 5M

ENSAYO DE ROTURA/DESTRUCTIVO APLICABLE SÓLO A BOTELLAS (VÉASE EL ANEXO 3)

ANEXO 5N

ENSAYO DE RESISTENCIA A LAS VIBRACIONES

Todos los componentes con piezas móviles no sufrirán daños, seguirán funcionando y cumplirán el ensayo de fugas del componente, después de ser sometidos a vibraciones durante 6 horas de acuerdo con el método de ensayo siguiente.

Método de ensayo

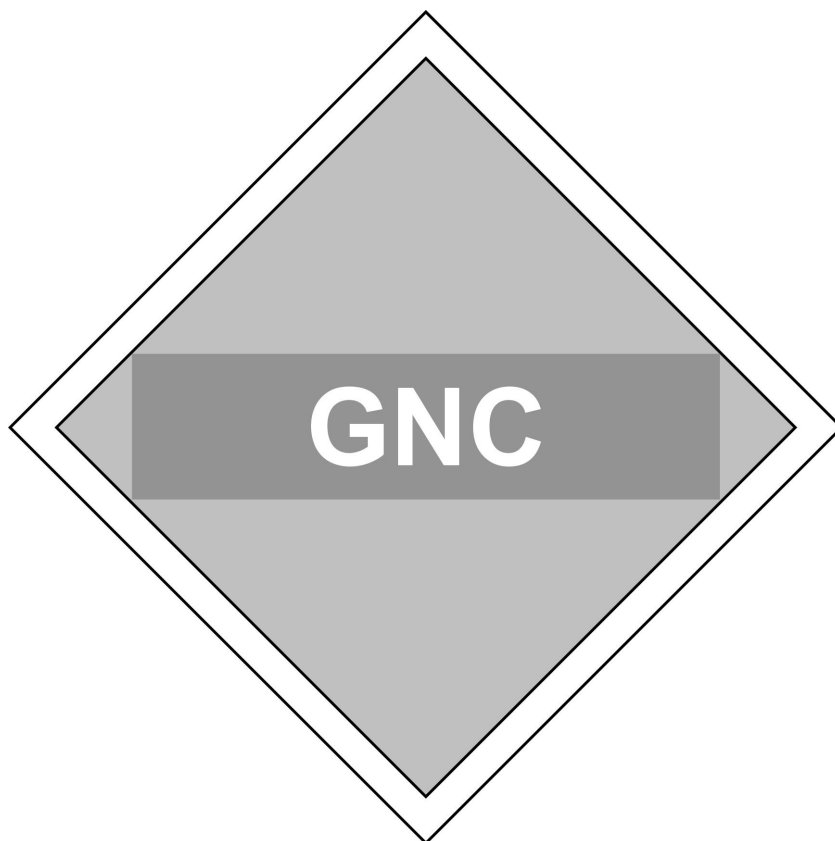
El componente se fijará a un aparato y se hará vibrar durante 2 horas a 17 Hz con una amplitud de 1,5 mm (0,06 pulgadas) en cada uno de los tres ejes de orientación. Después de las 6 horas de vibraciones, el componente cumplirá lo dispuesto en el apartado 5C.

ANEXO 5O

TEMPERATURAS DE FUNCIONAMIENTO

	Compartimento del motor	Montado en el motor	A bordo
Moderada	– 20 °C ÷ 105 °C	– 20 °C ÷ 120 °C	– 20 °C ÷ 85 °C
Fría	– 40 °C ÷ 105 °C	– 40 °C ÷ 120 °C	– 40 °C ÷ 85 °C

ANEXO 6

**DISPOSICIONES RELATIVAS A LA MARCA DE IDENTIFICACIÓN GNC PARA VEHÍCULOS
DE SERVICIO PÚBLICO**

El signo consiste en una etiqueta adhesiva que deberá ser resistente a la intemperie.

El color y las dimensiones de la etiqueta adhesiva cumplirán los siguientes requisitos:

Colores:

Fondo:	verde
Borde:	blanco o blanco reflectante
Letras:	blanco o blanco reflectante

Dimensiones

Ancho del borde:	4-6 mm
Altura de los caracteres:	≥ 25 mm
Grosor de los caracteres:	≥ 4 mm
Ancho de la etiqueta adhesiva:	110-150 mm
Altura de la etiqueta adhesiva:	80-110 mm

Las letras «GNC» deberán estar centradas respecto a la etiqueta.
