II

(Actos no legislativos)

# ACTOS ADOPTADOS POR ÓRGANOS CREADOS MEDIANTE ACUERDOS INTERNACIONALES

Solo 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/wp29fdocstts.html

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

- I. Componentes específicos de vehículos de motor que utilizan gas natural comprimido (GNC) y/o gas natural licuado (GNL) 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) y/o gas natural licuado (GNL) en sus sistemas de propulsión [2015/999]

Incluye todo texto válido hasta:

El suplemento 2 de la serie 01 de modificaciones. Fecha de entrada en vigor: 9 de octubre de 2014

#### ÍNDICE

#### REGLAMENTO

- 1. Ámbito de aplicación
- 2. Referencias
- 3. Clasificación de los componentes
- 4. Definiciones

PARTE I — Homologación de componentes específicos de vehículos de motor que utilizan gas natural comprimido (GNC) y/o gas natural licuado (GNL) en su sistema de propulsión

- 5. Solicitud de homologación
- 6. Marcas
- 7. Homologación
- 8. Prescripciones relativas a los componentes para GNC y/o GNL
- 9. Modificaciones de un tipo de componente para GNC y/o GNL y extensión de la homologación
- 10. (No asignado)
- 11. Conformidad de la producción
- 12. Sanciones por la falta de conformidad de la producción
- 13. (No asignado)
- 14. Cese definitivo de la producción
- 15. Nombres y direcciones de los servicios técnicos responsables de la realización de los ensayos de homologación y de las autoridades de homologación de tipo

PARTE II — Homologación de vehículos en relación con la instalación de componentes específicos de un tipo homologado para el uso de gas natural comprimido (GNC) y/o gas natural licuado (GNL) en sus sistemas de propulsión

- 16. Solicitud de homologación
- 17. Homologación
- 18. Requisitos para la instalación de componentes específicos para uso de gas natural comprimido y/o gas natural licuado en el sistema de propulsión de un vehículo
- 19. Conformidad de la producción
- 20. Sanciones por la falta de conformidad de la producción
- 21. Modificación y extensión de la homologación de un tipo de vehículo
- 22. Cese definitivo de la producción
- 23. Nombres y direcciones de los servicios técnicos responsables de la realización de los ensayos de homologación y de las autoridades de homologación de tipo
- 24. Disposiciones transitorias

#### ANEXOS

- 1A Características fundamentales de los componentes de GNC/GNL
- 1B Características esenciales del vehículo, motor y sistema relacionado con el GNC/GNL
- 2A Disposición de la marca de homologación de tipo de un componente para GNC/GNL
- 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/GNL de acuerdo con el Reglamento nº 110
- 2C Disposición de las marcas de homologación
- 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/GNL de acuerdo con el Reglamento nº 110
- 3 Almacenamiento a bordo de gas natural como combustible para vehículos automóviles
- 3A Botellas de gas Botella de alta presión para almacenamiento a bordo de gas natural comprimido (GNC) como combustible para vehículos automóviles
- 3B Depósitos de combustible líquido Vasijas aisladas por vacío para el almacenamiento a bordo de gas natural como combustible para vehículos automóviles
- 4A Disposiciones relativas a la homologación de la válvula automática para GNC, válvula de retención, válvula limitadora de presión, dispositivo limitador de presión (disparado por temperatura), válvula limitadora de caudal, válvula manual y dispositivo limitador de presión (disparado por presión)
- 4B Disposiciones relativas a la homologación de tubos flexibles o mangueras de combustible para GNC y mangueras para GNL
- 4C Disposiciones relativas a la homologación del filtro de GNC
- 4D Disposiciones relativas a la homologación del regulador de presión para GNC
- 4E Disposiciones relativas a la homologación de los sensores de presión y temperatura para GNC
- 4F Disposiciones relativas a la homologación de la unidad (receptáculo) de llenado para GNC
- 4G Disposiciones relativas a la homologación del regulador de caudal de gas y del mezclador de gas/aire, el inyector de gas o la rampa de inyección para GNC
- 4H Disposiciones relativas a la homologación de la unidad de control electrónico
- 4I Disposiciones relativas a la homologación del intercambiador térmico/vaporizador para GNL
- 4J Disposiciones relativas a la homologación del receptáculo de llenado para GNL

- 4K Disposiciones relativas a la homologación del regulador de presión para GNL
- 4L Disposiciones relativas a la homologación del sensor de presión y/o temperatura para GNL
- 4M Disposiciones relativas a la homologación del detector de gas natural
- 4N Disposiciones relativas a la homologación de la válvula automática, la válvula de retención, la válvula limitadora de presión, la válvula limitadora de caudal y la válvula manual para aplicaciones de GNL
- 40 Disposiciones relativas a la homologación de la bomba de combustible para GNL
- 5 Procedimientos de ensayo
- 5A Prueba de sobrepresión (prueba de resistencia)
- 5B Ensayo de fugas externas
- 5C Ensayo de fugas internas
- 5D Ensayo de compatibilidad con el GNC/GNL
- 5E Ensayo de resistencia a la corrosión
- 5F Resistencia al calor seco
- 5G Envejecimiento por ozono
- 5H Ensayo de ciclos de temperatura
- 5I Ensayo de ciclos de presión aplicable exclusivamente a botellas
- 5J y No asignados

5K —

- 5L Ensayo de durabilidad (funcionamiento continuo)
- 5M Ensayo de rotura/destructivo aplicable solo a botellas de GNC
- 5N Ensayo de resistencia a las vibraciones
- 5O Temperaturas de funcionamiento
- 5P GNL Ensayo de baja temperatura
- 5Q Compatibilidad con fluidos de intercambio de calor de piezas no metálicas
- 6 Disposiciones relativas a la marca de identificación GNC para vehículos de las categorías M., M., N., y N.,
- Disposiciones relativas a la marca de identificación GNL para vehículos de las categorías M., M., N., y N.,
- 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) y/o gas natural licuado (GNL) 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) y/o gas natural licuado (GNL) para su propulsión.

<sup>(</sup>¹) Con arreglo a la definición que figura en la Resolución consolidada sobre la construcción de vehículos (R.E.3), documento ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.3/punto 2. — www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29resolutions.html

#### 2. REFERENCIAS

Las normas siguientes contienen disposiciones que, al citarse en este texto, constituirán disposiciones del presente Reglamento.

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.
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 $J_{\rm IC}$ 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 $K_{\rm IC}$ , 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 EN (3)	
EN 13322-2 2003	Botellas para gas transportables. Botellas recargables para gas de acero soldado. Diseño y construcción. Parte 2: acero inoxidable.
EN ISO 5817 2003	Uniones soldadas por fusión de acero. Niveles de calidad para las imperfecciones.
EN 1251-2 2000	Recipientes criogénicos. Recipientes portátiles aislados al vacío, de un volumen no superior a 1 000 litros.

<sup>(</sup>¹) American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana de Pruebas y Materiales). (²) British Standards Institution (Instituto de Normalización Británico). (³) Norma Europea.

EN 895:1995	Ensayos destructivos de uniones soldadas en materiales metálicos. Ensayo de tracción transversal.
EN 910:1996	Métodos de ensayos destructivos en soldaduras de materiales metálicos. Ensayos de doblado.
EN 1435:1997	Ensayo no destructivo de soldaduras. Ensayo radiográfico de uniones soldadas.
EN 6892-1:2009	Materiales metálicos. Ensayo de tracción
EN 10045-1:1990	Materiales metálicos. Ensayo de flexión por choque con probeta Charpy. Método de ensayo (entallas en V y en U).
Normas ISO (¹)	
ISO 37	Caucho, vulcanizados o termoplásticos. Determinación de las propiedades de esfuerzo-deformación en tracción.
ISO 148-1983	Acero. Ensayo de impacto Charpy (entalla en V).
ISO 188	Elastómeros, vulcanizados o termoplásticos. Envejecimiento acelerado y ensayos de resistencia al calor.
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	Ensayo de templabilidad por templado final (ensayo Jominy).
ISO 12991	Gas natural licuado (GNL). Depósitos transportables para utilización a bordo de vehículos.
ISO 1307	Mangueras de elastómeros y plásticos. Dimensiones de manguera, diámetros interiores máximos y mínimos y tolerancias de la longitud de corte.
ISO 1402	Mangueras a base de elastómeros y plásticos y sus conjuntos con accesorios de unión. Ensayos hidrostáticos.
ISO 1431	Caucho vulcanizado o termoplástico. Resistencia al agrietamiento por ozono.
ISO 1436	Mangueras de caucho y sus conjuntos. Tipos hidráulicos, reforzados con alambre trenzado, para fluidos basados en aceite o en agua. Especificaciones.
ISO 1817	Caucho, vulcanizados o termoplásticos. Determinación del efecto de los líquidos.
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 4080	Mangueras a base de elastómeros y plásticos y sus conjuntos con accesorios de unión. Determinación de la permeabilidad al gas.
ISO 4624-78	Pinturas y barnices. Prueba de adherencia por tracción.
ISO 4672	Mangueras de elastómeros y plásticos. Ensayos de flexibilidad a temperatura inferior a la ambiente.

<sup>(</sup>¹) Organización Internacional de Normalización.

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/desarrollo, la producción, la instalación y el servicio postventa.
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 12991	Gas natural licuado (GNL). Depósitos transportables para utilización a bordo de vehículos.
ISO 14469-1:2004	Vehículos de carretera. Toma de reaprovisionamiento de gas natural comprimido. Parte I: toma para 20 MPa (200 bar).
ISO 14469-2:2007	Vehículos de carretera. Toma de reaprovisionamiento de gas natural comprimido. Parte II: toma para 20 MPa (200 bar).
ISO 15500	Vehículos de carretera. Componentes de los sistemas de combustible de gas natural comprimido (GNC).
ISO 21028-1:2004	Recipientes criogénicos. Requisitos de tenacidad para materiales a temperatura criogénica. Parte I: temperaturas inferiores a – 80 °C.
ISO 21029-1:2004	Recipientes criogénicos. Recipientes portátiles aislados al vacío, de un volumen no superior a 1 000 litros. Parte I: diseño, fabricación, inspección y ensayos.
ISO/CEI 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 I: botellas de acero templado con resistencia a la tracción < 1 100 MPa.
ISO 11439	Botellas de gas. Botellas a alta presión para el almacenamiento a bordo de gas natural utilizado como combustible para vehículos automóviles.
Norma NACE (¹)	
NACE TM0177-90	Ensayos de laboratorio de metales para determinar la resistencia al agrietamiento por la acción de sulfuros en ambientes con $\rm H_2S$ .

<sup>(1)</sup> National Association of Corrosion Engineers.

Reglamentos CEPE (1)

Reglamento nº 10 Prescripciones uniformes relativas a la homologación de los vehículos en lo que

concierne a su compatibilidad electromagnética.

Reglamentos federales de los EE. UU. (2)

49 CFR 393.67 Depósitos para combustibles líquidos.

Normas SAE (3)

SAE J2343-2008 Prácticas recomendadas para los vehículos de motor de media y de gran poten-

cia de GNL.

#### 3. CLASIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES

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.
- Clase 5 Piezas en contacto con un rango de temperaturas que se extiende por debajo de 40 °C.

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.

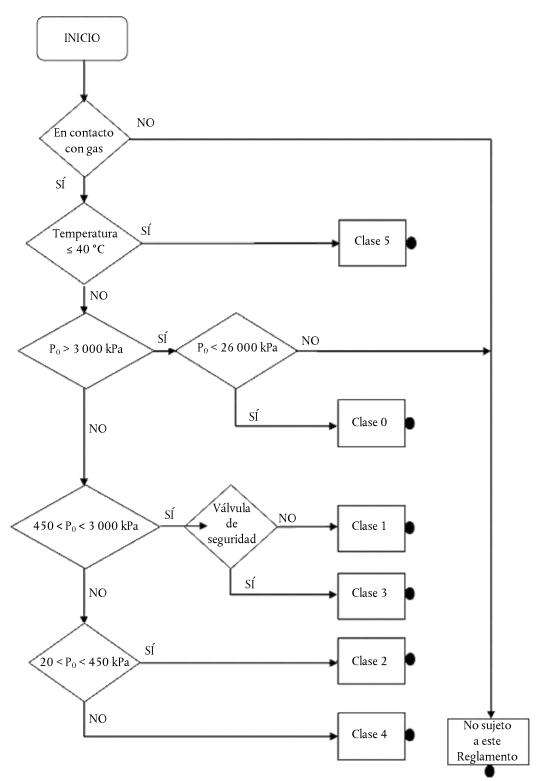
Los componentes de GNC y/o GNL para uso en vehículos se clasificarán en relación con la presión de trabajo, la temperatura y su función, de acuerdo con la figura 1-1.

<sup>(</sup>¹) Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas.

<sup>(2)</sup> Reglamentos federales de los Estados Unidos de América.

<sup>(3)</sup> Society of Automotive Engineers.

 ${\it Figura~1-1}$  Diagrama de flujo para clasificación de componentes de GNC y/o GNL



Ensayos aplicables a clases específicas de componentes (excluidas las botellas de GNC y los depósitos de GNL)

Ensayo	Clase 0	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Clase 5	Anexo
Sobrepresión o resistencia	X	X	X	X	0	X	5A
Fugas externas	X	X	X	X	О	X	5B
Fugas internas	A	A	A	A	О	A	5C
Ensayos de durabilidad	A	A	A	A	О	A	5L
Compatibilidad con el GNC/GNL	A	A	A	A	A	A	5D
Resistencia a la corrosión	X	X	X	X	X	A	5E
Resistencia al calor seco	A	A	A	A	A	A	5F
Envejecimiento por ozono	A	A	A	A	A	A	5G
Ensayos de rotura/des- tructivos	X	0	0	0	0	A	5M
Ciclos de temperatura	A	A	A	A	О	A	5H
Ciclo de presión	X	0	0	0	О	A	5I
Resistencia a las vibraciones	A	A	A	A	0	A	5N
Temperaturas de funcio- namiento	X	X	X	X	X	X	50
GNL a baja temperatura	О	О	О	0	О	X	5P

X = Aplicable

#### 4. DEFINICIONES

- 4.1. «Presión» significa presión relativa respecto a la atmosférica, a menos que se indique otra cosa.
- 4.2. «Presión de servicio» o «presión de funcionamiento» significa la presión estabilizada a una temperatura uniforme del gas de 15 °C. La presión de servicio para el GNL significa la presión estabilizada prevista del depósito en uso, declarada por el fabricante.
- 4.3. «Presión de ensayo» significa la presión a la cual se somete el componente durante los ensayos de homologación. En el caso de un depósito de GNL, significa la presión en modo económico o la presión de saturación normal del GNL requerida por el motor. En el caso de una botella de GNC, es la presión a la cual se realiza el ensayo hidrostático de la botella.
- 4.4. «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. En el caso de una botella de GNC, se trata de la presión estabilizada de 20 MPa a una temperatura uniforme de 15 °C. En el caso de un depósito de GNL, se trata de la presión correspondiente al valor establecido para la válvula limitadora de presión primaria del depósito de GNL.
- 4.5. «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.

O = No aplicable

A = Según proceda

- 4.6. «Componente específico» significa:
  - a) recipiente (botella o depósito);
  - b) accesorios incorporados al recipiente;
  - 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 o receptáculo de llenado;
  - k) válvula antirretorno o válvula de retención;
  - l) válvula limitadora de presión (válvula de descarga) primaria y secundaria;
  - 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) accesorios;
  - u) tubo flexible de ventilación;
  - v) dispositivo limitador de presión (DLP) (disparado por presión);
  - w) rampa de inyección;
  - x) intercambiador de calor/vaporizador;
  - y) detector de gas natural;
  - z) bomba de combustible (para GNL).
- 4.7. «Componente multifuncional» designa cualquiera de los componentes específicos antes mencionados combinados o instalados conjuntamente como un componente.
- 4.8. «Homologación de un vehículo» significa la homologación de un tipo de vehículo de las categorías M y N en relación con su sistema GNC y/o GNL como equipamiento original para utilizarlo en su sistema de propulsión.
- 4.9. «Tipo de vehículo» designa aquellos vehículos dotados de componentes específicos para el uso de GNC y/o GNL en su sistema de propulsión que no difieran respecto a las siguientes condiciones:
- 4.9.1. el fabricante;
- 4.9.2. la designación del tipo establecida por el fabricante;
- 4.9.3. los aspectos esenciales de la construcción y diseño:
- 4.9.3.1. el bastidor/suelo (diferencias obvias y fundamentales);
- 4.9.3.2. la instalación del equipo de GNC y/o GNL (diferencias evidentes y fundamentales).

- 4.10. «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.
- 4.11. «Sistema de GNL» significa un conjunto de componentes (uno o varios depósitos, válvulas, tubos flexibles de combustible, etc.) y piezas de conexión (tubos de combustible, accesorios de tubos, etc.) montados en vehículos de motor que utilizan GNL en sus sistemas de propulsión y los componentes relacionados hasta el vaporizador inclusive. Otros elementos situados después del vaporizador se considerarán componentes del sistema de GNC.
- 4.12. «Recipiente» (o botella) significa cualquier sistema de almacenamiento utilizado para el gas natural comprimido.
- 4.13. «Tipo de recipiente» designa recipientes que no difieren en cuanto a dimensiones y características de los materiales de lo especificado en el anexo 3A.
- 4.13.1. 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).
- 4.14. «Depósito» (o vasija) significa cualquier sistema de almacenamiento utilizado para el gas natural licuado.
- 4.15. «Tipo de depósito» designa depósitos que no difieren en cuanto a dimensiones y características de los materiales de lo especificado en el anexo 3B.
- 4.16. «Accesorios montados en el recipiente o depósito» designa los siguientes componentes (aunque sin limitarse a ellos), separados o en combinación, cuando se montan en el recipiente o depósito.
- 4.16.1. «Válvula manual» significa una válvula que es accionada manualmente.
- 4.16.2. «Sensor/indicador de presión» significa un dispositivo a presión que indica la presión del gas o líquido.
- 4.16.3. «Válvula limitadora de caudal» designa una válvula que cierra o limita automáticamente el caudal de gas cuando este supera un valor de diseño especificado.
- 4.16.4. «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.
- 4.17. «Válvula» significa un dispositivo mediante el cual se puede controlar el flujo de un fluido.
- 4.18. «Válvula automática» significa una válvula que no es accionada manualmente.
- 4.19. «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 denomina válvula de servicio por control remoto.
- 4.20. «Válvula antirretorno o válvula de retención» significa una válvula automática que permite el paso de gas/fluido solo en una dirección.
- 4.21. «Válvula limitadora de caudal» (dispositivo limitador de caudal) significa una válvula que cierra o limita automáticamente el caudal de gas o líquido cuando este supera un valor de diseño especificado.
- 4.22. «Válvula manual» significa a válvula manual rígidamente unida a la botella o el depósito.
- 4.23. «Válvula limitadora de presión (válvula de descarga)» significa un dispositivo que impide que se supere una presión predeterminada en el circuito anterior.
- 4.24. «Válvula de servicio» significa una válvula de aislamiento que se cierra para el mantenimiento del vehículo.
- 4.25. «Filtro» significa un tamiz protector que elimina residuos extraños de la corriente de gas o de líquido.
- 4.26. «Accesorio» significa un conector utilizado en un sistema de tubos rígidos o flexibles.
- 4.27. «Bomba de GNL» designa un dispositivo que suministra GNL al motor aumentando la presión del fluido (líquido o vapor).

- 4.28. «Tubos flexibles de combustible» significa una serie de tubos o mangueras flexibles a través de las cuales pasa gas natural.
- 4.29. «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.
- 4.30. «Dispositivo de alimentación de gas» significa un dispositivo para introducir combustible gaseoso en el colector de admisión del motor (carburador o inyector).
- 4.31. «Mezclador gas/aire» significa un dispositivo para efectuar la mezcla del combustible gaseoso y el aire de admisión destinada al motor.
- 4.32. «Inyector de gas» significa un dispositivo para introducir combustible en el motor o en el sistema de admisión asociado.
- 4.33. «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.
- 4.34. «Regulador de presión» significa un dispositivo utilizado para controlar la presión de GNC o GNL.
- 4.35. «Dispositivo limitador de presión (DLP) (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.
- 4.36. «Dispositivo limitador de presión (DLP) (disparado por presión)» (a veces se hace referencia a este dispositivo como «disco de ruptura») significa un dispositivo de un solo uso disparado por una presión excesiva que impide que se supere una presión predeterminada en el circuito anterior.
- 4.37. «Unidad o receptáculo de llenado» significa un dispositivo montado en el vehículo que se utiliza para llenar el recipiente o el depósito en la estación de servicio.
- 4.38. «Unidad de control electrónico (GNC/GNL)» 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.
- 4.39. «Tipo de componentes», como se ha señalado en los puntos 4.17 a 4.38, significa componentes que no difieren en aspectos esenciales como los materiales, las presiones de trabajo o las temperaturas de funcionamiento.
- 4.40. «Tipo de unidad de control electrónico», como se ha mencionado en el punto 4.38, significa componentes que no difieren en aspectos esenciales, como los principios básicos del software, salvo pequeños cambios.
- 4.41. «Intercambiador de calor/vaporizador» significa un dispositivo utilizado para cambiar el estado del GNL en GNC.
- 4.42. «Gas natural licuado (GNL)», también denominado «gas natural líquido», designa un líquido criogénico que es producido reduciendo la temperatura del gas natural a alrededor de 161,7 °C a la presión atmosférica y que se almacena para ser utilizado como combustible para vehículos.
- 4.43. «Gas natural comprimido (GNC)» designa el gas natural que ha sido comprimido y almacenado para ser utilizado como combustible para vehículos.
- 4.44. «Gas de evaporación» designa el gas creado por la evaporación del GNL debido a la influencia del calor ambiental.
- 4.45. «Salida de gases» designa la salida de los vapores del recipiente/depósito de almacenamiento.
- 4.46. «Sistema de salida de gases» designa el sistema que controla la salida del gas natural del sistema de almacenamiento del GNL.
- 4.47. «Autozunchado» se refiere al 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.
- 4.48. «Presión de pretensado» designa la presión dentro de la botella con recubrimiento a la que se establece la distribución de esfuerzos necesaria entre la camisa y el recubrimiento.
- 4.49. «Lote-botellas de material compuesto» designa un «lote», es decir, un grupo de botellas fabricadas sucesivamente a partir de camisas cualificadas y que tengan el mismo tamaño, diseño, materiales de construcción especificados y proceso de fabricación.
- 4.50. «Lote-botellas metálicas y camisas» designa un «lote», es decir, 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.

- 4.51. «Lote-camisas no metálicas» designa un «lote», es decir, 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.
- 4.52. «Límites de los lotes» se refiere a que 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.
- 4.53. «Botella compuesta» se refiere a 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.
- 4.54. «Arrollamiento con tensión controlada» designa el 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.
- 4.55. «Presión de llenado» significa la presión del gas en la botella inmediatamente después de terminar el llenado.
- 4.56. «Botellas terminadas» significa 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.
- 4.57. «Envolvente completa» designa una envolvente exterior con un refuerzo arrollado de filamento tanto en la dirección circunferencial como en la dirección axial de la botella.
- 4.58. «Temperatura del gas» significa la temperatura del gas en una botella.
- 4.59. «Envolvente de anillos» significa una envolvente 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 de la botella.
- 4.60. «Camisa» designa un recipiente que se utiliza como envolvente 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.
- 4.61. «Fabricante» significa la persona u organización responsable del diseño, fabricación y ensayo de los componentes específicos para GNC o GNL.
- 4.62. «Presión máxima desarrollada» significa la presión estabilizada cuando el gas de una botella llenada a la presión de trabajo se calienta hasta alcanzar la temperatura máxima de servicio.
- 4.63. «Envolvente exterior» significa el sistema de refuerzo de filamento y resina aplicado sobre la camisa.
- 4.64. «Pretensado» significa el proceso de aplicar autozunchado o arrollamiento con tensión controlada.
- 4.65. «Vida útil» significa el tiempo en años durante el cual las botellas se pueden usar con seguridad de acuerdo con las condiciones de servicio estándar.
- 4.66. «Presión estabilizada» significa la presión del gas cuando se alcanza una temperatura estable dada.
- 4.67. «Temperatura estabilizada» significa la temperatura uniforme del gas después de haberse disipado cualquier cambio de temperatura causado por el llenado.
- 4.68. «Captura del GNL» significa el mantenimiento de GNL en un recipiente de volumen constante.
- 4.69. «Temperatura criogénica» significa, a efectos del presente Reglamento, temperaturas inferiores a 40 °C.
- 4.70. «Vasija interior o depósito interior» significa la parte del depósito de combustible que contiene GNL.
- 4.71. «Vasija exterior o camisa exterior» es la parte del depósito de combustible que engloba a la vasija interior o los depósitos interiores y a su sistema de aislamiento.

- 4.72. «Rampa de inyección» es la tubería o conducción que conecta los dispositivos de inyección de combustible.
- 4.73. «Boquilla para GNL» es un dispositivo que permite una conexión y desconexión rápidas de la manguera de alimentación de combustible al receptáculo de GNL de forma segura.
- 4.74. «Receptáculo de llenado para GNL» es un dispositivo conectado a un vehículo o sistema de almacenamiento que recibe la boquilla de alimentación de GNL y permite la transferencia segura de combustible. El receptáculo consta, como mínimo, de un recipiente y de una válvula de retención instalada dentro de este.
- 4.75. «Fase de parada ordenada» es el período de tiempo durante el cual el motor de combustión se apaga automáticamente para ahorrar combustible y se le permite ponerse en marcha de nuevo automáticamente.

#### PARTE I

## Homologación de componentes específicos de vehículos de motor que utilizan gas natural comprimido (GNC) y/o gas natural licuado (GNL) en su sistema de propulsión

- 5. SOLICITUD DE HOMOLOGACIÓN
- 5.1. 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.
- 5.2. Deberán adjuntarse los documentos que se señalan más adelante por triplicado y se harán constar, asimismo, los datos siguientes:
- 5.2.1. descripción del vehículo con todos los datos pertinentes a los que se hace referencia en el anexo 1A del presente Reglamento;
- 5.2.2. una descripción detallada del tipo de componente específico o de componente multifuncional;
- 5.2.3. un plano del componente específico o del componente multifuncional suficientemente detallado y a una escala adecuada;
- 5.2.4. verificación del cumplimiento de las especificaciones establecidas en el punto 8 del presente Reglamento.
- 5.3. A petición del servicio técnico responsable de realizar las pruebas de homologación, se facilitarán muestras del componente específico o de los componentes multifuncionales. En caso de que se soliciten, se proporcionarán muestras suplementarias (máximo 3).
- 5.3.1. Durante la preproducción de recipientes, [n] (¹) recipientes de cada 50 productos (lote de calificación) se someterán a las pruebas no destructivas del anexo 3A. En el caso de los depósitos para GNL, véase el anexo 3B.
- 6. MARCAS
- 6.1. Las muestras de componentes específicos o multifuncionales 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, «L» para GNL, 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.
- 6.1.1. Además de lo dispuesto en el punto 6.1, se utilizará una de las marcas adicionales para la válvula automática de botella que cumpla lo dispuesto en el punto 2.2.4 del anexo 4A:
  - a) «H1»;
  - b) «H2»;
  - c) «H3».
- 6.2. 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 punto 5.2.3 anterior.
- 6.3. 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;

<sup>(1) [</sup>n] representa el tamaño de la muestra y será determinado por la autoridad de homologación de tipo.

- c) la marca «GNC»;
- d) la presión de funcionamiento/la presión de ensayo [MPa];
- e) la masa (kg);
- f) el año y el mes de homologación (por ejemplo, 96/01);
- g) la marca de homologación conforme al punto 7.4.
- 6.4. Todos los depósitos tendrán también un espacio para marcas con los datos siguientes claramente legibles e indelebles:
  - a) el número de serie;
  - b) la capacidad bruta en litros;
  - c) la marca «GNL»;
  - d) la presión de servicio/la presión de funcionamiento [MPa];
  - e) la masa (kg);
  - f) el fabricante;
  - g) el año y el mes de homologación (por ejemplo, 96/01);
  - h) la marca «BOMBA DENTRO, presión producida por la bomba \*\*\* MPa» si la bomba para el combustible GNL está instalada en el depósito; siendo \*\*\* el valor de la presión producida por la bomba;
  - i) la marca de homologación conforme al punto 7.4.

#### HOMOLOGACIÓN

7.1. Si las muestras del componente para GNC presentadas para su homologación cumplen los requisitos de los puntos 8.1 a 8.11 del presente Reglamento, se concederá la homologación del tipo de componente.

Si las muestras del componente para GNL presentadas para su homologación cumplen los requisitos de los puntos 8.12 a 8.21 del presente Reglamento, se concederá la homologación del tipo de componente.

- 7.2. Se asignará un número de homologación a cada tipo de componente o componente multifuncional homologado. Los dos primeros dígitos de dicho número (en la actualidad, 01 corresponde a la serie 01 de modificaciones) indicarán la serie de modificaciones que incorpore las modificaciones importantes más recientes del Reglamento en el momento de expedirse la homologación. La misma Parte contratante no podrá asignar este mismo código alfanumérico a ningún otro tipo de componente.
- 7.3. La notificación de la homologación o del rechazo o de la prórroga de la homologación de un componente para GNC o GNL 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.
- 7.4. Se fijará de forma bien visible y en el espacio al que se hace referencia en el punto 6.2, a todos los componentes conformes con un tipo homologado de acuerdo con el presente Reglamento, además de la marca prevista en los puntos 6.1, 6.3 (GNC) y 6.4 (GNL), una marca de homologación internacional consistente en:
- 7.4.1. la letra «E» dentro de un círculo seguido del número de identificación del país que ha concedido la homologación (¹);
- 7.4.2. el número del presente Reglamento, seguido de la letra «R», un guión y el número de homologación a la derecha del círculo prescrito en el punto 7.4.1. Este número de homologación constará del número de homologación de tipo de componente que aparezca en el certificado cumplimentado para este tipo (véanse el punto 7.2 y el anexo 2B), precedido de dos cifras indicativas de la última serie de modificaciones del presente Reglamento.
- 7.5. La marca de homologación será claramente legible e indeleble.
- 7.6. El anexo 2A del presente Reglamento contiene ejemplos de la disposición de la marca de homologación anteriormente mencionada.

<sup>(</sup>¹) Los números distintivos de las partes contratantes del Acuerdo de 1958 se reproducen en el anexo 3 de la Resolución consolidada sobre la fabricación de vehículos (R.E.3), documento ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.3, anexo 3 — www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29resolutions.html

- 8. PRESCRIPCIONES RELATIVAS A LOS COMPONENTES PARA GNC Y/O GNL
- 8.1. Disposiciones generales
- 8.1.1. Los componentes específicos de vehículos que utilicen GNC y/o GNL 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/GNL serán compatibles con los mismos (véase el anexo 5D).

Las partes de componentes cuyo funcionamiento correcto y seguro pueda ser influenciado por el GNC/GNL, alta presión o vibraciones tendrán que someterse a los procedimientos de prueba pertinentes descritos en los anexos del presente Reglamento. En particular, deberán cumplirse las disposiciones de los puntos 8.2 a 8.11 en el caso de los componentes para GNC. En cuanto a los componentes para GNL, deberán cumplirse las disposiciones de los puntos 8.12 a 8.21.

Los componentes específicos de los vehículos que utilizan GNC/GNL en sus sistemas de propulsión cumplirán los requisitos pertinentes sobre compatibilidad electromagnética (EMC) con arreglo al Reglamento nº 10, serie 03 de modificaciones, o equivalente.

- 8.2. Disposiciones relativas a los recipientes de GNC
- 8.2.1. Los recipientes de GNC serán de un tipo homologado de acuerdo con las disposiciones establecidas en el anexo 3A del presente Reglamento.
- 8.3. Disposiciones relativas a componentes montados en un recipiente de GNC
- 8.3.1. Como mínimo, el recipiente de GNC estará equipado con los siguientes componentes, que podrán estar separados o combinados:
- 8.3.1.1. válvula manual;
- 8.3.1.2. válvula automática de botella;
- 8.3.1.3. dispositivo limitador de presión;
- 8.3.1.4. dispositivo limitador de caudal.
- 8.3.2. El recipiente de GNC podrá estar equipado con un compartimento estanco al gas, si es necesario.
- 8.3.3. Los componentes mencionados en los puntos 8.3.1 a 8.3.2 anteriores serán de un tipo homologado de acuerdo con las disposiciones establecidas en el anexo 4 del presente Reglamento.
- 8.4.-8.11. Disposiciones relativas a otros componentes para GNC

Los componentes indicados serán de un tipo homologado de acuerdo con las disposiciones establecidas en los anexos indicados en el cuadro siguiente:

Punto	Componente	Anexo
8.4	Válvula automática Válvula de retención Válvula limitadora de presión Dispositivo limitador de presión (disparado por temperatura) Válvula limitadora de caudal Dispositivo limitador de presión (disparado por presión)	4A
8.5	Tubo flexible o manguera de combustible	4B
8.6	Filtro de GNC	4C

Punto	Componente	Anexo
8.7	Regulador de presión	4D
8.8	Sensores de presión y temperatura	4E
8.9	Unidad o receptáculo de llenado	4F
8.10	Regulador de caudal de gas y mezclador de gas/aire, inyector o rampa de in- yección	4G
8.11	Unidad de control electrónico	4H

- 8.12. Disposiciones relativas a los depósitos de GNL
- 8.12.1. Los depósitos de GNL serán de un tipo homologado de acuerdo con las disposiciones establecidas en el anexo 3B del presente Reglamento.
- 8.12.2. Se dispondrá de un sistema para evitar que el depósito de combustible se llene en exceso.
- 8.13. Disposiciones relativas a componentes montados en un depósito de GNL
- 8.13.1. El depósito de GNL estará equipado con los componentes siguientes, como mínimo, que podrán estar combinados o por separado (se prestará atención especial a evitar la captura del GNL):
- 8.13.1.1. válvula limitadora de presión;
- 8.13.1.2. válvula manual;
- 8.13.1.3. válvula automática;
- 8.13.1.4. dispositivo limitador de caudal.
- 8.13.2. El depósito podrá estar equipado con un compartimento estanco al gas, si es necesario.
- 8.13.3. Los componentes mencionados en los puntos 8.13.1.1 a 8.13.1.4 anteriores serán de un tipo homologado de acuerdo con las disposiciones establecidas en el anexo 4 del presente Reglamento.
- 8.14.-8.22. Disposiciones relativas a otros componentes para GNL

Los componentes indicados serán de un tipo homologado de acuerdo con las disposiciones establecidas en los anexos indicados en el cuadro siguiente:

Punto	Componente	Anexo
8.15	Intercambiador térmico — vaporizador para GNL	4I
8.16	Receptáculo de llenado para GNL	4J
8.17	Regulador para el control de la presión	4K
8.18	Sensor/indicador de presión y/o temperatura para GNL	4L
8.19	Detector de gas natural	4M
8.20	Válvula automática, válvula de retención, válvula limitadora de presión, válvula limitadora de caudal y válvula manual	4N
8.21	Bomba de combustible	40
8.22	Unidad de control electrónico	4H

- 9. MODIFICACIONES DE UN TIPO DE COMPONENTE PARA GNC Y/O GNL Y EXTENSIÓN DE LA HOMOLOGACIÓN
- 9.1. Toda modificación de un tipo de componente para GNC y/o GNL se notificará a la autoridad de homologación de tipo que haya concedido la homologación de tipo. La autoridad de homologación de tipo podrá entonces:
- 9.1.1. considerar que las modificaciones no tendrán probablemente efectos adversos apreciables y que el componente seguirá cumpliendo los requisitos, o bien
- 9.1.2. establecer si deben repetirse los ensayos total o parcialmente.
- 9.2. La confirmación o denegación de la homologación se comunicará, mediante el procedimiento indicado en el punto 7.3, a las Partes en el Acuerdo que aplique el presente Reglamento, especificándose las modificaciones.
- 9.3. La autoridad de homologación de tipo que otorgue la extensión de la homologación asignará un número de serie a cada formulario de comunicación emitido para dicha extensión.
- 10. (NO ASIGNADO)
- 11. CONFORMIDAD DE LA PRODUCCIÓN

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

11.1. Todos los recipientes de GNC se probarán a una presión mínima de 1,5 veces la presión de trabajo, de conformidad con las prescripciones del anexo 3A del presente Reglamento.

Todos los recipientes de GNL se probarán a una presión mínima de 1,3 veces (la presión de trabajo más 0,1 MPa) de conformidad con las prescripciones del anexo 3B del presente Reglamento.

- 11.2. En el caso de los recipientes de GNC, la prueba de rotura bajo presión hidráulica de acuerdo con el punto A.12 del apéndice A del anexo 3A se realizará para cada lote, formado como máximo por 200 recipientes fabricados a partir del mismo lote de materia prima.
- 11.3. Todos los conjuntos de tubos flexibles de combustible utilizados a presión alta y media (clases 0, 1 y 5) de acuerdo con la clasificación del punto 3 del presente Reglamento se probarán al doble de la presión de trabajo.
- 12. SANCIONES POR LA FALTA DE CONFORMIDAD DE LA PRODUCCIÓN
- 12.1. La homologación relativa a un tipo de componentes de conformidad con el presente Reglamento podrá ser retirada si no se cumplen los requisitos establecidos en el punto 11 anterior.
- 12.2. 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.
- 13. (NO ASIGNADO)
- 14. CESE DEFINITIVO DE LA PRODUCCIÓN

Si el titular de una homologación cesa por completo de fabricar un tipo de componente homologado con arreglo al presente Reglamento, informará de ello a la autoridad de homologación de tipo que concedió la homologación. A la recepción de la comunicación pertinente, dicha autoridad informará de este hecho a las demás Partes del Acuerdo que aplique el presente Reglamento por medio de un formulario de comunicación conforme al modelo del anexo 2B del presente Reglamento.

15. NOMBRES Y DIRECCIONES DE LOS SERVICIOS TÉCNICOS RESPONSABLES DE LA REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS DE HOMOLOGACIÓN Y DE LAS AUTORIDADES DE HOMOLOGACIÓN DE TIPO

Las Partes del Acuerdo que aplique el presente Reglamento comunicarán a la Secretaría de las Naciones Unidas los nombres y las direcciones de los servicios técnicos responsables de la realización de los ensayos de homologación y de las autoridades de homologación de tipo que concedan la homologación y a los cuales deberán enviarse los certificados de concesión, extensión, denegación o retirada de la homologación expedidos en otros países.

#### PARTE II

# Homologación de vehículos en relación con la instalación de componentes específicos de un tipo homologado para el uso de gas natural comprimido (GNC) y/o gas natural licuado (GNL) en sus sistemas de propulsión

- 16. SOLICITUD DE HOMOLOGACIÓN
- 16.1. La solicitud de homologación de un tipo de vehículo con respecto a la instalación de componentes específicos para el uso de gas natural comprimido (GNC) o gas natural licuado (GNL) en su sistema de propulsión será presentada por el fabricante del vehículo o por un representante del mismo debidamente acreditado.
- 16.2. 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.
- 16.3. Se presentará al servicio técnico encargado de la realización de los ensayos de homologación un vehículo representativo del tipo cuya homologación se solicita.
- 17. HOMOLOGACIÓN
- 17.1. Si el vehículo presentado para su homologación de acuerdo con el presente Reglamento está equipado con todos los componentes específicos necesarios para el uso de GNC y/o GNL en su sistema de propulsión y satisface los requisitos del punto 18 siguiente, se concederá la homologación de ese tipo de vehículo.
- 17.2. 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.
- 17.3. La notificación de la homologación o del rechazo o de la prórroga de la homologación de un vehículo de GNC y/o GNL 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 2D del mismo.
- 17.4. 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 punto 17.3 anterior y a todos los tipos de vehículos homologados de acuerdo con el presente Reglamento, una marca internacional de homologación consistente en:
- 17.4.1. un círculo en torno a la letra «E» seguida del número distintivo del país que ha concedido la homologación (¹);
- 17.4.2. el número del presente Reglamento, seguido de la letra «R», un guión y el número de homologación a la derecha del círculo prescrito en el punto 17.4.1.
- 17.5. Si el vehículo corresponde a un vehículo homologado conforme a uno o más de los demás Reglamentos anexos al Tratado en el país que haya concedido la homologación conforme al presente Reglamento, no será necesario repetir el símbolo previsto en el punto 17.4.1; en tal caso, se colocarán en columnas verticales a la derecha del símbolo previsto en el punto 17.4.1 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.
- 17.6. La marca de homologación será claramente legible e indeleble.
- 17.7. La marca de homologación se colocará cerca de la placa de identificación del vehículo o en la misma.
- 17.8. El anexo 2C del presente Reglamento contiene ejemplos de la disposición de la marca de homologación anteriormente mencionada.
- 18. REQUISITOS PARA LA INSTALACIÓN DE COMPONENTES ESPECÍFICOS PARA USO DE GAS NATURAL COMPRIMIDO Y/O GAS NATURAL LICUADO EN EL SISTEMA DE PROPULSIÓN DE UN VEHÍCULO
- 18.1. Generalidades
- 18.1.1. El sistema de GNC y/o GNL 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.

<sup>(</sup>¹) Los números distintivos de las Partes contratantes del Acuerdo de 1958 se reproducen en el anexo 3 de la Resolución consolidada sobre la fabricación de vehículos (R.E.3), documento ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.3, anexo 3 — www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29resolutions.html

- 18.1.2. Todos los componentes del sistema tendrán la homologación de tipo para piezas individuales o multifuncionales de conformidad con la parte I del presente Reglamento.
- 18.1.2.1. No obstante lo dispuesto en el punto 18.1.2, no será necesaria la homologación por separado de la unidad de control electrónico para GNC/GNL si la misma está integrada en la unidad de control electrónico del motor y es objeto de una homologación de tipo para la instalación en el vehículo con arreglo a la parte II del presente Reglamento y al Reglamento nº 10. La homologación de tipo del vehículo también estará sujeta a las disposiciones aplicables establecidas en el anexo 4H del presente Reglamento.
- 18.1.3. Los materiales utilizados en el sistema serán aptos para su uso con GNC y/o GNL, según corresponda.
- 18.1.4. Todos los componentes del sistema estarán sujetos de manera correcta.
- 18.1.5. El sistema de GNC y/o GNL estará presurizado a la presión de funcionamiento y será sometido a un ensayo de fugas con un agente tensioactivo durante tres minutos sin que se formen burbujas, o mediante un método equivalente demostrado.
- 18.1.6. El sistema de GNC y/o GNL 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.
- 18.1.7. No se conectará al sistema de GNC y/o GNL ningún aparato distinto de los estrictamente necesarios para el funcionamiento correcto del motor del vehículo.
- 18.1.7.1. Independientemente de las disposiciones del punto 18.1.7, los vehículos podrán tener un sistema de calefacción para el habitáculo de pasajeros y/o la zona de carga, conectado al sistema de GNC y/o GNL.
- 18.1.7.2. El sistema de calefacción al que se refiere el punto 18.1.7.1 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 y/o GNL.
- 18.1.8. Identificación de los vehículos alimentados con GNC y/o GNL
- 18.1.8.1. Los vehículos de las categorías M<sub>2</sub> y M<sub>3</sub> equipados con un sistema de GNC estarán etiquetados según se especifica en el anexo 6.
- 18.1.8.2. Los vehículos de las categorías M<sub>2</sub> y M<sub>3</sub> equipados con un sistema de GNL estarán etiquetados según se especifica en el anexo 7.
- 18.1.8.3. La etiqueta estará puesta en la parte delantera y trasera de los vehículos de categoría M<sub>2</sub> o M<sub>3</sub> y en el exterior de las puertas del lado derecho (vehículos para conducción por la izquierda) o del lado izquierdo (vehículos para conducción por la derecha).
- 18.1.8.4. Se colocará una etiqueta al lado del receptáculo de llenado para GNL en la que constarán los requisitos relativos al combustible. Estos serán los recomendados por el fabricante.
- 18.2. Requisitos adicionales
- 18.2.1. Ningún componente del sistema de GNC y/o GNL, 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 esta no sobresale más de 10 mm de su punto de fijación.
- 18.2.2. Se preverá una protección adecuada contra el calor de los componentes adyacentes y ningún componente del sistema de GNC y/o GNL estará situado a una distancia igual o menor de 100 mm del escape o de una fuente de calor similar, a no ser que dichos componentes estén protegidos adecuadamente contra el calor.
- 18.3. Sistema de GNC
- 18.3.1. Un sistema de GNC contendrá como mínimo los siguientes elementos:
- 18.3.1.1. recipiente(s) o botella(s);
- 18.3.1.2. indicador de presión o indicador de nivel de combustible;
- 18.3.1.3. dispositivo limitador de presión (disparado por temperatura);

ó.í	2015	ES Diario Oficial de la Unión Europea	L 16
	18.3.1.4.	válvula automática de botella;	
	18.3.1.5.	válvula manual;	
	18.3.1.6.	regulador de presión;	
	18.3.1.7.	regulador de caudal de gas;	
	18.3.1.8.	dispositivo limitador de caudal;	
	18.3.1.9.	dispositivo de alimentación de gas;	
	18.3.1.10.	unidad o receptáculo de llenado;	
	18.3.1.11.	tubo flexible de combustible;	
	18.3.1.12.	tubo rígido de combustible;	
	18.3.1.13.	unidad de control electrónico;	
	18.3.1.14.	accesorios;	
	18.3.1.15.	compartimento estanco al gas para los componentes instalados en los compartimentos de equipaje pasajeros. Si el compartimento estanco al gas puede ser destruido en caso de incendio, el disposit limitador de presión podrá estar cubierto por el compartimento estanco al gas.	
	18.3.2.	El sistema de GNC podrá incluir también los siguientes componentes:	
	18.3.2.1.	válvula de retención;	
	18.3.2.2.	válvula limitadora de presión;	
	18.3.2.3.	filtro de GNC;	
	18.3.2.4.	sensor de presión y/o temperatura;	
	18.3.2.5.	sistema de selección de combustible y sistema eléctrico;	
	18.3.2.6.	DLP (disparado por presión);	
	18.3.2.7.	rampa de inyección.	
	18.3.3.	Se podrá combinar una válvula automática adicional con el regulador de presión.	
	18.3.4.	Un sistema de GNL contendrá como mínimo los siguientes elementos:	
	18.3.4.1.	depósito(s) o vasija(s) para GNL;	
	18.3.4.2.	intercambiador térmico/vaporizador para GNL;	
	18.3.4.3.	válvula limitadora de presión para GNL;	
	18.3.4.4.	sistema de salida de gases para GNL;	

receptáculo de llenado para GNL;

válvula para GNL (manual);

acoplamientos para GNL;

18.3.4.10. válvula de retención para GNL;

tubo de combustible para GNL;

válvula limitadora de caudal para GNL (dispositivo limitador de caudal);

18.3.4.11. indicador de presión o indicador de nivel de combustible para GNL;

18.3.4.5.

18.3.4.6.

18.3.4.7.

18.3.4.8.

18.3.4.9.

- 18.3.4.12. unidad de control electrónico;
- 18.3.4.13. detector de gas natural o compartimento estanco al gas, en el caso de vehículos de categoría M.
- 18.3.5. El sistema de GNL podrá incluir también los siguientes componentes:
- 18.3.5.1. regulador de presión de GNL;
- 18.3.5.2. sensor de presión y/o temperatura de GNL;
- 18.3.5.3. bomba de combustible para GNL;
- 18.3.5.4. indicador de nivel de GNL;
- 18.3.5.5. válvula automática para GNL;
- 18.3.5.6. detector de gas natural;
- 18.3.5.7. compartimento estanco al gas.
- 18.3.6. Los componentes para GNL situados después del intercambiador término/vaporizador (fase gaseosa) serán considerados componentes para GNC.
- 18.4. Instalación del recipiente y/o los depósitos
- 18.4.1. El recipiente y/o el depósito estarán instalados permanentemente en el vehículo y no se instalarán en el compartimento del motor.
- 18.4.2. El recipiente y/o el depósito se instalarán de tal manera que no haya contacto entre metales con la excepción de los puntos de fijación del(de los) recipiente(s) o depósito(s).
- 18.4.3. Cuando el vehículo esté en condiciones de utilización, el recipiente de combustible y/o el depósito no estarán a menos de 200 mm sobre la superficie de la calzada.
- 18.4.3.1. No se aplicarán las disposiciones del punto 18.4.3 si el recipiente y/o el depósito están adecuadamente protegidos en la parte delantera y en los lados y si ninguna parte del recipiente está situada por debajo de esta estructura protectora.
- 18.4.4. Los recipientes y/o los depósitos deberán estar montados y fijados de manera que puedan absorber sin sufrir daños las siguientes aceleraciones, estando los recipientes y/o los depósitos llenos:

Vehículos de las categorías M<sub>1</sub> y N<sub>1</sub>:

- a) 20 g en el sentido de marcha;
- b) 8 g horizontalmente, de manera perpendicular al sentido de marcha.

Vehículos de las categorías M, y N<sub>2</sub>:

- a) 10 g en el sentido de marcha;
- b) 5 g horizontalmente, de manera perpendicular al sentido de marcha.

Vehículos de las categorías M<sub>3</sub> y N<sub>3</sub>:

- a) 6,6 g en el sentido de marcha;
- b) 5 g horizontalmente, de manera perpendicular 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.

- 18.5. Accesorios incorporados a los recipientes de GNC
- 18.5.1. Válvula automática de botella
- 18.5.1.1. En cada recipiente de GNC se instalará directamente una válvula automática de botella.

- 18.5.1.2. 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.
- 18.5.1.3. No obstante lo dispuesto en el punto 18.5.1.2, la válvula automática de botella podrá permanecer en una posición abierta durante las fases de parada ordenada.
- 18.5.1.4. Si la válvula automática de botella está cerrada durante las fases de parada ordenada, dicha válvula cumplirá lo dispuesto en el punto 2.2.4 del anexo 4A.
- 18.5.2. Dispositivo limitador de presión
- 18.5.2.1. El dispositivo limitador de presión (disparado por temperatura) se montará en el(los) recipiente(s) de combustible para GNC de tal manera que pueda descargar el gas en el compartimento estanco al gas, si este cumple los requisitos del punto 18.5.5.
- 18.5.3. Válvula limitadora de caudal en el recipiente para GNC.
- 18.5.3.1. El dispositivo limitador de caudal se instalará en los depósitos de combustible para GNC, en la válvula automática de botella.
- 18.5.4. Válvula manual
- 18.5.4.1. Se fijará rígidamente a la botella de GNC una válvula manual, que puede estar integrada en la válvula automática de botella.
- 18.5.5. Compartimento estanco al gas sobre los recipientes de GNC
- 18.5.5.1. En los recipientes de combustible para GNC se montará un compartimento estanco al gas que cubra los accesorios de dichos recipientes y que cumpla los requisitos de los puntos 18.5.5.2 a 18.5.5.5, a menos que los recipientes estén instalados fuera del vehículo.
- 18.5.5.2. 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.
- 18.5.5.3. 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.
- 18.5.5.4. 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.
- 18.5.5.5. El compartimento sobre los accesorios del(de los) recipiente(s) para GNC 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.
- 18.5.5.6. 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.
- 18.5.5.7. El compartimento estanco al gas contendrá todos los componentes instalados en el maletero o el habitáculo de pasajeros.
- 18.5.6. DLP (disparado por presión)
- 18.5.6.1. El DLP (disparado por presión) se activará y dejará salir el gas independientemente del DLP (disparado por temperatura).
- 18.5.6.2. El DLP (disparado por presión) se montará en el(los) recipiente(s) de combustible de tal manera que pueda descargar el gas en el compartimento estanco al gas, si este cumple los requisitos del punto 18.5.5 anterior.

- 18.6. Accesorios incorporados a los depósitos de GNL
- 18.6.1. Válvula automática
- 18.6.1.1. Se instalará una válvula automática en el tubo de suministro de combustible, directamente sobre cada depósito de GNL (en un lugar protegido).
- 18.6.1.2. La válvula automática 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.
- 18.6.1.3. No obstante lo dispuesto en el punto 18.6.1.2, la válvula automática podrá permanecer en una posición abierta durante las fases de parada ordenada.
- 18.6.1.4. Si la válvula automática está cerrada durante las fases de parada ordenada, dicha válvula cumplirá lo dispuesto en el punto 2.2.4 del anexo 4A.

#### 18.6.2. Válvula limitadora de caudal

La válvula limitadora de caudal podrá ser instalada dentro del depósito de GNL o directamente sobre este (en un lugar protegido).

#### 18.6.3. Válvula limitadora de presión (primaria)

La salida de la válvula limitadora de presión primaria estará conectada a un sistema de conducto de evacuación abierto a fin de desplazar el gas evacuado hacia un nivel elevado. Se evitará la obstrucción o la congelación de los conductos de evacuación. La válvula limitadora de presión primaria no evacuará el gas hacia el compartimento estanco al gas (en caso de estar instalado).

#### 18.6.4. Válvula limitadora de presión (secundaria)

La válvula limitadora de presión secundaria puede evacuar gas inmediatamente desde su salida. Se protegerá dicha válvula de daños y de la entrada de agua. La salida de la válvula limitadora de presión secundaria no estará conectada a los mismos conductos de evacuación que la válvula limitadora de presión primaria. La válvula limitadora de presión secundaria no evacuará el gas hacia el compartimento estanco al gas (en caso de estar instalado).

#### 18.6.5. Válvula manual de corte del combustible

La válvula manual de corte del combustible estará instalada directamente sobre del depósito de GNL (en un lugar protegido). Deberá poder accederse a la misma fácilmente. Esta válvula puede estar integrada en la válvula automática.

#### 18.6.6. Válvula manual de corte del vapor

La válvula manual de corte del vapor estará instalada directamente sobre del depósito de GNL (en un lugar protegido). Deberá poder accederse a la misma fácilmente.

#### 18.6.7. Tubo o conector de evacuación

El tubo o conector de evacuación podrá estar instalado dentro del depósito de GNL o sobre este (en un lugar protegido). Deberá poder accederse al mismo fácilmente. El conector de evacuación deberá cumplir su función adecuadamente a las temperaturas indicadas en el anexo 50 para la presión de trabajo del depósito de GNL.

#### 18.6.8. Sistema de gestión de la evacuación

La válvula limitadora de presión primaria estará conectada a un conducto de evacuación que se extienda hacia un nivel elevado. Las salidas de las válvulas limitadoras de presión primaria y secundaria estarán protegidas de la suciedad, los residuos, la nieve, el hielo y/o el agua. El conducto de ventilación tendrá unas dimensiones que le permitan evitar la restricción del flujo debido a una caída de la presión. El gas que salga por el conducto de ventilación o la válvula limitadora de presión secundaria no deberá dirigirse a zonas cerradas, otros vehículos, sistemas instalados en el exterior con toma de aire (por ejemplo, sistemas de aire acondicionado), ni a circuitos de admisión de aire o de escape de motores. En el caso de dos depósitos, el tubo de salida de la válvula limitadora de presión primaria de cada depósito podrá estar conectado a un conducto común.

- 18.7. Tubos rígidos y flexibles de combustible
- 18.7.1. Los tubos rígidos de combustible para GNC serán de material sin soldadura: acero inoxidable o acero con revestimiento resistente a la corrosión.
- 18.7.1.1. Los tubos rígidos de combustible para GNL serán de acero inoxidable austenítico o de cobre, con o sin soldaduras.
- 18.7.2. Los tubos rígidos de combustible para GNC podrán sustituirse por tubos flexibles de las clases 0, 1 o 2.
- 18.7.2.1. Los tubos rígidos de combustible para GNL podrán sustituirse por tubos flexibles de la clase 5.
- 18.7.3. El tubo flexible de combustible para GNC y GNL cumplirá los requisitos pertinentes establecidos en el anexo 4B del presente Reglamento.
- 18.7.4. Los tubos rígidos de combustible se fijarán de tal manera que no estén sujetos a esfuerzos ni a vibraciones.
- 18.7.5. Los tubos flexibles de combustible para GNC y/o GNL se fijarán de tal manera que no estén sujetos a esfuerzos ni a vibraciones.
- 18.7.6. En el punto de fijación, los tubos de combustible flexibles o rígidos se colocarán de tal manera que no exista contacto entre metales.
- 18.7.7. No se colocarán tubos de combustible flexibles o rígidos en los puntos destinados a la elevación del vehículo con gatos.
- 18.7.8. En los puntos de paso a través de paredes, los tubos de combustible llevarán material protector.
- 18.7.9. El tubo de combustible para GNL estará aislado o protegido en aquellas zonas en las cuales las bajas temperaturas pueden dañar a otros componentes y/o a las personas.
- 18.8. Accesorios o conexiones de gas entre componentes
- 18.8.1. En el caso del GNC, no son admisibles las uniones soldadas ni las uniones por compresión de tipo zunchado. En el caso del GNL, no están permitidas las uniones por compresión de tipo zunchado.
- 18.8.2. Los tubos de acero inoxidable se unirán exclusivamente mediante accesorios de acero inoxidable.
- 18.8.3. Los bloques de distribución para el GNC se fabricarán con material resistente a la corrosión.
- 18.8.4. Los tubos rígidos de combustible se conectarán mediante uniones apropiadas como, por ejemplo, uniones de compresión de dos piezas en tubos de acero y uniones con agujeros olivados cónicos en ambos lados.
- 18.8.5. El número de uniones se reducirá al mínimo posible.
- 18.8.6. Todas las uniones se situarán en lugares de fácil acceso para su inspección.
- 18.8.7. 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.
- 18.8.7.1. Las disposiciones del punto 18.8.7 no se aplicarán a aquellos vehículos de las categorías M<sub>2</sub> o M<sub>3</sub> 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.
- 18.9. Válvula automática
- 18.9.1. En el caso de los sistemas de GNC, podrá instalarse una válvula automática adicional en la línea de combustible, lo más cerca posible del regulador de presión.
- 18.9.2. En el sistema de GNL, se instalará una válvula automática lo más cerca posible tras el vaporizador.

- 18.10. Unidad o receptáculo de llenado
- 18.10.1. La unidad de llenado no podrá girar y estará protegida de la suciedad y el agua.
- 18.10.2. Si el recipiente o depósito de GNC/GNL 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.
- 18.10.3. En el caso de los vehículos de las clases  $M_1$  y  $N_1$ , la unidad (receptáculo) de llenado para GNC cumplirá las especificaciones de diseño que se detallan en la figura 1 del anexo 4F.
- 18.10.4. En el caso de los vehículos de las clases M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>, N<sub>2</sub> y N<sub>3</sub>, la unidad (receptáculo) de llenado para GNC cumplirá las especificaciones de diseño que se detallan en las figuras 1 o 2 del anexo 4F, o en la figura 1 de dicho anexo en el caso de únicamente GNC.
- 18.11. Sistema de selección de combustible e instalación eléctrica
- 18.11.1. Los componentes eléctricos del sistema de GNC/GNL estarán protegidos contra sobrecargas.
- 18.11.2. Los vehículos con más de un sistema de combustible tendrán un sistema de selección del combustible que evitará que penetre combustible gaseoso en el depósito de gasolina o gasóleo y que entre gasolina o gasóleo en el depósito del combustible gaseoso, incluso en el caso de que se produzca un fallo en el sistema de selección del combustible.
- 18.11.3. Las medidas se demostrarán durante la homologación de tipo.
- 18.11.4. Las conexiones eléctricas y componentes situados en el compartimento estanco al gas se construirán de tal manera que no puedan generar chispas.
- 18.12. El sistema de GNL estará diseñado para evitar toda captura de GNL.
- 18.13. El sistema de GNL de los vehículos de categoría M contará con un detector de gas natural y/o un compartimento estanco al gas. El sistema de GNL de los vehículos de categoría N podrá contar con un detector de gas natural si el depósito de almacenamiento de combustible y los tubos asociados a dicho depósito están instalados en el exterior del vehículo, sin que exista la posibilidad de que se produzca captura de gas (conforme al punto 18.12). Si el depósito de combustible está situado dentro de la zona de carga de un vehículo de categoría N, entonces será obligatorio contar con un detector de gas natural y/o un compartimento estanco al gas.
- 19. CONFORMIDAD DE LA PRODUCCIÓN
- 19.1. La conformidad de los procedimientos de fabricación se ajustará a las disposiciones del Acuerdo, apéndice 2 (E/CEPE/324-E/CEPE/TRANS/505/Rev.2).
- 20. SANCIONES POR LA FALTA DE CONFORMIDAD DE LA PRODUCCIÓN
- 20.1. 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 punto 18.
- 20.2. Cuando una Parte del 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 formulario de notificación conforme al modelo recogido en el anexo 2D del presente Reglamento.
- 21. MODIFICACIÓN Y EXTENSIÓN DE LA HOMOLOGACIÓN DE UN TIPO DE VEHÍCULO
- 21.1. Todas las modificaciones de la instalación de componentes específicos para uso de gas natural comprimido y/o gas natural licuado en el sistema de propulsión del vehículo se notificarán a la autoridad de homologación de tipo que homologó el tipo de vehículo. La autoridad de homologación de tipo podrá entonces:
- 21.1.1. considerar que no es probable que las modificaciones hechas tengan efectos adversos apreciables, en cuyo caso el vehículo seguirá cumpliendo los requisitos, o bien

- 21.1.2. solicitar un nuevo informe de ensayo al servicio técnico responsable de la realización de los ensayos.
- 21.2. La confirmación o denegación de la homologación, especificando la modificación, se comunicará a las Partes contratantes que apliquen el presente Reglamento mediante un formulario conforme al modelo recogido en el anexo 2D del presente Reglamento.
- 21.3. La autoridad de homologación de tipo que expida la extensión de la homologación asignará un número de serie a cada extensión e informará de ello a las demás Partes del Acuerdo de 1958 que aplique el presente Reglamento por medio de un formulario de comunicación conforme al modelo que figura en el anexo 2D del presente Reglamento.
- 22. CESE DEFINITIVO DE LA PRODUCCIÓN

Si el titular de una homologación cesa por completo de fabricar un tipo de vehículo homologado con arreglo al presente Reglamento, informará de ello a la autoridad de homologación de tipo que concedió la homologación. Al recibir la comunicación pertinente, dicha autoridad informará de la misma a las demás Partes del Acuerdo que aplique el presente Reglamento por medio de un formulario de comunicación de acuerdo con el modelo del anexo 2D del presente Reglamento.

23. NOMBRES Y DIRECCIONES DE LOS SERVICIOS TÉCNICOS RESPONSABLES DE LA REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS DE HOMOLOGACIÓN Y DE LAS AUTORIDADES DE HOMOLOGACIÓN DE TIPO

Las Partes del Acuerdo que aplique el presente Reglamento comunicarán a la Secretaría de las Naciones Unidas los nombres y las direcciones de los servicios técnicos responsables de la realización de los ensayos de homologación y de las autoridades de homologación de tipo que concedan la homologación, a las cuales deberán enviarse los certificados de concesión, extensión, denegación o retirada de la homologación expedidos en otros países.

#### 24. DISPOSICIONES TRANSITORIAS

- 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 de tipo con arreglo al presente Reglamento modificado por la serie 01 de enmiendas, ni rechazará aceptar dicha homologación de tipo.
- 24.2. Doce meses después de la fecha 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 componentes que ha de homologarse cumple los requisitos de la parte I del presente Reglamento, modificado por la serie 01 de modificaciones.
- 24.3. Las homologaciones de tipo de componentes distintos de la rampa de inyección, definida en el punto 4.72, concedidas con arreglo a la versión original del presente Reglamento, seguirán siendo válidas y serán aceptadas a efectos de su instalación en los vehículos.
- 24.4. Dieciocho meses después de la fecha 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 vehículo que ha de homologarse cumple los requisitos de la parte II del presente Reglamento, modificado por la serie 01 de modificaciones.
- 24.5. Hasta doce meses después de la fecha de entrada en vigor de la serie 01 de modificaciones del presente Reglamento, las Partes contratantes que apliquen el presente Reglamento pueden seguir concediendo homologaciones de tipo para el tipo de componentes con arreglo a la versión original del presente Reglamento sin tener en cuenta las disposiciones de la serie 01 de modificaciones.
- 24.6. Hasta dieciocho meses después de la fecha de entrada en vigor de la serie 01 de modificaciones del presente Reglamento, las Partes contratantes que apliquen el presente Reglamento pueden seguir concediendo homologaciones de tipo para el tipo de vehículo con arreglo a la versión original del presente Reglamento sin tener en cuenta las disposiciones de la serie 01 de modificaciones.
- 24.7. No obstante lo dispuesto en los puntos 24.5 y 24.6, las Partes contratantes que apliquen el presente Reglamento no denegarán la concesión de extensiones de las homologaciones de tipo de los tipos existentes de componentes o de vehículos que fueron concedidas con arreglo al presente Reglamento sin tener en cuenta las disposiciones de la serie 01 de modificaciones del presente Reglamento.

#### ANEXO 1A

### CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES DE LOS COMPONENTES DE GNC/GNL

1.	(No asignado)
1.2.4.5.1.	Descripción del sistema:
1.2.4.5.2.	Regulador(es) de presión para GNC: sí/no (¹)
1.2.4.5.2.1.	Marcas:
1.2.4.5.2.2.	Tipos:
1.2.4.5.2.5.	Dibujos:
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 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):
1.2.4.5.2.12.	Material:
1.2.4.5.2.13.	Temperaturas de funcionamiento (²):
1.2.4.5.3.	Mezclador de gas/aire para GNC: sí/no (¹)
1.2.4.5.3.1.	Número:
1.2.4.5.3.2.	Marcas:
1.2.4.5.3.3.	Tipos:
1.2.4.5.3.4.	Dibujos:
1.2.4.5.3.5.	Posibilidades de ajuste:
1.2.4.5.3.6.	Presión(es) de trabajo (²):
1.2.4.5.3.7.	Material:
1.2.4.5.3.8.	Temperaturas de funcionamiento (²):
1.2.4.5.4.	Regulador de caudal de gas para GNC: sí/no (¹)
1.2.4.5.4.1.	Número:
1.2.4.5.4.2.	Marcas:
1.2.4.5.4.3.	Tipos:
1.2.4.5.4.4.	Dibujos:
1.2.4.5.4.5.	Posibilidades de ajuste (descripción):
1.2.4.5.4.6.	Presión(es) de trabajo (²):

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 para GNC: sí/no (¹)	
1.2.4.5.5.1.	Marcas:	
1.2.4.5.5.2.	Tipos:	
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 (GNC y/o GNL): sí/no (¹)	
1.2.4.5.6.1.	Marcas:	
1.2.4.5.6.2.	Tipos:	
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)	
	Depósito(s) o vasija(s) para GNL: sí/no (¹)	
1.2.4.5.7.1.	Marcas:	
1.2.4.5.7.2.	Tipos (incluir planos):	
1.2.4.5.7.3.	Capacidad:	litros
1.2.4.5.7.4.	Planos de instalación del recipiente/depósito:	
1.2.4.5.7.5.	Dimensiones:	
1.2.4.5.7.6.	Material:	
1.2.4.5.8.	Accesorios del recipiente de GNC/depósito de GNL:	
1.2.4.5.8.1.	Indicador de presión: sí/no (¹)	
1.2.4.5.8.1.1	. Marcas:	
1.2.4.5.8.1.2	. Tipos:	
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	. Marcas:	
1245822	Tinos	

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.	Marcas:	
1.2.4.5.8.3.2.	Tipos:	
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.	Marcas:	
1.2.4.5.8.4.2.	Tipos:	
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.	Marcas:	
1.2.4.5.8.5.2.	Tipos:	
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.	Marcas:	
1.2.4.5.8.6.2	Tipos:	
1.2.4.5.8.6.3	Dibujos:	
1.2.4.5.8.6.4	Presión(es) de trabajo (²):	MPa
1.2.4.5.8.6.5	Material:	
1.2.4.5.8.6.6	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.	Marcas:	
1.2.4.5.9.2.	Tipos:	
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.	Marcas:	
1.2.4.5.10.2.	Tipos:	
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.	Marcas:	
1.2.4.5.11.2.	Tipos:	
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.	Marcas:	
1.2.4.5.12.2.	Tipos:	
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.	Marcas:	
1.2.4.5.13.2.	Tipos:	
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.	Marcas:	
1.2.4.5.14.2.	Tipos:	
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 1 4 6	Temperaturas de funcionamiento (2):	°C

1.2.4.5.15.	Conexión al sistema de GNC/GNL para el sistema de calefacción: sí/no (¹)
1.2.4.5.15.1.	Marcas:
1.2.4.5.15.2.	Tipos:
1.2.4.5.15.3.	Descripción y planos de instalación:
1.2.4.5.16.	DLP (disparado por presión): sí/no (¹)
1.2.4.5.16.1.	Marcas:
1.2.4.5.16.2.	Tipos:
1.2.4.5.16.3.	Descripción y planos:
1.2.4.5.16.4.	Presión de activación (²): MPa
1.2.4.5.16.5.	Material:
1.2.4.5.16.6.	Temperaturas de funcionamiento (²):°C
1.2.4.5.17.	Rampa de inyección: sí/no (¹)
1.2.4.5.17.1.	Marcas:
1.2.4.5.17.2.	Tipos:
1.2.4.5.17.3.	Descripción:
1.2.4.5.17.4.	Presión de trabajo (²):kPa
1.2.4.5.17.5.	Material:
1.2.4.5.17.6.	Temperaturas de funcionamiento (²):
1.2.4.5.18.	Intercambiador térmico/vaporizador: sí/no (¹)
1.2.4.5.18.1.	Marcas:
1.2.4.5.18.2.	Dibujos:
1.2.4.5.18.3.	Presión(es) de trabajo (²): MPa
1.2.4.5.18.4.	Material:
1.2.4.5.18.5.	Temperaturas de funcionamiento (²):
1.2.4.5.19.	Detector de gas natural: sí/no (¹)
1.2.4.5.19.1.	Marcas:
1.2.4.5.19.2.	Tipos:
1.2.4.5.19.3.	Dibujos:
1.2.4.5.19.4.	Presión(es) de trabajo (²): MPa
1.2.4.5.19.5.	Material:
1.2.4.5.19.6.	Temperaturas de funcionamiento (²):
1.2.4.5.19.7.	Valores especificados
1.2.4.5.20.	Receptáculo(s) de llenado para GNL: sí/no (¹)
1.2.4.5.20.1.	Marcas:
1.2.4.5.20.2.	Tipos:

1.2.4.5.20.3.	Descripción:	
1.2.4.5.20.4.	Presión(es) de trabajo (²):	kPa
1.2.4.5.20.5.	Material:	
1.2.4.5.21.	Reguladores para el control de la presión para GNL: sí/no (¹)	
1.2.4.5.21.1.	Marcas:	
1.2.4.5.21.2.	Tipos:	
1.2.4.5.21.3.	Descripción:	
1.2.4.5.21.4.	Presión(es) de trabajo (²):	kPa
1.2.4.5.21.5.	Material:	
1.2.4.5.22.	Sensor(es) de presión y/o temperatura para GNL: sí/no (¹)	
1.2.4.5.22.1.	Marcas:	
1.2.4.5.22.2.	Tipos:	
1.2.4.5.22.3.	Descripción:	
1.2.4.5.22.4.	Presión(es) de trabajo (²):	kPa
1.2.4.5.22.5.	Material:	
1.2.4.5.23.	Válvula(s) manual(es) para GNL: sí/no (¹)	
1.2.4.5.23.1.	Marcas:	
1.2.4.5.23.2.	Tipos:	
1.2.4.5.23.3.	Descripción:	
1.2.4.5.23.4.	Presión(es) de trabajo (²):	kPa
1.2.4.5.23.5.	Material:	
1.2.4.5.24.	Válvula(s) automática(s) para GNL: sí/no (¹)	
1.2.4.5.24.1.	Marcas:	
1.2.4.5.24.2.	Tipos:	
1.2.4.5.24.3.	Descripción:	
1.2.4.5.24.4.	Presión(es) de trabajo (²):	kPa
1.2.4.5.24.5.	Material:	
1.2.4.5.25.	Válvula(s) de retención para GNL: sí/no (¹)	
1.2.4.5.25.1.	Marcas:	
1.2.4.5.25.2.	Tipos:	
1.2.4.5.25.3.	Descripción:	
1.2.4.5.25.4.	Presión(es) de trabajo (²):	kPa
1.2.4.5.25.5.	Material:	
1.2.4.5.26.	Válvula(s) limitadora(s) de presión para GNL: sí/no (¹)	
1 2 4 5 26 1	Marcas:	

1.2.4.5.26.2.	Tipos:
1.2.4.5.26.3.	Descripción:
1.2.4.5.26.4.	Presión(es) de trabajo (²):
1.2.4.5.26.5.	Material:
1.2.4.5.27.	Válvula(s) limitadora(s) de caudal para GNL: sí/no (¹)
1.2.4.5.27.1.	Marcas:
1.2.4.5.27.2.	Tipos:
1.2.4.5.27.3.	Descripción:
1.2.4.5.27.4.	Presión(es) de trabajo (²): kPa
1.2.4.5.27.5.	Material:
1.2.4.5.28.	Bomba(s) de combustible para GNL: sí/no (¹)
1.2.4.5.28.1.	Marcas:
1.2.4.5.28.2.	Tipos:
1.2.4.5.28.3.	Descripción:
1.2.4.5.28.4.	Presión(es) de trabajo (²):
1.2.4.5.28.5.	Ubicación dentro/fuera del depósito de GNL (¹):
1.2.4.5.28.6.	Temperaturas de funcionamiento (²):
1.2.5.	Sistema de refrigeración (por líquido/por aire) (¹):
1.2.5.1	Descripción/dibujos del sistema con respecto al sistema de GNC/GNL:

<sup>(</sup>¹) Táchese lo que no proceda. (²) Especifíquese la tolerancia.

#### ANEXO 1B

#### CARACTERÍSTICAS ESENCIALES DEL VEHÍCULO, MOTOR Y SISTEMA RELACIONADO CON EL GNC/GNL

0.	Descripción de los vehículos	
0.1.	Marca:	
0.2.	Tipos:	
0.3.	Nombre y dirección del fabricante:	
0.4.	Tipos de motores y números de homologación:	
1.	Descripción de los motores	
1.1.	Fabricante:	
1.1.1.	Códigos 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.	Reguladores de presión:	
1.2.4.5.2.1.	Marcas:	
1.2.4.5.2.2.	Tipos:	
1.2.4.5.2.3.	Presión(es) de trabajo (¹):	kPa
1.2.4.5.2.4.	Material:	
1.2.4.5.2.5.	Temperaturas de funcionamiento (¹):	°C
1.2.4.5.3.	Mezclador de gas/aire: sí/no (²)	
1.2.4.5.3.1.	Número:	
1.2.4.5.3.2.	Marcas:	
1.2.4.5.3.3.	Tipos:	
1.2.4.5.3.4.	Presión(es) de trabajo (¹):	kPa
1.2.4.5.3.5.	Material:	
1.2.4.5.3.6.	Temperaturas de funcionamiento (¹):	°C
1.2.4.5.4.	Regulador de caudal de gas: sí/no (²)	
1.2.4.5.4.1.	Número:	
1.2.4.5.4.2.	Marcas:	
1.2.4.5.4.3.	Tipos:	
1.2.4.5.4.4.	Presión(es) de trabajo (¹):	kPa
1.2.4.5.4.5.	Material:	

1.2.4.5.4.6.	Temperaturas de funcionamiento (¹):	°C
1.2.4.5.5.	Inyectores de gas: sí/no (²)	
1.2.4.5.5.1.	Marcas:	
1.2.4.5.5.2.	Tipos:	
1.2.4.5.5.3.	Presión(es) de trabajo (¹):	kPa
1.2.4.5.5.4.	Material:	
1.2.4.5.5.5.	Temperaturas de funcionamiento (¹):	°C
1.2.4.5.6.	Unidad de control electrónico: sí/no (²)	
1.2.4.5.6.1.	Marcas:	
1.2.4.5.6.2.	Tipos:	
1.2.4.5.6.3.	Principios básicos del software:	
1.2.4.5.6.4.	Temperaturas de funcionamiento (¹):	°C
1.2.4.5.7.	Recipiente(s) o botella(s) de GNC: sí/no (²)	
	Depósito(s) o vasija(s) para GNL: sí/no (²)	
1.2.4.5.7.1.	Marcas:	
1.2.4.5.7.2.	Tipos:	
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/del depósito de GNL:	
1.2.4.5.8.1.	Indicador de presión:	
1.2.4.5.8.1.1	. Marcas:	
1.2.4.5.8.1.2	. Tipos:	
1.2.4.5.8.1.3	. Presión(es) de trabajo (¹):	. МРа
1.2.4.5.8.1.4	. Material:	
1.2.4.5.8.1.5	. Temperaturas de funcionamiento (¹):	°C
1.2.4.5.8.2.	Válvula limitadora de presión (válvula de descarga): sí/no (²)	
1.2.4.5.8.2.1	. Marcas:	
1.2.4.5.8.2.2	. Tipos:	
1.2.4.5.8.2.3	. Presión de trabajo (¹):	. MPa
1.2.4.5.8.2.4	. Material:	
1.2.4.5.8.2.5	. Temperaturas de funcionamento (¹):	°C
1.2.4.5.8.3.	Válvula(s) automática(s):	
1245831	Marcas:	

1.2.4.5.8.3.2.	Tipos:	
1.2.4.5.8.3.3.	Presión(es) de trabajo (¹):	MPa
1.2.4.5.8.3.4.	Material:	
1.2.4.5.8.3.5.	Temperaturas de funcionamiento (¹):	°C
1.2.4.5.8.4.	Válvula limitadora de caudal: sí/no (²)	
1.2.4.5.8.4.1.	Marcas:	
1.2.4.5.8.4.2.	Tipos:	
1.2.4.5.8.4.3.	Presión(es) de trabajo (¹):	MPa
1.2.4.5.8.4.4.	Material:	
1.2.4.5.8.4.5.	Temperaturas de funcionamiento (¹):	°C
1.2.4.5.8.5.	Compartimento estanco al gas: sí/no (²)	
1.2.4.5.8.5.1.	Marcas:	
1.2.4.5.8.5.2.	Tipos:	
1.2.4.5.8.5.3.	Presión(es) de trabajo (¹):	MPa
1.2.4.5.8.5.4.	Material:	
1.2.4.5.8.5.5.	Temperaturas de funcionamiento (¹):	°C
1.2.4.5.8.6.	Válvula manual:	
1.2.4.5.8.6.1.	Marcas:	
1.2.4.5.8.6.2.	Tipos:	
1.2.4.5.8.6.3.	Presión(es) de trabajo (¹):	MPa
1.2.4.5.8.6.4.	Material:	
1.2.4.5.8.6.5.	Temperaturas de funcionamiento (¹):	°C
1.2.4.5.9.	Dispositivo limitador de presión (disparado por temperatura): sí/no (²)	
1.2.4.5.9.1.	Marcas:	
1.2.4.5.9.2.	Tipos:	
1.2.4.5.9.3.	Temperatura de activación (¹):	°C
1.2.4.5.9.4.	Material:	
1.2.4.5.9.5.	Temperaturas de funcionamiento (¹):	°C
1.2.4.5.10.	Unidad o receptáculo de llenado: sí/no (²)	
1.2.4.5.10.1.	Marcas:	
1.2.4.5.10.2.	Tipos:	
1.2.4.5.10.3.	Presión(es) de trabajo (¹):	MPa
1.2.4.5.10.4.	Material:	
1.2.4.5.10.5.	Temperaturas de funcionamiento (¹):	°C
1.2.4.5.11.	Tubos flexibles de combustible: sí/no (²)	

1.2.4.5.11.1.	Marcas:	
1.2.4.5.11.2.	Tipos:	
1.2.4.5.11.3.	Presión(es) de trabajo (¹):	kPa
1.2.4.5.11.4.	Material:	
1.2.4.5.11.5.	Temperaturas de funcionamiento (¹):	°C
1.2.4.5.12.	Sensor(es) de presión y temperatura: sí/no (²)	
1.2.4.5.12.1.	Marcas:	
1.2.4.5.12.2.	Tipos:	
1.2.4.5.12.3.	Presión(es) de trabajo (¹):	kPa
1.2.4.5.12.4.	Material:	
1.2.4.5.12.5.	Temperaturas de funcionamiento (¹):	°C
1.2.4.5.13.	Filtro de GNC: sí/no (²)	
1.2.4.5.13.1.	Marcas:	
1.2.4.5.13.2.	Tipos:	
1.2.4.5.13.3.	Presión(es) de trabajo (¹):	kPa
1.2.4.5.13.4.	Material:	
1.2.4.5.13.5.	Temperaturas de funcionamiento (¹):	°C
1.2.4.5.14.	Válvula(s) de retención: sí/no (²)	
1.2.4.5.14.1.	Marcas:	
1.2.4.5.14.2.	Tipos:	
1.2.4.5.14.3.	Presión(es) de trabajo (¹):	kPa
1.2.4.5.14.4.	Material:	
1.2.4.5.14.5.	Temperaturas de funcionamiento (¹):	°C
1.2.4.5.15.	Conexión al sistema de GNC/GNL para el sistema de calefacción: sí/no (²)	
1.2.4.5.15.1.	Marcas:	
1.2.4.5.15.2.	Tipos:	
1.2.4.5.15.3.	Descripción y planos de instalación:	
1.2.4.5.16.	DLP (disparado por presión): sí/no (²)	
1.2.4.5.16.1.	Marcas:	
1.2.4.5.16.2.	Tipos:	
1.2.4.5.16.3.	Presión de activación (¹):	MPa
1.2.4.5.16.4.	Material:	
1.2.4.5.16.5.	Temperaturas de funcionamiento (¹):	°C
1.2.4.5.17.	Rampa de inyección: sí/no (²)	
1245171	Marcas:	

1.2.4.5.17.2.	. Tipos:	
1.2.4.5.17.3	. Presión de trabajo (¹):	kPa
1.2.4.5.17.4	. Material:	
1.2.4.5.17.5	. Temperaturas de funcionamiento (¹):	°C
1.2.4.5.18.	Intercambiador térmico/vaporizador: sí/no (²)	
1.2.4.5.18.1	. Marcas:	
1.2.4.5.18.2	. Tipos:	
1.2.4.5.18.3	. Dibujos:	
1.2.4.5.18.4	. Presión(es) de trabajo (¹):	MPa
1.2.4.5.18.5	. Material:	
1.2.4.5.18.6	. Temperaturas de funcionamiento (¹):	°C
1.2.4.5.19.	Detector de gas natural: sí/no (²)	
1.2.4.5.19.1	. Marcas:	
1.2.4.5.19.2	. Tipos:	
1.2.4.5.19.3	. Dibujos:	
1.2.4.5.19.4	. Presión(es) de trabajo (¹):	МРа
1.2.4.5.19.5	. Material:	
1.2.4.5.19.6	. Temperaturas de funcionamiento (¹):	°C
1.2.4.5.19.7	. Valores especificados	
1.2.4.5.20.	Receptáculo(s) de llenado para GNL: sí/no (²)	
1.2.4.5.20.1	. Marcas:	
1.2.4.5.20.2	. Tipos:	
1.2.4.5.20.3	. Descripción:	
1.2.4.5.20.4	. Presión(es) de trabajo (¹):	kPa
1.2.4.5.20.5	. Material:	
1.2.4.5.21.	Reguladores para el control de la presión para GNL: sí/no (²)	
1.2.4.5.21.1	. Marcas:	
1.2.4.5.21.2.	. Tipos:	
1.2.4.5.21.3	. Descripción:	
1.2.4.5.21.4	. Presión(es) de trabajo (¹):	kPa
1.2.4.5.21.5	. Material:	
1.2.4.5.22.	Sensor(es) de presión y/o temperatura para GNL: sí/no (²)	
1.2.4.5.22.1	. Marcas:	
1.2.4.5.22.2	. Tipos:	
1 2 4 5 22 3	Descrinción:	

1 2 4 5 22 4	Presión(es) de trabajo (¹):	1, D.
	Material:	
1.2.4.5.23.		
	Válvula(s) manual(es) para GNL: sí/no (²)	
	Marcas:	
	Tipos:	
	Descripción:	
	Presión(es) de trabajo (¹):	
	Material:	
1.2.4.5.24.	Válvula(s) automática(s) para GNL: sí/no (²)	
	Marcas:	
1.2.4.5.24.2.	Tipos:	
1.2.4.5.24.3.	Descripción:	
1.2.4.5.24.4.	Presión(es) de trabajo (¹):	kPa
1.2.4.5.24.5.	Material:	
1.2.4.5.25.	Válvula(s) de retención para GNL: sí/no (²)	
1.2.4.5.25.1.	Marcas:	
1.2.4.5.25.2.	Tipos:	
1.2.4.5.25.3.	Descripción:	
1.2.4.5.25.4.	Presión(es) de trabajo (¹):	kPa
1.2.4.5.25.5.	Material:	
1.2.4.5.26.	Válvula(s) limitadora(s) de presión para GNL: sí/no (²)	
1.2.4.5.26.1.	Marcas:	
1.2.4.5.26.2.	Tipos:	
1.2.4.5.26.3.	Descripción:	
1.2.4.5.26.4.	Presión(es) de trabajo (¹):	kPa
1.2.4.5.26.5.	Material:	
1.2.4.5.27.	Válvula(s) limitadora(s) de caudal para GNL: sí/no (²)	
1.2.4.5.27.1.	Marcas:	
1.2.4.5.27.2.	Tipos:	
1.2.4.5.27.3.	Descripción:	
1.2.4.5.27.4.	Presión(es) de trabajo (¹):	kPa
1.2.4.5.27.5.	Material:	
1.2.4.5.28.	Bomba(s) de combustible para GNL: sí/no (²)	
	Marcas:	
	Tipos:	
	-	

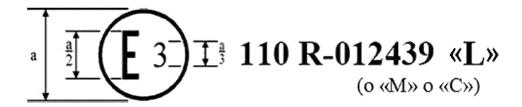
1.2.4.5.28.3.	Descripción:
1.2.4.5.28.4.	Presión(es) de trabajo (¹): kPa
1.2.4.5.28.5.	Ubicación dentro/fuera del depósito de GNL (²)
1.2.4.5.28.6.	Temperaturas de funcionamiento (¹):
1.2.4.5.29.	Otra documentación:
1.2.4.5.29.1.	Descripción del sistema de GNC/sistema de GNL (²)
1.2.4.5.29.2.	Disposición del sistema (conexiones eléctricas, tubos de compensación de las conexiones de vacío, etc.):
1.2.4.5.29.3.	etc.):
1.2.4.5.29.3. 1.2.4.5.29.4.	etc.):  Dibujo del símbolo:

<sup>(</sup>¹) Especifíquese la tolerancia. (²) Táchese lo que no proceda.

#### ANEXO 2A

# DISPOSICIÓN DE LA MARCA DE HOMOLOGACIÓN DE TIPO DE UN COMPONENTE PARA GNC/GNL

(Véase el punto 7.2 del presente Reglamento)



 $a \ge 8 \text{ mm}$ 

Esta marca de homologación fijada al componente para GNC y/o GNL indica que dicho componente ha sido homologado en Italia (E 3), de acuerdo con el Reglamento nº 110, con el número de homologación 012439. Las dos primeras cifras del número de homologación indican que la homologación ha sido concedida conforme a las prescripciones del Reglamento nº 110 modificado por la serie 01 de modificaciones.

La letra «L» indica que el producto puede utilizarse con GNL.

La letra «M» indica que el producto puede utilizarse con temperaturas moderadas.

La letra «C» indica que el producto puede utilizarse con temperaturas frías.

#### ANEXO 2B

## COMUNICACIÓN

[Formato máximo: A4 (210 × 297 mm)]



	Expedida por:	Nombre de la Administración
\ <b>L</b> <i>J</i>		
Relativa a (²): La concesión de la homolog	gación	
La ampliación de la homolo	gación	
La denegación de la homolo	ogación	
La retirada de la homologac	ión	
El cese definitivo de la produ	ucción	
de un tipo de componente para GNC/GNL de	acuerdo con el Reglamento nº 110	)
N° de homologación:	$N^{\circ}$ de extensió	on:

Componente de GNC/GNL considerado:

Recipiente(s) o botella(s) (2)

Depósito(s) o vasija(s) (2)

Indicador de presión (2)

Válvula limitadora de presión (2)

Válvula(s) automática(s) (2)

Válvula limitadora de caudal (2)

Compartimento estanco al gas (²)

Regulador(es) de presión (<sup>2</sup>)

Válvula(s) de retención (2)

Dispositivo limitador de presión (DLP) (disparado por presión) (<sup>2</sup>)

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 (<sup>2</sup>)

DLP (disparado por presión) (²)

Rampa de inyección (²)

Intercambiador(es) térmico(s)/vaporizador(es) (<sup>2</sup>)

	Detector(es) de gas natural (²)
	Receptáculo(s) de llenado para GNL (²)
	Reguladores para el control de la presión para GNL (²)
	Sensor(es) de presión y/o temperatura para GNL ( $^2$ )
	Válvula(s) manual(es) para GNL (²)
	Válvula(s) automática(s) para GNL (²)
	Válvula(s) de retención para GNL (²)
	Válvula(s) limitadora(s) de presión para GNL (²)
	Válvula(s) limitadora(s) de caudal para GNL (²)
	Bomba(s) de combustible para GNL (²)
2.	Nombre comercial o marca:
3.	Nombre y dirección del fabricante:
4.	En su caso, nombre y dirección del representante del fabricante:
5.	Presentado a homologación el:
6.	Servicio técnico responsable de la realización de los ensayos de homologación:
7.	Fecha del informe de ensayo expedido por dicho servicio:
8.	Número del informe expedido por dicho servicio:
9.	Homologación concedida/denegada/extendida/retirada (²)
10.	Motivos de la extensión (si procede):
11.	Lugar:
	Fecha:
12.	
13.	Firma:
14.	Los documentos presentados con la solicitud o extensión de homologación podrán obtenerse previa petición.

<sup>(</sup>¹) Número distintivo del país que ha concedido/extendido/denegado/retirado la homologación (véanse las disposiciones del Reglamento relativas a la homologación).
(²) Táchese lo que no proceda.

# Adenda

1.	Información adicional relativa a la homologación tipo de un tipo de componente para GNC/GNL de conformidad con el Reglamento $n^{\rm o}$ 110
1.1.	Sistema de almacenamiento de gas natural
1.1.1.	Recipiente(s) o botella(s) (para un sistema de GNC)
1.1.1.1.	Dimensiones:
1.1.1.2.	Material:
1.1.2.	Depósito(s) o vasija(s) (para un sistema de GNL)
1.1.2.1.	Capacidad:
1.1.2.2.	Material:
1.2.	Indicador de presión
1.2.1.	Presión(es) de trabajo (¹):
1.2.2.	Material:
1.3.	Válvula limitadora de presión (válvula de descarga)
1.3.1.	Presión(es) de trabajo (¹):
1.3.2.	Material:
1.4.	Válvula(s) automática(s)
1.4.1.	Presión(es) de trabajo (¹):
1.4.2.	Material:
1.5.	Válvula limitadora de caudal
1.5.1.	Presión(es) de trabajo (¹):
1.5.2.	Material:
1.6.	Compartimento estanco al gas
1.6.1.	Presión(es) de trabajo (¹):
1.6.2.	Material:
1.7.	Regulador(es) de presión
1.7.1.	Presión(es) de trabajo (¹):
1.7.2.	Material:
1.8.	Válvula(s) de retención
1.8.1.	Presión(es) de trabajo (¹):
1.8.2.	Material:
1.9.	Dispositivo limitador de presión (disparado por temperatura)
1.9.1.	Presión(es) de trabajo (¹):
1.9.2.	Material:

1.10.	Válvula manual	
1.10.1.	Presión(es) de trabajo (¹):	. MPa
1.10.2.	Material:	
1.11.	Tubos flexibles de combustible	
1.11.1.	Presión(es) de trabajo (¹):	. MPa
1.11.2.	Material:	
1.12.	Unidad o receptáculo de llenado	
1.12.1.	Presión(es) de trabajo (¹):	. MPa
1.12.2.	Material:	
1.13.	Inyector(es) de gas	
1.13.1.	Presión(es) de trabajo (¹):	. MPa
1.13.2.	Material:	
1.14.	Regulador de caudal de gas	
1.14.1.	Presión(es) de trabajo (¹):	. MPa
1.14.2.	Material:	
1.15.	Mezclador de gas/aire	
1.15.1.	Presión(es) de trabajo (¹):	. MPa
1.15.2.	Material:	
1.16.	Unidad de control electrónico	
1.16.1.	Principios básicos del software:	
1.17.	Sensores de presión y temperatura	
1.17.1.	Presión(es) de trabajo (¹):	. MPa
1.17.2.	Material:	
1.18.	Filtro(s) de GNC	
1.18.1.	Presión(es) de trabajo (¹):	. MPa
1.18.2.	Material:	
1.19.	DLP (disparado por presión)	
1.19.1.	Presión(es) de trabajo (¹):	. MPa
1.19.2.	Material:	
1.20.	Rampa(s) de inyección	
1.20.1.	Presión(es) de trabajo (¹):	. MPa
1.20.2.	Material:	
1.21.	Intercambiador(es) térmico(s)/vaporizador(es)	
1.21.1.	Presión(es) de trabajo (¹):	. МРа

(¹) Especifíquese la tolerancia.

1.21.2.	Material:
1.22.	Detector(es) de gas natural:
1.22.1.	Presión(es) de trabajo (¹): MPa
1.22.2.	Material:
1.23.	Receptáculo(s) de llenado para GNL
1.23.1.	Presión(es) de trabajo (¹): MPa
1.23.2.	Material:
1.24.	Reguladores para el control de la presión para GNL
1.24.1.	Presión(es) de trabajo (¹):
1.24.2.	Material:
1.25.	Sensor(es) de presión y/o temperatura para GNL
1.25.1.	Presión(es) de trabajo (¹):
1.25.2.	Material:
1.26.	Válvula(s) manual(es) para GNL
1.26.1.	Presión(es) de trabajo (¹):
1.26.2.	Material:
1.27.	Válvula(s) automática(s) para GNL
1.27.1.	Presión(es) de trabajo (¹):
1.27.2.	Material:
1.28.	Válvula(s) de retención para GNL
1.28.1.	Presión(es) de trabajo (¹):
1.28.2.	Material:
1.29.	Válvula(s) limitadora(s) de presión para GNL
1.29.1.	Presión(es) de trabajo (¹):
1.29.2.	Material:
1.30.	Válvula(s) limitadora(s) de caudal para GNL
1.30.1.	Presión(es) de trabajo (¹):
1.30.2.	Material:
1.31.	Bomba(s) de combustible para GNL
1.31.1.	Presión(es) de trabajo (¹):
1.31.2.	Material:

#### ANEXO 2C

# DISPOSICIÓN DE LAS MARCAS DE HOMOLOGACIÓN

#### MODELO A

(véase el punto 17.2 del presente Reglamento)



110 R-012439 «L»

(o «M» o «C»)

 $a \ge 8 \text{ mm}$ 

Esta marca de homologación fijada a un vehículo indica que el vehículo, en lo relativo a la instalación del sistema de GNC/GNL para el uso de gas natural para su propulsión, ha sido homologado en Italia (E 3), de acuerdo con el Reglamento nº 110, con el número de homologación 012439. Las dos primeras cifras del número de homologación indican que la homologación ha sido concedida conforme a las prescripciones del Reglamento nº 110 modificado por la serie 01 de modificaciones.

La letra «L» indica que el producto puede utilizarse con GNL.

La letra «M» indica que el producto puede utilizarse con temperaturas moderadas.

La letra «C» indica que el producto puede utilizarse con temperaturas frías.

#### MODELO B

(véase el punto 17.2 del presente Reglamento)



110 012439 «L» 83 051628

(o «M» o «C»)

 $a \ge 8 \text{ mm}$ 

Esta marca de homologación fijada a un vehículo indica que el vehículo, en lo relativo a la instalación del sistema de GNC/GNL para el uso de gas natural para su propulsión, ha sido homologado en Italia (E 3), de acuerdo con el Reglamento nº 110, con el número de homologación 012439. Las dos primeras cifras del número de homologación indican que esta se concedió de acuerdo con los requisitos del Reglamento nº 110 modificado por la serie 01 de modificaciones y que el Reglamento nº 83 incluía la serie 05 de modificaciones.

La letra «L» indica que el producto puede utilizarse con GNL.

La letra «M» indica que el producto puede utilizarse con temperaturas moderadas.

La letra «C» indica que el producto puede utilizarse con temperaturas frías.

# ANEXO 2D

## COMUNICACIÓN

[Formato máximo: A4 (210 × 297 mm)]



Expedida por:	Nombre de la Administración

Relativa a (²): La concesión de la homologación La ampliación de la homologación

> La denegación de la homologación La retirada de la homologación

El cese definitivo de la producción

de un tipo de vehículo en relación con la instalación del sistema GNC/GNL de acuerdo con el Reglamento nº 110

N° de h	omologación: $ ho^\circ$ de extensión: $ ho^\circ$
1.	Nombre comercial o marca 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, dibujos, etc. (detallar):
7.	Resultados de los ensayos:
8.	Vehículo presentado para su homologación en fecha:
9.	Servicio técnico responsable de la realización de los ensayos de homologación:
10.	Fecha del informe de ensayo expedido por dicho servicio:
11.	Sistema de GNC/GNL:
11.1.	Nombre comercial o marca de los componentes y números de homologación respectivos:
11.1.1.	Recipiente(s) o botella(s):
	Depósito(s) o vasija(s):
	Componentes específicos, etc. (véase el punto 4.6 del Reglamento):
12.	Número del informe expedido por dicho servicio:
13.	Homologación concedida/denegada/extendida/retirada (²)
14.	Motivos de la extensión (si procede):
15.	Lugar:
16.	Fecha:
17.	Firma:
18.	Los siguientes documentos presentados con la solicitud o extensión de homologación podrán obtenerse previa petición:
	<ul> <li>dibujos, diagramas y esquemas relativos a los componentes y a la instalación del equipo de GNC/GNL que se considerer importantes a efectos del presente Reglamento,</li> </ul>

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

<sup>(</sup>¹) Número distintivo del país que ha concedido/extendido/denegado/retirado la homologación (véanse las disposiciones del Reglamento relativas a la homologación).

<sup>(2)</sup> Táchese lo que no proceda.

#### ANEXO 3

# ALMACENAMIENTO A BORDO DE GAS NATURAL COMO COMBUSTIBLE PARA VEHÍCULOS AUTOMÓVILES

# 1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

- 1.1. En el anexo 3A 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. Estas 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 también incluye las camisas metálicas de acero inoxidable sin soldaduras o de construcción soldada.
- 1.2. En el anexo 3B se establecen requisitos mínimos para depósitos de combustible rellenables para gas natural licuado (GNL) utilizados en vehículos y los métodos de ensayo requeridos.

#### ANEXO 3A

# BOTELLAS DE GAS — BOTELLA DE ALTA PRESIÓN PARA ALMACENAMIENTO A BORDO DE GAS NATURAL COMPRIMIDO (GNC) COMO COMBUSTIBLE PARA VEHÍCULOS AUTOMÓVILES

### 1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Las botellas contempladas en este anexo pertenecen a la clase 0, de acuerdo con lo descrito en el punto 3 del presente Reglamento, y son:

- GNC-1 Metálica.
- GNC-2 Camisa metálica reforzada con filamento continuo impregnado de resina (con anillos arrollados).
- 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).

Las condiciones de servicio que deberán soportar las botellas se describen en el punto 4 del presente anexo. 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 (VÉASE EL PUNTO 2 DEL PRESENTE REGLAMENTO)
- 3. DEFINICIONES (VÉASE EL PUNTO 4 DEL PRESENTE REGLAMENTO)
- 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 instaladas 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 las botellas fabricadas con arreglo al presente Reglamento pueden ser utilizadas con seguridad por:

- 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, y
- 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 se 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 1 000 veces por año de servicio a una presión estabilizada de 20 MPa (200 bares) y a una temperatura estabilizada del gas de 15 °C.

# 4.4. Rango de temperaturas

# 4.4.1. Temperatura estabilizada del gas

La temperatura estabilizada del gas en las botellas podrá variar entre un mínimo de  $-40~^{\circ}\text{C}$  y un máximo de  $65~^{\circ}\text{C}$ .

# 4.4.2. Temperaturas de las botellas

La temperatura de los materiales de la botella podrá variar entre un mínimo de  $-40~^{\circ}\text{C}$  y un máximo de  $+82~^{\circ}\text{C}$ .

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 punto 4.4.3 siguiente.

## 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 punto 4.4.1 anterior.

# 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/m $^3$  con un punto de rocío de - 9  $^{\circ}$ C a 20 MPa. No habrá límites de componentes para el gas seco, excepto para:

sulfuro de hidrógeno y otros sulfuros solubles: 23 mg/m<sup>3</sup>,

oxígeno: 1 % en volumen.

El hidrógeno estará limitado al 2 % en volumen si las botellas se fabrican con 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/m<sup>3</sup>,

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 como, 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, y
- 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 cerrados 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 de homologación de tipo:

- a) declaración de servicio (punto 5.2);
- b) datos de diseño (punto 5.3);
- c) datos de fabricación (punto 5.4);
- d) sistema de calidad (punto 5.5);
- e) comportamiento de las fracturas y tamaño de los defectos por examen no destructivo (END) (punto 5.6);
- f) hoja de especificaciones (punto 5.7);
- g) datos adicionales de apoyo (punto 5.8).

Las botellas diseñadas según la norma ISO 9809 no necesitarán ir acompañadas del informe de análisis de esfuerzos indicado en el punto 5.3.2 ni de la información indicada en el punto 5.6.

## 5.2. Declaración de servicio

El objeto de esta declaración es orientar a usuarios e instaladores e informar a la autoridad de homologación de tipo 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 punto 4 para la vida útil de la botella;
- b) la vida útil;
- c) los requisitos mínimos de ensayos 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. Dibujos

Los dibujos 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 grosores 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 ensayo, 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 un cuadro 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 punto 4 anterior.

### 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, grosores de paredes y pesos de cada una de las botellas sometidas a ensayos.

#### 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 punto A.15 del apéndice A del presente anexo. 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 las botellas o de los requisitos de los soportes de acuerdo con el punto 6.11 del presente anexo.

## 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 punto 6.7.

## 5.6.2. Tamaño de los defectos para el END

Utilizando el planteamiento descrito en el punto 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 punto 5.1 anterior. 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 punto 9 del presente Reglamento.

Con objeto de garantizar que las botellas cumplen el presente Reglamento internacional, se someterán a inspección realizada por la autoridad de homologación de tipo de acuerdo con los puntos 6.13 y 6.14 siguientes.

# 5.9.2. Certificado de ensayo

Si los resultados del ensayo de prototipo de acuerdo con el punto 6.13 son satisfactorios, la autoridad de homologación de tipo 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 de homologación de tipo 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 puntos 7 a 10 del presente anexo. 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, solo tendrán que cumplir los requisitos de los puntos 6.3.2.4 y 6.9 a 6.13 siguientes.

# 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, solo 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 punto 4 del presente anexo. El diseño no incluirá materiales incompatibles en contacto. Los ensayos de calificación del diseño para materiales se resumen en el cuadro 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 %	0,010 %
Fósforo	0,020 %	0,020 %
Azufre y fósforo	0,030 %	0,025 %

Si se utiliza un acero al carbono-boro, se hará un ensayo 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 punto A.1 (apéndice A del presente anexo). 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 punto A.2 (apéndice A del presente anexo). Los valores de resistencia al impacto no serán inferiores a los indicados en el cuadro 6.2 del presente anexo.

## 6.3.2.4. Propiedades de flexión

Las propiedades de flexión del acero inoxidable soldado en la camisa acabada se determinarán de acuerdo con el punto A.3 (apéndice A del presente anexo).

# 6.3.2.5. Examen macroscópico de las soldaduras

Se realizará un examen macroscópico de las soldaduras para cada tipo de procedimiento de soldadura. Mostrará una fusión completa y la ausencia de defectos de montaje o de defectos inaceptables con arreglo a lo especificado para el nivel C en la norma EN ISO 5817.

# 6.3.2.6. 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 punto 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 punto A.4 (apéndice A del presente anexo).

### 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 punto A.5 (apéndice A del presente anexo).

# 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 punto A.1 (apéndice A del presente anexo). 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 a la rotura

Los materiales de resina se someterán a ensayo de acuerdo con el punto A.26 (apéndice A del presente anexo) 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 punto A.22 (apéndice A del presente anexo). Los ensayos demostrarán las propiedades de ductilidad del material de la camisa de plástico a temperaturas de – 50 °C e inferiores cumpliendo los valores especificados por el fabricante. El polímero será compatible con las condiciones de servicio especificadas en el punto 4 de este anexo. De acuerdo con el método descrito en el punto A.23 (apéndice A del presente anexo), la temperatura de ablandamiento será como mínimo de 90 °C y la de fusión, de 100 °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 el cuadro 6.3 del presente anexo. Para diseños de los tipos GNC-2, GNC-3 y GNC-4, la envolvente 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 el cuadro 6.3 del presente 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, envolvente 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 el cuadro 6.3 del presente anexo. La verificación de los coeficientes de esfuerzos podrá hacerse también mediante calibres extensométricos. En el apéndice E, de carácter informativo, del presente anexo se describe un método aceptable.

## 6.6. Análisis de esfuerzos

Se realizará un análisis de esfuerzos para justificar el grosor mínimo de diseño de la pared. Incluirá la determinación de esfuerzos en camisas y fibras de diseños compuestos.

# 6.7. Evaluación de las fugas antes de la rotura (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 LBB se realizará de acuerdo con el punto A.6 (apéndice A del presente anexo). 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 punto A.13 (apéndice A del presente anexo). 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, ensayos 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 punto 4.1.4 del presente anexo, a menos que lo modifique la autoridad de homologación de tipo. 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 punto A.15 (apéndice A del presente anexo).

Los dispositivos limitadores de presión se someterán a ensayo de acuerdo con el punto A.24 (apéndice A del presente anexo).

## 6.10. Aberturas

#### 6.10.1. Generalidades

Solo 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 esta.

#### 6.12. Protección del exterior contra el medio ambiente

El exterior de las botellas cumplirá los requisitos de las condiciones del ensayo ambientales del punto A.14 (apéndice A del presente anexo). 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 punto A.9 (apéndice A del presente anexo).

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 informativo H del presente anexo se incluye un ensayo de resistencia ambiental que permite evaluar la adecuación de los sistemas de revestimiento.

## 6.13. Ensayos 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 ensayo 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 punto A.8 (apéndice A del presente anexo) 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 punto A.11 (apéndice A del presente anexo).

En el cuadro 6.6 de este anexo se incluye un cuadro con un resumen de los requisitos críticos de inspección de fabricación que deberán 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 grosor 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 autorizado. 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 siguiente requerirán ensayos de calificación del diseño según lo especificado en dicho cuadro.

Cuadro 6.1
Ensayo de calificación de diseño de materiales

		Punto pe	rtinente del prese	nte anexo	
	Acero	Aluminio	Resinas	Fibras	Camisas de plástico
Propiedades de resistencia a la trac- ción	6.3.2.2	6.3.3.4		6.3.5	6.3.6
Propiedades de resistencia al impacto	6.3.2.3				
Propiedades de flexión	6.3.2.4				
Examen de las soldaduras	6.3.2.5				
Resistencia al agrietamiento por sulfuros	6.3.2.6				
Resistencia al agrietamiento bajo carga permanente		6.3.3.3			
Agrietamiento por tensocorrosión		6.3.3.2			
Resistencia a la rotura			6.3.4.2		
Temperatura de transición vítrea			6.3.4.3		
Temperatura de ablandamiento/fu- sión					6.3.6
Mecánica de la fractura (*)	6.7	6.7			

<sup>(\*)</sup> No se requiere si se utiliza el planteamiento de ensayos de botellas con defectos del punto A.7 (apéndice A del presente anexo).

Cuadro 6.2

Valores aceptables para las ensayos de impacto

Diámetro de la botella D (mm)		≤ 140		
Dirección del ensayo		Longitudinal		
Anchura de la probeta (mm)	3-5	3 a 5		
Temperatura de ensayo (°C)		- 50		
Resistencia al impacto (J/cm²)  Media de 3 muestras  Muestra individual	30 24	35 28	40 32	60 48

Cuadro 6.3

Valores mínimos reales de rotura y relaciones de esfuerzo

	GNC-1 Todo metal	GNC-2 Envolvente de anillos		GN Envolvente	C-3 e completa	GNC-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	
Aramida		2,35	47	3,10	60 1)	3,1	62	
Carbono		2,35	47	2,35	47	2,35	47	
Híbrido		2)		2)		2)		

<sup>1)</sup> Presión mínima real de rotura. Además, tienen que hacerse cálculos de acuerdo con el punto 6.5 del presente anexo para confirmar que se cumplen también los requisitos mínimos de relación de esfuerzos.

Cuadro 6.4

Ensayos de calificación de los diseños de botellas

Emanyo ya mafanan dia dalamana	Tipo cilindro						
Ensayo y referencia del anexo	GNC-1	GNC-2	GNC-3	GNC-4			
A.12. Rotura	X *	X	X	X			
A.13. Temperatura ambiente/ciclo	X *	X	X	X			
A.14. Ensayo de ambiente ácido		X	X	X			
A.15. Fuego		X	X	X			
A.16. Penetración	X	X	X	X			
A.17. Tolerancia de defectos	X	X	X	X			
A.18. Fluencia a alta temperatura		X	X	X			
A.19. Rotura por esfuerzo		X	X	X			
A.20. Ensayo de caída			X	X			
A.21. Permeabilidad				X			
A.24. Comportamiento del DLP		X	X	X			
A.25. Ensayo de par del saliente	X			X			
A.27. Ciclo de gas natural				X			

<sup>2)</sup> Los coeficientes de esfuerzos y las presiones de rotura deben calcularse de acuerdo con el punto 6.5 del presente anexo.

Ensayo y referencia del anexo	Tipo cilindro						
Elisayo y referencia del allexo	GNC-1	GNC-2	GNC-3	GNC-4			
A.6. Evaluación de las LBB		X	X				
A.7. Temperatura extrema/ciclos	X	X	X	X			

X = requerido.

Cuadro 6.5

# Ensayos de lotes

Encavo y referencia del enevo	Tipo cilindro						
Ensayo y referencia del anexo	GNC-1	GNC-2	GNC-3	GNC-4			
A.12. Rotura	X	X	X	X			
A.13. Temperatura ambiente/ciclo	X	X	X	X			
A.1. Resistencia a la tracción	X	Χ†	Χ†				
A.2. Impacto (acero)	X	X †	X †				
A.9.2. Revestimiento *	X	X	X	X			

X = requerido.

Cuadro 6.6

Requisitos críticos de la inspección de producción

Tipo	Tipo cilindro						
Requisitos de la inspección	GNC-1	GNC-2	GNC-3	GNC-4			
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.		l	l	1			

<sup>\* =</sup> No requerido para botellas diseñadas según ISO 9809 (ISO 9809 ya tiene en cuenta dichos ensayos).

<sup>\* =</sup> Excepto cuando no se utiliza revestimiento protector.

<sup>† =</sup> Ensayos en el material de la camisa.

# Cuadro 6.7

# Cambio de diseño

	Tipo de ensayo									
Cambio de diseño	Rotura hidrostá- tica A.12	Ciclos a temp. am- biente: A.13	Am- bient. A.14	Fuego A.15	Penetra- ción A.16	Toleran- cia de defectos A.17	Alta temp.: fluencia A.18 Rotura por esfuerzo A.19 Ensayo de caída A.20	Permeabilidad A.21 GNC Par del saliente A.25 Ciclos A.27	Comportamiento del DLP A.24	
Fabricante de fibra	X	X					X *	X †		
Botella metálica o material de la ca- misa	X	X	X *	X	X *	X	X *			
Material de la ca- misa de plástico		X	X					Χ†		
Material de fibra	X	X	X	X	X	X	X	Х †		
Material de resina			X		X	X	X			
Cambio de diámetro ≤ 20 %	X	X								
Cambio de longitud > 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 % <sup>®</sup>	X	X								
Forma de la cúpula	X	X						Х †		
Tamaño de la aber- tura	X	X								
Cambio del revesti- miento			X							
Diseño del saliente final								Χ†		
Cambio del proceso de fabricación	X	X								
Dispositivo limi- tador 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.
- @ Solo cuando el grosor 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 punto A.6 (apéndice A del presente anexo). El tamaño admisible de los defectos se determinará de acuerdo con el punto 6.15.2 anterior.

Las botellas diseñadas según ISO 9809 y que cumplan todos los requisitos de esta norma, solo tendrán que cumplir los requisitos de los ensayos de materiales del punto 6.3.2.4 y los requisitos de los ensayos de calificación del diseño del punto 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 ensayos no destructivos 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 grosor 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 términos 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. Examen no destructivo

En todas las botellas metálicas se realizarán los ensayos siguientes:

- a) ensayo de dureza de acuerdo con el punto A.8 (apéndice A del presente anexo);
- b) examen por ultrasonidos según BS 5045, parte 1, anexo I, o mediante un método de ensayo no destructivo cuya equivalencia esté demostrada, para garantizar que el tamaño máximo de los defectos no superará el tamaño especificado en el diseño, determinado de acuerdo con el punto 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 punto A.11 (apéndice A del presente anexo).

# 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 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 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 punto A.1 (apéndice A del presente anexo) y cumplirá los requisitos del diseño,
- iii) para botellas de acero, 3 ensayos de impacto de acuerdo con el punto A.2 (apéndice A del presente anexo) y cumplirán los requisitos del punto 6.3.2.3 anterior,
- iv) si forma parte del diseño un revestimiento protector, este se someterá a ensayo de acuerdo con el punto A.9.2 (apéndice A del presente anexo).

Todas las botellas representadas por un ensayo de lote que no cumplan los requisitos especificados se someterán a los procedimientos indicados en el punto 6.16.

- Si el revestimiento no cumple los requisitos del punto A.9.2. (apéndice A del presente anexo), 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 punto A.12 (apéndice A del presente anexo).
  - Si la presión de rotura es inferior a la mínima calculada, se aplicarán los procedimientos especificados en el punto 6.16 anterior;
- c) ensayo de ciclos periódicos de presión. Las botellas terminadas se someterán a ciclos de presión de acuerdo con el punto A.13 (apéndice A del presente anexo) 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 la botellas sometidas a ciclos de presión según el punto 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 el inciso 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 6 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 punto 6.16 del presente anexo. El ensayo de ciclos de presión se repetirá entonces en tres botellas adicionales de dicho lote. Si cualquiera de las tres 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 punto 6.13 anterior.

# 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 punto 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 punto A.13 (apéndice A del presente anexo) 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. 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 punto A.15 (apéndice A del presente anexo) y cumplirán los requisitos establecidos en el mismo.

# 7.5.5. Ensayo de penetración

Los ensayos se realizarán de acuerdo con el punto A.16 (apéndice A del presente anexo) y cumplirán 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 punto 7.5.3 anterior, se realizarán ensayos de aparición de LBB de acuerdo con el punto A.6 del apéndice A del presente anexo, y cumplirán los requisitos establecidos en el mismo.

# 8. BOTELLAS CON ENVOLVENTE 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 envolvente 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 punto A.6 (apéndice A del presente anexo). El tamaño admisible de los defectos se determinará de acuerdo con el punto 6.15.2 anterior.

# 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. Envolvente de material compuesto

El esfuerzo de tracción de las fibras cumplirá los requisitos del punto 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. 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.

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 punto 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 punto 8.2.3 anterior 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 punto A.8 (apéndice A del presente anexo);
- 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 punto A.11 (apéndice A del presente anexo). 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 ensayo 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 punto A.1 (apéndice A del presente anexo) y cumplirá los requisitos del diseño,
  - iii) para botellas de acero, 3 ensayos de impacto de acuerdo con el punto A.2 (apéndice A del presente anexo) y cumplirán los requisitos del diseño,
  - iv) si forma parte del diseño un revestimiento protector, este se someterá a ensayo de acuerdo con el punto A.9.2 (apéndice A del presente anexo) y cumplirá los requisitos establecidos en el mismo. Todas las botellas o camisas representadas por ensayo de lote que no cumplan los requisitos especificados se someterán a los procedimientos indicados en el punto 6.16 anterior.

Si el revestimiento no cumple los requisitos del punto A.9.2. (apéndice A del presente anexo), 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 punto 7.4.b) anterior.
- c) Ensayo de ciclos periódicos de presión. De acuerdo con los requisitos del punto 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 punto 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 punto A.12 (apéndice A del presente anexo). 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 punto A.12 (apéndice A del presente anexo). 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 punto 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 punto A.13 (apéndice A del presente anexo) 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

Una botella se someterá a ensayo de acuerdo con el punto A.14 (apéndice A del presente anexo) 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 punto A.15 (apéndice A del presente anexo) y cumplirán los requisitos establecidos en el mismo.

# 8.6.6. Ensayo de penetración

Se someterá a ensayo una botella terminada con arreglo al punto A.16 (apéndice A del presente anexo) y cumplirá los requisitos establecidos en el mismo.

## 8.6.7. Ensayos de tolerancia de defectos

Se someterá a ensayo una botella terminada con arreglo al punto A.17 (apéndice A del presente anexo) 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 punto A.18 (apéndice A del presente anexo) y cumplirá los requisitos establecidos en el mismo.

## 8.6.9. Ensayo acelerado de rotura por esfuerzos

Se someterá a ensayo una botella terminada con arreglo al punto A.19 (apéndice A del presente anexo) y cumplirá los requisitos establecidos en el mismo.

# 8.6.10. Aparición de LBB

Para diseños de botellas que no superen 45 000 ciclos cuando se sometan a ensayo con arreglo al punto 8.6.3 anterior, se realizarán ensayos de aparición de LBB de acuerdo con el punto A.6 del apéndice A del presente anexo, y cumplirán los requisitos establecidos en el mismo.

# 8.6.11. Ensayos de ciclos de presión a temperaturas extremas

Se someterá a ensayo una botella terminada con arreglo al punto A.7 (apéndice A del presente anexo) 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 punto A.6 (apéndice A del presente anexo). El tamaño admisible de los defectos se determinará de acuerdo con el punto 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 esta se aplaste o arrugue.

# 9.2.2. Envolvente de material compuesto

El esfuerzo de tracción de las fibras cumplirá los requisitos del punto 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 punto 8.3 anterior 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 los ensayos de producción estarán de acuerdo con lo establecido en el punto 8.4 anterior.

## 9.5. Ensayos de lotes de botellas

Los ensayos de lotes estarán de acuerdo con los requisitos del punto 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 punto 8.6 anterior y del punto 9.6 siguiente, con la excepción de que no se precisa la rotura de la camisa según el punto 8.6 anterior.

## 9.6.1. Ensayo de caída

Una o más botellas terminadas se someterán al ensayo de caída de acuerdo con el punto A.30 (apéndice A del presente anexo).

## 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 punto 6.5 anterior.

En los salientes metálicos de los extremos se utilizarán roscas cónicas y cilíndricas de acuerdo con los puntos 6.10.2 o 6.10.3 anteriores.

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 punto 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 punto 8.3 anterior, 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 punto A.11 (apéndice A del presente anexo). El fabricante definirá el límite de expansión elástica apropiado para la presión de ensayo 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 ensayos de lotes.

## 10.5.2. Ensayo de fugas

Todas las botellas terminadas se someterán a ensayos de fugas de acuerdo con el punto A.10 (apéndice A del presente anexo) 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) ensayo de materiales del lote:

Una botella, 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 punto A.22 (apéndice A del presente anexo) y cumplirá los requisitos del diseño,
- iii) la temperatura de fusión de la camisa de plástico se someterá a ensayo de acuerdo con el punto A.23 (apéndice A del presente anexo) y cumplirá los requisitos del diseño,
- iv) si forma parte del diseño un revestimiento protector, este se someterá a ensayo de acuerdo con el punto A.9.2 (apéndice A del presente anexo). Si el revestimiento no cumple los requisitos del punto A.9.2 (apéndice A del presente anexo), 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 punto 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 punto A.25 (apéndice A del presente anexo). La botella se someterá entonces a ciclos de presión de acuerdo con los procedimientos establecidos en el punto 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 punto A.10 (apéndice A del presente anexo) y cumplirá los requisitos establecidos en el mismo.

## 10.7. Ensayos de calificación del diseño de las botellas

#### 10.7.1. Generalidades

Los ensayos de calificación de las botellas serán conformes a los requisitos de los puntos 8.6, 10.7.2, 10.7.3 y 10.7.4 del presente anexo, con la excepción de que el ensayo de aparición de LBB del punto 8.6.10 no es necesario.

## 10.7.2. Ensayo de par del saliente

Una botella se someterá a ensayo de acuerdo con el punto A.25 (apéndice A del presente anexo).

## 10.7.3. Ensayo de permeabilidad

Una botella se someterá al ensayo de permeabilidad de acuerdo con el punto A.21 (apéndice A del presente anexo) y cumplirá los requisitos establecidos en el mismo.

## 10.7.4. Ensayo de ciclos de gas natural

Se someterá a ensayo una botella terminada con arreglo al punto A.27 (apéndice A del presente anexo) 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 regruesados 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) «SOLO GNC»,
  - ii) «NO UTILIZAR DESPUÉS DE XX/XXXX», donde «XX/XXXX» indica el mes y año de caducidad (¹),
  - iii) identificación del fabricante,
  - iv) identificación de la botella (número de pieza aplicable y número de serie exclusivo 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 certificación,
  - 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) rango de temperaturas del gas, por ejemplo, 40 °C a 65 °C,
- 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:

SOLO GNC

NO UTILIZAR DESPUÉS DE .../...

Fabricante/Número de pieza/Número de serie

20 MPa/15 °C

CEPE R 110 GNC-2 (nº de registro ...)

«Utilizar sólo dispositivo limitador de presión autorizado por el fabricante»

<sup>(</sup>¹) 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.

## 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. En el caso de las botellas con camisas de acero inoxidable soldado, se realizarán ensayos de resistencia a la tracción en material tomado de las soldaduras con arreglo al método descrito en el punto 8.4 de la norma EN 13322-2. Las dos caras de las probetas 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 3A. En el caso de las botellas con camisas de acero inoxidable soldado, se realizarán ensayos de impacto en material tomado de las soldaduras con arreglo al método descrito en el punto 8.6 de la norma EN 13322-2. La entalladura será perpendicular a la cara de la pared de la botella. Para los ensayos 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 ambientes 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

Los ensayos 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. ENSAYOS DE FISURACIÓN BAJO CARGA PERMANENTE, ALUMINIO

Los ensayos de resistencia a la fisuración bajo carga permanente se realizarán de acuerdo con el anexo D de ISO/DIS 7866 y cumplirán 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 TEMPERATURAS EXTREMAS

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 durante 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 durante 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 el ensayo de ciclos a baja temperatura.

Después de los ciclos de ensayos 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 punto A.10 siguiente.

#### 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 [OBLIGATORIOS SI SE APLICA EL PUNTO 6.12.c) DEL ANEXO 3A].

## A.9.1. Ensayos de comportamiento del revestimiento

Los revestimientos se evaluarán utilizando los siguientes métodos de ensayo o aplicando normas nacionales equivalentes:

- a) ensayos de adherencia según ISO 4624 utilizando el método A o B, según proceda. El revestimiento obtendrá una clasificación de adherencia 4A o 4B, según proceda;
- (b) ensayos de flexibilidad de acuerdo con el ensayo de flexión con mandril ASTM D522 de revestimientos orgánicos fijados, utilizando el método de ensayo B con un mandril de 12,7 mm (0,5 pulgadas) 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;
- c) resistencia al impacto de acuerdo con el método de ensayo de resistencia de revestimientos orgánicos a los efectos de deformación rápida (impacto) ASTM D2794. El revestimiento a temperatura ambiente superará un ensayo de impacto de 18 J (160 in-lbs);
- d) resistencia química cuando se someta a ensayo generalmente de acuerdo con el efecto de los productos químicos para uso doméstico en acabados orgánicos transparentes y pigmentados ASTM D1308. 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;
- e) 1 000 horas de exposición como mínimo de acuerdo con el procedimiento para uso de aparatos expuestos a la luz y al agua (tipo fluorescente con condensación de agua) para exposición de materiales no metálicos ASTM G53. 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 %;

- f) 500 horas de exposición como mínimo de acuerdo con el método de ensayo por pulverización de sal (niebla) ASTM B117. 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;
- g) resistencia a melladuras a temperatura ambiente utilizando la resistencia a las melladuras de revestimientos ASTM D3170. El revestimiento alcanzará una clasificación 7A o superior y no quedará expuesta ninguna parte del sustrato.

## A.9.2. Ensayos de lotes de revestimientos

a) Grosor del revestimiento

El grosor del revestimiento cumplirá los requisitos del diseño cuando se someta a ensayo de acuerdo con ISO 2808.

b) 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 ensayo, 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 ensayos de lotes.

## Opción 2: Ensayo 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 segundos 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 ensayo a una botella terminada:

- a) 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;
- b) se procederá entonces a la rotura de la botella de acuerdo con el procedimiento definido en el punto 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 limitadores de presión y/o aislamiento térmico integral) 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 el ensayo 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). 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.

## 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. Mediciones de temperatura y presión

Se supervisarán 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 la pantalla metálica para evitar la incidencia directa de la llama sobre los termopares. Otro método consiste en insertar los termopares en bloques metálicos cuadrados de menos de 25 mm².

Se medirá la presión en el interior de la botella mediante un sensor de presión sin modificar la configuración del sistema sometido a ensayo.

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 ensayo

Las botellas se someterán a presión con gas natural y se someterán a ensayo en posición horizontal a:

- a) la presión de trabajo, y
- b) 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 ± 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 finalicen este ensayo 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 punto 4.4.2 del anexo 3A en 20 °C como mínimo. Se someterá una botella terminada a ensayo como se indica a continuación:

- 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

Solo 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 punto 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. ENSAYO DE DAÑOS POR IMPACTO

Una o más botellas terminadas se someterán 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. Se dejará caer verticalmente una botella 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. Se dejará caer una botella en 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, durante 1 000 veces la vida útil especificada en años. Las botellas podrán presentar fugas pero no rotura durante el ensayo cíclico. Todas las botellas que superen el ensayo cíclico serán destruidas.

#### A.21. ENSAYO DE PERMEABILIDAD

Este ensayo solo es necesario para los diseños de 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 punto 6.3.6 del anexo 3A.

## 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 punto 6.3.6 del anexo 3A.

## A.24. REQUISITOS DE LOS DISPOSITIVOS LIMITADORES DE PRESIÓN

La compatibilidad de los dispositivos limitadores de presión especificados por el fabricante con las condiciones de servicio indicadas en el punto 4 del anexo 3A se demostrará por medio de los ensayos de calificación siguientes:

a) se mantendrá una muestra a una temperatura controlada no inferior a 95 °C y a una presión no inferior a la presión de ensayo (30 MPa) 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 mediante ciclos de presión a una frecuencia no superior a 4 ciclos por minuto, de la manera siguiente:
  - i) se la mantendrá a 82 °C mientras se aplican 10 000 ciclos de presión entre 2 y 26 MPa;
  - ii) se la mantendrá a 40 °C mientras se aplican 10 000 ciclos de presión entre 2 y 20 MPa.

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

- c) los componentes de retención de presión de latón expuestos soportarán, sin sufrir agrietamiento por corrosión bajo tensión, el ensayo de nitrato de mercurio descrito en la norma 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. Tras la inmersión, se someterá el dispositivo limitador de presión a un ensayo de fugas aplicando una presión aerostática de 26 MPa 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.

#### 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 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 punto 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 punto A.12 (ensayo de rotura por presión hidrostática), punto 8.6.3 del anexo 3A (ensayo de ciclos de presión a temperatura ambiente) y punto 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 punto A.10 (ensayo de fugas).

## A.28. ENSAYO DE DOBLADO, CAMISAS DE ACERO INOXIDABLE SOLDADO

Se realizarán ensayos de doblado en material tomado de la parte cilíndrica de una camisa de acero inoxidable soldado y sometido a ensayo con arreglo al método descrito en el punto 8.5 de la norma EN 13322-2. La probeta no se agrietará al doblarla hacia el interior alrededor de un molde de forma que la distancia entre los bordes internos no sea superior al diámetro del molde.

Apéndice I	В
------------	---

(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.

Formulario 1: Informe del fabricante y certificado de conformidad Fabricado por: Dirección: Número de registro reglamentario: Marca y número del fabricante: Descripción de la botella: Las marcas troqueladas en la espalda o en las etiquetas de la botella son: «Solo GNC»: «NO UTILIZAR DESPUÉS DE»: «Marca del fabricante»: Número de serie y de pieza: Presión de trabajo en MPa: Reglamento: Tipo de protección contra incendios: Fecha del ensayo original (mes y año): Masa de la botella vacía (en kg): Marca del organismo o inspector autorizados: k) Capacidad de agua en litros:

<sup>(</sup>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.

l) Presión de ensayo en MPa:
m) Instrucciones especiales:
Todas las botellas se han fabricado cumpliendo todos los requisitos del Reglamento $n^{\circ}$ 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 ensayos han sido satisfactorios en todos los aspectos cumpliendo los requisitos del tipo indicado anteriormente.
Observaciones:
Autoridad de homologación de tipo:
Firma del inspector:
Firma del fabricante:
Lugar y 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 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 un 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 ensayadas cíclicamente en el marco de los ensayos de calificación del diseño (según los puntos A.13 y A.14 del apéndice A del presente anexo) para cada tipo de diseño. Utilizar en el análisis la longitud de grieta mayor de las tres botellas. Crear un modelo de grieta semielíptica 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 semielíptica en las posiciones especificadas en el punto 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 punto 6.6 del anexo 3A. 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 I2737 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 el punto sensible a la fatiga, identificado conforme al punto F.1 anterior, está fuera de la pared lateral, el ensayo de fractura también se realizará en dicho lugar. 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 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 grosor 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 grosor aproximado de 12,5 mm con un ángulo de 45° 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 40 mm, y de 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 punto A.12 (apéndice A del presente anexo),

ii) presión cíclica.

El procedimiento de ensayo estará de acuerdo con los requisitos del punto A.13 del apéndice A del presente anexo:

d) criterios de aceptación para ensayos de botellas con defectos:

Se considerará que la botella ha superado el ensayo 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 26 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:

- a) las grietas por fatiga se modelarán en los puntos de alto esfuerzo de la pared/camisa como defectos planos;
- b) el intervalo de esfuerzos aplicados en el punto sensible a la fatiga, debidos a una presión comprendida entre 2 y 20 MPa, se establecerá a partir del análisis de esfuerzos descrito en el punto F.1 del presente apéndice;
- c) los componentes de esfuerzo de flexión y de membrana podrán utilizarse por separado;
- d) 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 ensayos realizados 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 grosor 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 la letra 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 punto 6.15 del anexo 3A, se someterán a ciclos de presión hasta el fallo de acuerdo con el método de ensayo del punto A.13 (apéndice A del presente anexo). 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 DE RECIPIENTES 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, como, 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. ALCANCE

Con el ensayo ambiental se pretende demostrar que las botellas de 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. Este ensayo fue desarrollado por la industria de automoción de los Estados Unidos en respuesta 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 preacondicionará 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 el ensayo 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 preacondicionamiento 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.

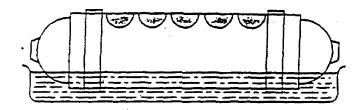
Aunque el preacondicionamiento y la exposición a fluidos se realiza en la sección cilíndrica de la botella, la totalidad de ésta, incluidas las secciones de cúpula, será tan resistente a los ambientes de exposición como las zonas expuestas.

Figura H.1

## Orientación de la botella y disposición de las zonas de exposición

Otros fluidos

Zona expuesta



Zona de inmersión

(tercio inferior)

#### 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.

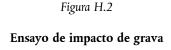
Durante el impacto del péndulo, la botella se mantendrá en su posición por medio de los salientes finales o de los soportes de montaje previstos.

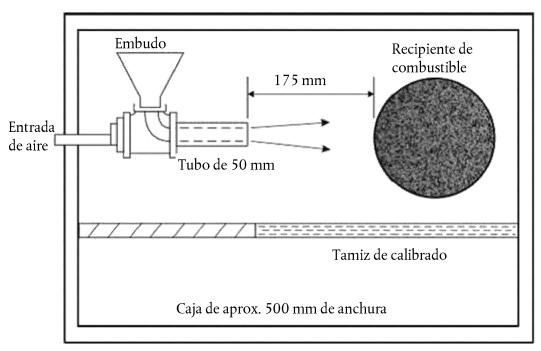
## b) Impacto de grava

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 el método de ensayo estándar para resistencia a melladuras de revestimientos ASTM D3170, 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).





## H.5. AMBIENTES DE EXPOSICIÓN

## a) Ambiente de inmersión

En la fase especificada de la secuencia de ensayos (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 ± 0,1 %,

cloruro cálcico: 2,5 % en peso ± 0,1 %,

ácido sulfúrico: suficiente para conseguir una solución con un pH de 4,0 ± 0,2.

El nivel y el pH de la solución se ajustarán antes de cada paso de los ensayos 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. Las soluciones son:

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 de amonio: 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 DE ENSAYO

## a) Ciclo de presión

Según lo definido en la secuencia de ensayo, la botella se someterá a ciclos de presión hidráulica entre un mínimo de 2 MPa y un máximo 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,

reducción 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  $82 \pm 5$  °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 en la sección superior de la botella se preacondicionarán mediante un solo impacto del vértice del cuerpo del péndulo en su centro geométrico. Después del impacto, se terminará el preacondicionamiento 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 preacondicionará 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 preacondicionará mediante la aplicación de impactos de grava.

La botella no estará bajo presión durante el preacondicionamiento.

## 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 punto A.12 del apéndice A del presente anexo. La presión de rotura de la botella no será inferior al 85 % de la presión de rotura mínima de diseño.

Cuadro 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 3B

# Depósitos de combustible líquido — Vasijas aisladas por vacío para el almacenamiento a bordo de gas natural como combustible para vehículos automóviles

#### 1. ALCANCE

En el presente anexo se establecen los requisitos mínimos para depósitos rellenables de combustible líquido. Los depósitos están exclusivamente destinados al almacenamiento a bordo de gas natural líquido como combustible para vehículos automóviles a los que se fijarán dichos depósitos. Estos pueden ser de cualquier material de acero inoxidable austenítico y su diseño o método de fabricación serán adecuados para las condiciones de servicio especificadas.

Los depósitos para GNL incluidos en el ámbito de aplicación del presente anexo están clasificados en la clase 5.

Las condiciones de servicio que deberán soportar los depósitos se describen en el punto 2 siguiente.

El presente anexo se basa en una presión de trabajo inferior a 26 MPa. Las presiones de trabajo (PT) pueden adaptarse ajustando la presión de ensayo por el factor adecuado (coeficiente) utilizando la siguiente fórmula:

$$P_{ensayo} = 1,3 (PT + 0,1) [MPa]$$

La vida útil de los depósitos será definida por el fabricante y podrá variar según las aplicaciones.

#### 2. CONDICIONES DE SERVICIO

#### 2.1 Generalidades

## 2.1.1. 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 depósitos destinados a ser montados permanentemente en vehículos y utilizados para almacenar gas natural a temperaturas criogénicas para utilizarlo como combustible en vehículos.

## 2.1.2. Uso de depósitos

Las condiciones de servicio especificadas también tienen por objeto proporcionar información sobre cómo los depósitos fabricados con arreglo al presente Reglamento pueden ser utilizados con seguridad por:

- a) fabricantes de depósitos;
- b) propietarios de depósitos;
- c) diseñadores o contratistas responsables de la instalación de depósitos;
- d) diseñadores o propietarios de equipos utilizados para rellenar depósitos para vehículos;
- e) suministradores de gas natural, y
- f) autoridades reglamentarias con jurisdicción sobre el uso de botellas.

## 2.1.3. Recalificación periódica

El fabricante del depósito 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 depósito será objeto de inspección visual al menos cada 120 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 servicio técnico designado o autorizado por la autoridad de homologación de tipo, de acuerdo con las especificaciones del fabricante. Los depósitos sin etiquetas con información obligatoria o con etiquetas que contengan información obligatoria que sea ilegible de alguna manera, se retirarán del servicio. Si el depósito se puede identificar con certeza por fabricante y número de serie, se podrá aplicar una etiqueta se sustitución y el depósito podrá continuar en servicio.

## 2.1.4. Depósitos involucrados en colisiones

Los depósitos que hayan estado involucrados en una colisión de vehículos serán inspeccionados de nuevo por un organismo autorizado por el fabricante a menos que disponga otra cosa la autoridad competente que tenga jurisdicción. Los depósitos que no hayan sufrido daños en la colisión podrán volverse a poner en servicio y en caso contrario serán devueltos al fabricante para su evaluación.

## 2.1.5. Depósitos involucrados en incendios

Los depósitos que hayan sido sometidos a la acción del fuego serán inspeccionados de nuevo por un organismo autorizado por el fabricante o condenados y retirados del servicio.

## 2.2. Presión máxima

El fabricante establecerá la presión de trabajo máxima admisible, que se corresponderá con el valor nominal establecido para la válvula limitadora de presión primaria. La presión de trabajo máxima admisible será inferior a 26 MPa.

## 2.3. Rango de temperaturas

La temperatura del líquido en los depósitos podrá variar entre un mínimo de - 195 °C y un máximo de 65 °C.

## 2.4. Composición del gas

El hidrógeno estará limitado al 2 % en volumen si los depósitos se fabrican con acero cuya resistencia a la rotura por tracción es superior a 950 MPa.

## 2.5. Superficies exteriores

Los depósitos no se someterán a una exposición continua a ataques químicos o mecánicos, como, 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 exteriores de los depósitos pueden verse sometidas inadvertidamente a:

- a) disolventes, ácidos y álcalis, fertilizantes, y
- b) líquidos de automoción, inclusive gasolina, líquidos hidráulicos, glicol y aceites.

## 2.6. Fugas y evacuación

En el caso de depósitos de GNL situados en espacios cerrados durante largos períodos de tiempo (por ejemplo, para una revisión), deberán tratarse adecuadamente las fugas y la evacuación de gas natural (u otras sustancias inflamables) del depósito, a fin de evitar los peligros que supone la liberación de sustancias inflamables en lugares cerrados.

2.7. Los depósitos de GNL para vehículos tendrán un período de retención por diseño (fabricado sin limitación de presión) mínimo de 5 días después de haber sido llenados por completo y al punto más elevado de la gama de temperaturas/presiones de llenado por diseño.

### HOMOLOGACIÓN DEL DISEÑO

#### 3.1. Generalidades

El diseñador o el fabricante del depósito presentarán la información siguiente con una solicitud de homologación a la autoridad de homologación de tipo:

- a) declaración de servicio (punto 3.2);
- b) datos de diseño (punto 3.3);
- c) datos de fabricación (punto 3.3.7);
- f) hoja de especificaciones (punto 3.3.8);
- g) datos adicionales de apoyo (punto 3.3.9.1).

#### 3.2. Declaración de servicio

El objeto de esta declaración es orientar a usuarios e instaladores de depósitos e informar a la autoridad de homologación de tipo o a su representante designado. La declaración de servicio incluirá:

- a) una declaración de que el diseño del depósito es adecuado para uso en las condiciones de servicio definidas en el punto 4 para la vida útil del depósito;
- b) la vida útil;
- c) los requisitos mínimos de ensayos y/o inspección en servicio;
- d) los dispositivos limitadores de presión necesarios;
- e) los métodos de soporte, etc., necesarios pero no suministrados;
- f) una descripción del diseño del depósito;
- g) tiempo de retención por diseño;
- h) toda otra información necesaria para asegurar el uso e inspección seguros del diseño.

## 3.3. Datos de diseño

## 3.3.1. Dibujos

Los dibujos 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 depósito;
- c) todas las dimensiones completas de la vasija a presión con tolerancias, incluidos detalles de los cierres finales con grosores mínimos y de las aberturas;
- d) masa de los depósitos completa con tolerancias;
- e) especificaciones del material completas con propiedades mínimas mecánicas y químicas o intervalos de tolerancias;
- f) otros datos, como la presión mínima de ensayo.

## 3.3.2. Informe de análisis de esfuerzos

Se proporcionará un análisis de esfuerzos.

Los métodos de cálculo aceptables incluyen los métodos siguientes:

- a) elementos finitos;
- b) diferencias finitas;
- c) elementos de contorno;
- d) otros métodos reconocidos.

Se incluirá en el informe una tabla que resuma los esfuerzos calculados.

## 3.3.3. Datos sobre los materiales

Se presentará una descripción detallada de los materiales y de las tolerancias de las propiedades de los materiales utilizados en el diseño.

## 3.3.4. Datos de ensayos de calificación del diseño

El material, diseño, fabricación y examen de los depósitos serán adecuados para el servicio pretendido, cumpliendo los requisitos de los ensayos exigidos para el diseño de cada depósito concreto, 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, grosores de paredes y pesos de cada uno de los depósitos sometidos a ensayo.

#### 3.3.5. Protección contra incendios

Se especificará la disposición de los dispositivos limitadores de presión que protegen el depósito contra una rotura brusca cuando se somete a las condiciones de incendio del punto A.1 del apéndice A del presente anexo. Los datos de los ensayos probarán la eficacia del sistema especificado de protección contra incendios.

## 3.3.6. Soportes de los depósitos

Se presentarán detalles de los soportes de los depósitos o de los requisitos de los soportes de acuerdo con el punto 4.11.

#### 3.3.7. Datos de fabricación

Se proporcionarán descripciones de los procesos de fabricación y los ensayos de fabricación.

Los elementos siguientes se ajustarán a la norma EN 1251-2 (2000):

- a) sistema de calidad;
- b) corte;
- c) conformado en frío;
- d) conformado en caliente;
- e) tolerancias de fabricación;
- f) soldadura;
- g) uniones no soldadas.

## 3.3.8. Hoja de especificaciones

Para cada diseño de depósito se incluirá una lista en una hoja de especificaciones con un resumen de los documentos que proporcionen la información requerida en el punto 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 del depósito 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.

## 3.3.9.1. Datos adicionales de apoyo

Cuando proceda, se presentarán datos adicionales que apoyen la solicitud, como el historial de servicio del material que se proponga utilizar, o la utilización de un diseño concreto de depósito en otras condiciones de servicio.

## 3.4. Homologación y certificación

## 3.4.1. Inspección y ensayos

Se requiere la realización de la evaluación de la conformidad de acuerdo con las disposiciones del punto 11 del presente Reglamento.

Con objeto de garantizar que los depósitos cumplen el presente Reglamento, se someterán a inspección realizada por la autoridad competente de acuerdo con el punto 4.10.

## 3.4.2. Certificado de ensayo

Si los resultados del ensayo de prototipo de acuerdo con el punto 4.10 son satisfactorios, la autoridad competente emitirá un certificado de ensayo. En el apéndice D de este anexo se incluye un ejemplo de dicho certificado.

## 4. REQUISITOS

#### 4.1. Generalidades

El diseño de los depósitos cubrirá todos los aspectos pertinentes que sean necesarios para asegurar que todos los depósitos producidos según el diseño serán adecuados para su objeto durante la vida útil especificada.

## 4.2. Diseño

El presente Reglamento no contiene fórmulas de diseño, pero requiere que se demuestre la adecuación del diseño mediante cálculos adecuados y por el hecho de que los depósitos superen regularmente los ensayos de material, calificación del diseño, producción y lotes, especificados en el presente Reglamento.

## 4.3. Materiales

Los materiales utilizados serán adecuados para las condiciones de servicio especificadas en el punto 2. El diseño no incluirá materiales incompatibles en contacto. Los ensayos de calificación del diseño para materiales se resumen en el cuadro 6.1.

Los materiales del depósito de combustible y sus accesorios serán compatibles, según corresponda, con:

- a) el GNL;
- b) otros medios y fluidos presentes en un vehículo, como refrigerantes, líquido de frenos y ácido de batería.

Los materiales utilizados a bajas temperaturas cumplirán los requisitos de resistencia de la norma ISO 21028-1 (2004). En el caso de los materiales no metálicos, su idoneidad será validada por un método experimental, teniendo en cuenta las condiciones de servicio.

Los materiales utilizados para la camisa exterior garantizarán la integridad del sistema de aislamiento y estarán hechos de acero inoxidable austenítico y su alargamiento al punto de ruptura, a la temperatura del nitrógeno líquido, será de un 12 % como mínimo.

En el caso de la vasija interior, se garantizará que los materiales resistirán todas las cargas de fatiga durante el período de servicio.

No es necesario añadir una tolerancia para la corrosión en el caso de la vasija interior. No es necesario añadir una tolerancia para la corrosión en otras superficies si están protegidas contra la corrosión.

En el caso de las vasijas soldadas, las soldaduras tendrán propiedades equivalentes a las especificadas para el material de origen para todas las temperaturas a las que el material puede verse sometido.

## 4.3.1. Composición

Se declarará la composición química de todos los aceros, que se definirá, como mínimo, por el contenido de carbono, manganeso, silicio, níquel, cromo y molibdeno, así como cualquier otro elemento de aleación añadido intencionalmente.

## 4.3.2. Ensayo de tracción

Las propiedades de resistencia a la tracción del acero soldado en la vasija interior serán sometidas a ensayo conforme a las normas EN 895:1995 y EN 6892-1:2009.

## 4.3.3. Ensayo de impacto

Las propiedades de resistencia al impacto del acero soldado en la vasija interior serán sometidas a ensayo conforme a las normas EN 1251-2:2000 y EN 10045-1:1990.

#### 4.3.4. Ensayo de doblado

Las propiedades de flexión del acero soldado en la vasija interior serán sometidas a ensayo conforme a la norma EN 910:1996.

#### 4.3.5. Examen de las soldaduras

La inspección radiográfica del acero soldado de la vasija interior se realizará conforme a las normas EN 1251-2:2000 y EN 1435:1997.

## 4.4. Presión de ensayo

En la fabricación se utilizará la siguiente presión mínima de ensayo para la vasija interior:

$$P_{\text{ensayo}} = 1,3 \text{ (PT + 0,1) [MPa]}$$

donde:

PT se expresa en MPa.

#### 4.5. Análisis de esfuerzos

Se realizará un análisis de esfuerzos para justificar el grosor mínimo de diseño de la pared. Se realizará un análisis de esfuerzos para justificar el diseño de los elementos internos de soporte cuando se ven expuestos a las aceleraciones descritas en el punto 18.4.4 del presente Reglamento. El esfuerzo no superará la resistencia mínima a la rotura por tracción del material calculada con un modelo lineal de esfuerzos. No es necesario calcular el esfuerzo admisible en los elementos internos de soporte si puede demostrarse que el depósito de combustible soporta las aceleraciones previstas en el punto 18.4.4 sin sufrir ningún daño de la estructura del interior del depósito o sus soportes.

## 4.6. Inspección y ensayos

La inspección de fabricación especificará programas y procedimientos para:

- a) inspección, ensayos y criterios de aceptación de fabricación, e
- b) inspecciones periódicas en servicio, ensayos y criterios de aceptación en servicio. El intervalo entre inspecciones visuales de las superficies externas de los depósitos estará de acuerdo con el punto 2.1.3 del presente anexo. En el apéndice B del presente anexo se incluye una guía para las instrucciones del fabricante relativas a manipulación, uso e inspección.

## 4.7. Protección contra incendios

Todos los depósitos se protegerán contra incendios mediante dispositivos limitadores de presión. El depósito, sus materiales, los dispositivos limitadores de presión y cualquier material protector o aislante añadido se diseñarán para garantizar colectivamente una seguridad adecuada en caso de incendio en el ensayo especificado en el punto A.1 (anexo 3B, apéndice A).

Los dispositivos limitadores de presión se someterán a ensayo de acuerdo con el punto A.1 (anexo 3B, apéndice A).

#### 4.8. (Reservado)

## 4.9. Soportes de los depósitos

El fabricante especificará los medios con los cuales se sujetarán los depósitos para su instalación en los vehículos. El fabricante facilitará también instrucciones de instalación, incluida la fuerza de sujeción y el par máximos para no aplicar tensiones inaceptables al depósito ni dañar a superficie de este.

## 4.10. Ensayos de calificación del diseño

Para la homologación de cada tipo de depósito, se demostrará 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 depósitos resumidos en el cuadro 6.2 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 los depósitos y presenciará los ensayos correspondientes. Si se someten a ensayo más depósitos de los requeridos por el presente anexo, se documentarán todos los resultados.

## 4.11. Exámenes y ensayos de fabricación

Se proporcionarán descripciones de los exámenes y los ensayos de fabricación.

Los elementos siguientes se ajustarán a la norma EN 1251-2 2000:

- a) etapas de inspección;
- b) planes de ensayos para el control de la producción;

- c) ensayos no destructivos;
- d) rectificación;
- e) ensayos de presión.

## 4.12. Incumplimiento de los requisitos de los ensayos

En caso de incumplimiento de los requisitos de los ensayos, 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 el fallo es hallado durante los ensayos no destructivos, se rechazarán todos los depósitos defectuosos identificados o se repararán utilizando un método autorizado. Los depósitos no rechazados se considerarán parte de un nuevo lote. Todos los ensayos pertinentes de prototipos o de lotes tendrán que demostrar la aceptabilidad del nuevo lote y se realizarán de nuevo. Si uno o más de los ensayos resultan insatisfactorios, aunque sea parcialmente, entonces se rechazarán todos los depósitos del lote.

## 4.13. 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 6.4 requerirán ensayos de calificación del diseño según se especifica.

Cuadro 6.1

Ensayos de calificación de diseño de materiales

Material de la vasija interior	Punto pertinente del presente anexo
Ensayo de tracción	4.3.2
Ensayo de impacto	4.3.3
Ensayo de doblado	4.3.4
Examen de las soldaduras	4.3.5

Cuadro 6.2

Ensayos de calificación del diseño de los depósitos

	Ensayo y referencia del anexo	
Ensayo de fuego	Anexo 3B, apéndice A, punto A.1	
Ensayo de caída	Anexo 3B, apéndice A, punto A.2	
Ensayo de tiempo de retención	Anexo 3B, apéndice A, punto A.3	

## Cuadro 6.3

## Requisitos críticos de la inspección de producción

Inspección de la calidad
Planchas de ensayo para el control de la producción
Ensayos no destructivos;
Ensayos de presión

## Cuadro 6.4 Cambio de diseño

	Tipo de ensayo		
Cambio de diseño	A.1 Fuego	A.2 Caída	A.3 Tiempo de retención
Diámetro > 20 %	X	X	X
Longitud > 50 %	X	X	X
Presión de trabajo > 20 %	X	X	X
Material/método de aislamiento	X		X

#### 4.14. Ensayos de presión

Cada depósito terminado se someterá al ensayo de presión conforme al punto A.4 (anexo 3B, apéndice A).

#### 4.15. Ensayos de calificación del diseño de los depósitos

## 4.15.1. Generalidades

Los ensayos de calificación se realizarán en depósitos terminados representativos de la producción normal que lleven marcas de identificación. La selección, testificación y documentación de los resultados estarán de acuerdo con el punto 4.11 anterior.

## 4.15.2. Ensayo de fuego

Los ensayos se realizarán de acuerdo con el punto A.1 (anexo 3B, apéndice A) y cumplirán los requisitos establecidos en el mismo.

#### 5. MARCAS

- 5.1. En cada depósito, el fabricante pondrá marcas claras y permanentes de altura no inferior a 6 mm. Las marcas se harán mediante etiquetas fijadas por adhesivos o bien mediante placas fijadas por soldaduras. Las etiquetas adhesivas y su aplicación serán conformes con ISO 7225 u otra norma equivalente. Se permiten múltiples etiquetas o placas, que deberán colocarse de modo que no queden oscurecidas por los soportes de montaje. Cada depósito que cumpla este anexo se marcará de la manera siguiente:
  - a) información preceptiva:
    - «SOLO GNL», i)
    - ii) identificación del fabricante,
    - identificación del depósito (número de pieza aplicable y número de serie exclusivo para cada depósito),
    - iv) presión de trabajo y temperatura,
    - número del Reglamento CEPE junto con el tipo de depósito y número de registro de la certificación,

- vii) los dispositivos y/o válvulas limitadores de presión calificados para uso con el depósito o los medios para obtener información sobre sistemas de protección contra incendios calificados,
- viii) si se utilizan etiquetas, todos los depósitos 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) rango de temperaturas del gas; por ejemplo, 195 °C a 65 °C,
- ii) capacidad nominal de agua del depósito 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:

## SOLO GNL

Fabricante/Número de pieza/Número de serie

1,6 MPa (16 bar)/- 160 °C

CEPE R 110 GNL (nº de registro ...)

«Utilizar sólo dispositivo limitador de presión autorizado por el fabricante»

## 6. PREPARACIÓN PARA EL ENVÍO

Antes del envío desde el taller del fabricante, todos los depósitos se limpiarán y secarán internamente. Los depósitos no cerrados 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 facilitará al comprador la declaración de servicio del fabricante y toda la información necesaria para asegurar la manipulación, uso e inspección en servicio de los depósitos en condiciones correctas. La declaración estará de acuerdo con el apéndice D del presente anexo.

#### Apéndice A

#### MÉTODOS DE ENSAYO

#### A.1. ENSAYO DE FUEGO

#### A.1.1. Generalidades

Los ensayos de fuego están previstos para demostrar que los depósitos terminados, completos con el sistema de protección contra incendio (válvula del depósito, válvulas limitadoras de presión y/o aislamiento térmico integral) especificado en el diseño no se romperán cuando se los someta a ensayo en las condiciones de incendio especificadas. Deberán adoptarse las máximas precauciones durante el ensayo de fuego debido a la posibilidad de que se produzca la rotura del depósito.

## A.1.2. Preparación del depósito

El depósito interior estará a la misma temperatura que el GNL. Se considerará que se cumple este requisito si, durante las 24 horas previas, el depósito de combustible contuvo un volumen de GNL líquido como mínimo igual a la mitad del volumen del depósito interior.

El depósito de combustible se llenará con GNL de forma que la cantidad de GNL medida por el sistema de medición de masa se sitúe a un 10 %, como máximo, de la cantidad neta máxima admisible que puede contener el depósito interior.

## A.1.3. Fuente de fuego

La longitud y la anchura del fuego serán 0,1 mayores que las dimensiones del depósito de combustible. La norma ISO 11439 contiene instrucciones para producir un ensayo de fuego adecuado. La temperatura media se mantendrá por encima de 590 °C a lo largo del ensayo.

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 el depósito. 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 al depósito. Cualquier fallo o falta de uniformidad de la fuente de fuego durante un ensayo invalidará los resultados.

## A.1.4. Mediciones de temperatura y presión

La temperatura 10 mm por debajo del depósito de combustible, medida por dos o más termopares, será de 590 °C como mínimo.

Se registrarán las temperaturas de los termopares y la presión del depósito a intervalos de 30 segundos durante el ensayo.

## A.1.5. Requisitos generales del ensayo

La presión del depósito de combustible al inicio del ensayo se situará a 0,1 MPa, o menos, de la presión de saturación del GNL en el depósito interior.

Se medirá el tiempo transcurrido desde el momento en que la temperatura media alcanza por primera vez los 590 °C hasta la apertura de la válvula limitadora de presión primaria.

Una vez que se abra la válvula limitadora de presión, el ensayo continuará hasta que la válvula limitadora de presión haya liberado toda la presión.

## A.1.6. Resultados aceptables

El tiempo de retención del depósito de combustible, que es el período de tiempo previo a la apertura de la válvula limitadora de presión, no será inferior a 5 minutos bajo un fuego externo.

El depósito de gasolina no reventará y la presión en el interior del depósito interior no superará el rango de fallo admisible del depósito interior. La válvula limitadora de presión secundaria limitará la presión dentro del depósito interior a la presión especificada en el punto 4.4 del anexo 3B.

#### A.2. ENSAYO DE CAÍDA

Cada familia de depósitos de ensayo será sometida a ensayos de caída para verificar la integridad del depósito. Entre los ensayos de caída figurará un ensayo de caída desde 9 m del depósito de combustible sobre la zona más delicada del depósito (distinta del extremo con los tubos) y un ensayo de caída desde 3 m sobre el extremo con los tubos. El depósito contendrá un peso total equivalente de nitrógeno líquido saturado a la mitad de la presión máxima de funcionamiento. No se producirán pérdidas del producto durante un período de una hora a continuación del ensayo de caída, excepto en caso de funcionamiento de la válvula limitadora de presión y excepto vapor entre el tubo de llenado y la válvula limitadora de presión secundaria, en el caso de un ensayo de caída en el que esté implicado el tubo de llenado. Se admite la pérdida de vacío, las abolladuras de la vasija, los tubos y la protección de estos, y los daños al sistema de estructura de apoyo.

El depósito será sometido a un ensayo de caída vertical de forma que caiga sobre una superficie rígida, plana, no elástica, lisa y horizontal sobre las zonas indicadas más adelante. A tal fin, el depósito se suspende sobre el suelo a una altura mínima especificada anteriormente en un punto opuesto diametralmente a la zona de impacto, de manera que el centro de gravedad esté por encima verticalmente.

Las bombas de combustible y otros elementos fijados sobre el depósito también cumplirán los requisitos de ensayo de caída relativos al depósito y estarán fijados como parte de los ensayos.

#### A.3. ENSAYO DE TIEMPO DE RETENCIÓN

El depósito se llenará, como máximo, hasta un 10 % por debajo de la cantidad neta máxima admisible de GNL en el punto más elevado, especificado por el fabricante, de la gama de temperaturas/presiones de llenado por diseño. Se registrará la presión hidrostática cada minuto durante un mínimo de 120 horas a una temperatura ambiente de 20 ± 5 °C. La presión hidrostática permanecerá estable (con un margen de 10 kPa) o aumentará desde el inicio hasta el final del ensayo. Se medirá el peso combinado del depósito y de su contenido y se verificará que sea estable (con un margen del 1 %) del inicio hasta el final del ensayo; no se aceptará la liberación de ningún fluido del inicio al final del ensayo. La presión hidrostática aceptable medida al cabo de 120 horas o más será inferior al valor nominal establecido para la válvula limitadora de presión primaria del depósito. Si la presión hidrostática es inferior al valor nominal establecido para la válvula limitadora de presión primaria al cabo de 120 horas, el ensayo podrá continuar hasta alcanzar dicha presión y se podrá definir el punto más elevado, especificado por el fabricante, de la gama de temperaturas/presiones de llenado por diseño como la presión hidrostática registrada 120 horas antes de alcanzar el valor nominal establecido para la válvula limitadora de presión primaria. El fabricante también podrá especificar un tiempo de retención superior a 120 horas, o un tiempo de retención (superior a 120 horas) con respecto a la relación temperaturas/presiones de llenado por diseño basándose en el historial de tiempos registrado para la presión hidrostática.

## A.4. ENSAYO DE PRESIÓN

Las vasijas interiores se examinarán bajo la presión de ensayo definida en el punto 4.4 del anexo 3B, mantenida un mínimo de 30 segundos, y no presentarán signos de fuga, deformación visible u otro defecto.

## Apéndice B

## FORMULARIO DE INFORME

Nota: Este apéndice no es una parte obligatoria de este anexo.

Deben utilizarse los formularios siguientes:

- 1. Descripción y número de serie de la vasija.
- 2. Certificados de conformidad relativos a las válvulas limitadoras de presión, válvulas manuales, accesorios de llenado, etc.
- 3. Informe del ensayo radiográfico de las soldaduras.
- 4. Informes de los ensayos mecánicos: ensayo de tracción, ensayos de doblado, ensayos de impacto.
- 5. Informes de los ensayos de los materiales: todos los componentes de acero de la vasija interior.

## Apéndice C

# INSTRUCCIONES DEL FABRICANTE RELATIVAS A LA MANIPULACIÓN, USO E INSPECCIÓN DE LOS DEPÓSITOS

## C.1. GENERALIDADES

La función principal del presente apéndice es ofrecer una guía a los compradores, distribuidores, instaladores y usuarios de depósitos para el uso seguro de los mismos durante su vida útil prevista.

### C.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 depósitos. El documento podrá reproducirse para obtener suficiente número de copias para este fin, pero se marcará haciendo referencia a los depósitos que se estén suministrando.

#### C.3. REFERENCIAS A CÓDIGOS, NORMAS Y REGLAMENTOS EXISTENTES

Podrán facilitarse instrucciones específicas por referencia a códigos, normas y reglamentos nacionales o reconocidos.

#### C.4. MANIPULACIÓN DE LOS DEPÓSITOS

Se facilitarán procedimientos de manipulación para asegurar que los depósitos no sufran daños o contaminación inaceptables durante la manipulación.

## C.5. INSTALACIÓN

Se facilitarán instrucciones de instalación para asegurar que los depósitos 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 del depósito 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, como, por ejemplo, movimientos de la carrocería del vehículo y dilatación/contracción del depósito 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 del depósito.

Se especificará el dispositivo limitador de presión correcto que deberá montarse.

## C.6. USO DE DEPÓSITOS

El fabricante recabará la atención del comprador sobre las condiciones de servicio previstas que se especifican en el presente Reglamento y, en especial, sobre las presiones máximas admisibles de los depósitos.

## C.7. INSPECCIÓN EN SERVICIO

El fabricante especificará claramente la obligación del usuario de observar los requisitos exigidos de inspección del depósito (por ejemplo, intervalo entre inspecciones por personal autorizado). Dicha información estará de acuerdo con los requisitos de homologación del diseño.

# Apéndice D

# FORMULARIO DE INFORME 1

Nota: Este apéndice no es una parte obligatoria de este anexo.

Deben utilizarse los formularios siguientes:

1.	For	mulario 1: Informe del fabricante y certificado de conformidad			
2.	Fab	ricado por:			
3.	Dir	ección:			
4.	Núi	mero de registro reglamentario:			
5.	Ma	rca y número del fabricante:			
6.	Núi	mero de serie: de			
7.	Des	scripción del depósito:			
8.	TA	MAÑO: Diámetro exterior: mm; Longitud: mm			
9.	Las	marcas troqueladas en la espalda o en las etiquetas del depósito son:			
	a)	«SOLO GNL»:			
	b)	«NO UTILIZAR DESPUÉS DE»:			
	c)	«Marca del fabricante»:			
	d)	Número de serie y de pieza:			
	e)	Presión de trabajo en MPa:			
	f)	Reglamento nº:			
	g)	Tipo de protección contra incendios:			
	h)	Fecha del ensayo original (mes y año):			
	i)	Masa del depósito vacío (en kg):			
	j)	Marca del organismo o inspector autorizados:			
	k)	Capacidad de agua en litros:			
	1)	Presión de ensayo en MPa:			
	m)	Instrucciones especiales:			
10.		los los depósitos se han fabricado cumpliendo todos los requisitos del Reglamento nº de acuerdo con la cripción anterior del depósito. Se adjuntan los informes de los resultados de los ensayos.			
11.		tifico por este documento que todos estos resultados de ensayos han sido satisfactorios en todos los aspectos, npliendo los requisitos del tipo indicado anteriormente.			
12.	Ob	servaciones:			
13.	Aut	oridad competente:			
14.	4. Firma del inspector:				
15.	Firr	na del fabricante:			
16.	Lug	gar y fecha:			

#### ANEXO 4A

Disposiciones relativas a la homologación de la válvula automática para GNC, válvula de retención, válvula limitadora de presión, dispositivo limitador de presión (disparado por temperatura), válvula limitadora de caudal, válvula manual y dispositivo limitador de presión (disparado por presión)

- 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.
- VÁLVULA AUTOMÁTICA PARA GNC
- 2.1. Los materiales de la válvula automática para GNC 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 para GNC se diseñará de tal manera que soporte una presión de 1,5 veces la presión de trabajo (MPa) sin fugas ni deformaciones.
- 2.2.2. La válvula automática para GNC se diseñará de tal manera que sea estanca a una presión de 1,5 veces la presión de trabajo (MPa) (véase el anexo 5B).
- 2.2.3. La válvula automática para GNC, 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 veces la presión de trabajo (MPa) (véase el anexo 5B).
- 2.2.4. Si la válvula automática está cerrada durante las fases de parada ordenada, será sometida al siguiente número de operaciones durante el ensayo conforme al punto 2.2.3 anterior:
  - a) 200 000 ciclos (marca «H1») si el motor se apaga automáticamente cuando el vehículo se detiene;
  - b) 500 000 ciclos (marca «H2») si, además de a), el motor también se apaga automáticamente cuando el vehículo es impulsado solamente con el motor eléctrico;
  - c) 1 000 000 ciclos (marca «H3») si, además de a) y b), el motor también se apaga automáticamente cuando se suelta el pedal del acelerador.
    - No obstante lo dispuesto anteriormente, se entenderá que la válvula que cumpla b) también cumple a), y que la válvula que cumple c) también cumple a) y b).
- 2.2.5. La válvula automática para GNC se diseñará para funcionar a las temperaturas especificadas en el anexo 50.
- 2.3. El sistema eléctrico, si existe, estará aislado del cuerpo de la válvula automática. La resistencia de aislamiento será >  $10~M\Omega$ .
- 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 ensayo para los componentes de clase determinados de acuerdo con la figura 1-1 del punto 3 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 de 1,5 veces la presión de trabajo (MPa) sin fugas ni deformaciones.

- 3.2.2. La válvula de retención 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 de retención, en la posición normal de uso especificada por el fabricante, se someterá a 20 000 operaciones y luego se desactivará. La válvula de retención seguirá siendo estanca (hacia el exterior) a una presión de 1,5 veces 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 50.
- 3.3. La válvula de retención cumplirá los procedimientos de ensayo para los componentes de clase determinados de acuerdo con la figura 1-1 del punto 3 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) con la salida cerrada.
- 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 clases 1 y 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  $110 \pm 10$  °C.
- 4.2.5. La válvula limitadora de presión de clase 0 se diseñará de tal manera que pueda funcionar a temperaturas entre -40 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 la figura 1-1 del punto 3 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 el depósito, 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 que permita la igualación de 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 m³/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 la figura 1-1 del punto 3 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 de 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 y 85 °C.
- 6.3. 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: se la mantendrá a 20 °C mientras se aplican 2 000 ciclos de presión entre 2 y 26 MPa.

- 7. DISPOSITIVO LIMITADOR DE PRESIÓN (DISPARADO POR PRESIÓN)
- 7.1. Los materiales del DLP (disparado por presión) 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.
- 7.2. Especificaciones de funcionamiento
- 7.2.1. El DLP (disparado por presión) de la clase 0 estará diseñado para funcionar a las temperaturas especificadas en el anexo 5O.
- 7.2.2. La presión de rotura será de 34 MPa ± 10 % a temperatura ambiente y a la temperatura máxima de funcionamiento indicada en el anexo 5O.
- 7.3. El dispositivo se ajustará a los procedimientos de ensayo para los componentes de clase especificados en la figura 1-1 del punto 3 del presente Reglamento, con la excepción de los relativos a la sobrepresión, las fugas internas y las fugas externas.
- 7.4. Requisitos relativos al DLP (disparado por presión)
- 7.4.1. Funcionamiento continuo
- 7.4.1.1. Procedimiento de ensayo

Someter el DLP (disparado por presión) a los ciclos previstos en el cuadro 3 con agua a una presión situada entre el 10 y el 100 % de la presión de trabajo, con una frecuencia máxima de 10 ciclos por minuto y a una temperatura de 82 ± 2 °C o 57 ± 2 °C.

Cuadro 3
Temperaturas y ciclos de ensayo

Temperatura (°C)	Ciclos	
82	2 000	
57	18 000	

## 7.4.1.2. Requisitos

- 7.4.1.2.1. Al finalizar el ensayo, el componente no presentará fugas superiores a 15 cm³/hora cuando sea sometido a una presión de gas igual a la presión máxima de trabajo a temperatura ambiente y a la temperatura máxima de funcionamiento indicada en el anexo 5O.
- 7.4.1.2.2. Una vez acabado el ensayo, la presión de rotura del DLP (disparado por presión) será de 34 MPa ± 10 % a temperatura ambiente y a la temperatura máxima de funcionamiento indicada en el anexo 50.

- 7.4.2. Ensayo de resistencia a la corrosión
- 7.4.2.1. Procedimiento de ensayo

El DLP (disparado por presión) será sometido al procedimiento de ensayo descrito en el anexo 5E, exceptuando el ensayo de fugas.

- 7.4.2.2. Requisitos
- 7.4.2.2.1. Al finalizar el ensayo, el componente no presentará fugas superiores a 15 cm³/hora cuando sea sometido a una presión de gas igual a la presión máxima de trabajo a temperatura ambiente y a la temperatura máxima de funcionamiento indicada en el anexo 5O.
- 7.4.2.2.2. Una vez acabado el ensayo, la presión de rotura del DLP (disparado por presión) será de 34 MPa ± 10 % a temperatura ambiente y a la temperatura máxima de funcionamiento indicada en el anexo 50.

#### ANEXO 4B

# DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DE TUBOS FLEXIBLES O MANGUERAS DE COMBUSTIBLE PARA GNC Y MANGUERAS PARA GNL

- 0. El objeto del presente anexo es establecer las disposiciones relativas a la homologación de mangueras flexibles para uso con gnc o gnl.
  - El presente anexo se aplica a tres tipos de mangueras flexibles, a saber a), b) y c), y a un tipo de manguera para GNL, a saber d):
  - a) mangueras de alta presión (clase 0);
  - b) mangueras de media presión (clase 1);
  - c) mangueras de baja presión (clase 2);
  - d) mangueras para GNL (clase 5).
- 1. MANGUERAS DE ALTA PRESIÓN, CLASIFICACIÓN CLASE 0
- 1.1. Requisitos 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 50.
- 1.1.3. El diámetro interior se corresponderá 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 ensayos 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:
  - a) medio: n-pentano;
  - b) temperatura: 23 °C (tolerancia según ISO 1817);
  - c) Período de inmersión: 72 horas.

#### Requisitos:

- a) cambio máximo en volumen: 20 %;
- b) cambio máximo en resistencia a la tracción: 25 %;
- c) 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:
  - a) temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = temperatura máxima de funcionamiento menos 10 °C);
  - b) 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 punto 1.3.1.1 anterior.

#### Requisitos:

- a) 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;
- b) 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:
  - a) tipo de probeta: 1 BA;
  - b) velocidad de tracción: 20 mm/minuto.

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

## Requisitos:

- a) resistencia a la tracción no inferior a 20 MPa;
- b) alargamiento a la rotura no inferior al 100 %.
- 1.3.2.2. Resistencia al n-pentano según ISO 1817 con las siguientes condiciones:
  - a) medio: n-pentano;
  - b) temperatura: 23 °C (tolerancia según ISO 1817);
  - c) período de inmersión: 72 horas.

## Requisitos:

- a) cambio máximo en volumen: 2 %;
- b) cambio máximo en resistencia a la tracción: 10 %;
- c) 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:
  - a) temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = temperatura máxima de funcionamiento menos 10 °C);
  - b) 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 punto 1.3.2.1 anterior.

## Requisitos:

- a) 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;
- b) 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:
  - a) medio: n-hexano;
  - b) temperatura: 23 °C (tolerancia según ISO 1817);
  - c) período de inmersión: 72 horas.

#### Requisitos:

- a) cambio máximo en volumen: 30 %;
- b) cambio máximo en resistencia a la tracción: 35 %;
- c) cambio máximo en alargamiento a la rotura: 35 %.
- 1.4.1.3. Resistencia al envejecimiento según ISO 188 con las siguientes condiciones:
  - a) temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = temperatura máxima de funcionamiento menos 10 °C);
  - b) 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 punto 1.4.1.1 anterior.

#### Requisitos:

- a) 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;
- b) 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:
  - a) tipo de probeta: 1 BA;
  - b) velocidad de tracción: 20 mm/minuto.

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

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

- 1.4.2.2. Resistencia al n-hexano según ISO 1817 con las siguientes condiciones:
  - a) medio: n-hexano;
  - b) temperatura: 23 °C (tolerancia según ISO 1817);
  - c) período de inmersión: 72 horas.

## Requisitos:

- a) cambio máximo en volumen: 2 %;
- b) cambio máximo en resistencia a la tracción: 10 %;
- c) 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:
  - a) temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = temperatura máxima de funcionamiento menos 10 °C);
  - b) período de exposición: 24 y 336 horas.

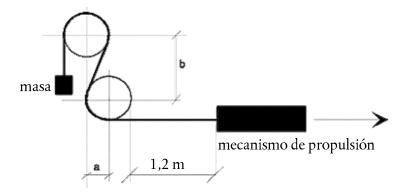
Después del envejecimiento, las probetas se acondicionarán a 23 °C y a una humedad relativa del 50 % durante un mínimo de 21 días antes de realizar el ensayo de resistencia a la tracción con arreglo al punto 1.4.2.1 anterior

- a) 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;
- b) 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 deberá realizarse de conformidad con 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 del 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 ± 2 °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 a través de la pared de la manguera no serán superiores a 95 cm³ 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 B descrito en la norma ISO 4672-1978.
- 1.5.2.2. Temperatura de ensayo:  $-40 \pm 3$  °C, o
  - $-20 \pm 3$  °C, en su caso.
- 1.5.2.3. No es admisible ninguna grieta por rotura.

## 1.5.3. Ensayo de doblado

1.5.3.1. Una manguera vacía con una longitud aproximada de 3,5 m deberá soportar 3 000 veces el ensayo de doblado alternativo descrito a continuación sin romperse. Tras el ensayo, la manguera deberá poder soportar la presión de ensayo mencionada en el punto 1.5.4.2 siguiente. El ensayo se realizará en la manguera nueva y en la manguera después de envejecimiento, conforme a la norma ISO 188, con arreglo al punto 1.4.2.3, y, después, conforme a la norma ISO 1817, con arreglo al punto 1.4.2.2 anterior.

# 1.5.3.2. Figura 1 (solo como ejemplo)



Diámetro interior	Radio de doblado (mm) (figura 1)	Distancia entre centros (mm) (figura 1)	
de la manguera (mm)		Vertical b	Horizontal a
Hasta 13	102	241	102
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 punto 1.5.3.2 anterior.

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 punto 1.5.3.2 anterior

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 hidráulica de ensayo y determinación de la presión mínima de rotura
- 1.5.4.1. El ensayo deberá realizarse de conformidad 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 UNF.
- 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 punto 1.5.4.2 anterior.
- 1.7.3. Estanquidad del 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. Requisitos generales
- 2.1.1. La manguera se diseñará para que soporte una presión máxima de trabajo de 3 MPa.

- 2.1.2. La manguera se diseñará de manera que soporte las temperaturas especificadas en el anexo 50.
- 2.1.3. El diámetro interior se corresponderá 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 ensayos 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 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 según ISO 1817 con las siguientes condiciones:
  - a) medio: n-pentano;
  - b) temperatura: 23 °C (tolerancia según ISO 1817);
  - c) período de inmersión: 72 horas.

## Requisitos:

- a) cambio máximo en volumen: 20 %;
- b) cambio máximo en resistencia a la tracción: 25 %;
- c) 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:
  - a) temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = temperatura máxima de funcionamiento menos 10 °C);
  - b) 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 punto 2.3.1.1 anterior.

- a) 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;
- b) 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:
  - a) tipo de probeta: 1 BA;
  - b) velocidad de tracción: 20 mm/minuto.

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

#### Requisitos:

- a) resistencia a la tracción no inferior a 20 MPa;
- b) alargamiento a la rotura no inferior al 100 %.
- 2.3.2.2. Resistencia al n-pentano según ISO 1817 con las siguientes condiciones:
  - a) medio: n-pentano;
  - b) temperatura: 23 °C (tolerancia según ISO 1817);
  - c) período de inmersión: 72 horas.

#### Requisitos:

- a) cambio máximo en volumen: 2 %;
- b) cambio máximo en resistencia a la tracción: 10 %;
- c) 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:
  - a) temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = temperatura máxima de funcionamiento menos 10 °C);
  - b) 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 punto 2.3.2.1 anterior.

## Requisitos:

- a) 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;
- b) 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:
  - a) medio: n-hexano;
  - b) temperatura: 23 °C (tolerancia según ISO 1817);
  - c) período de inmersión: 72 horas.

- a) cambio máximo en volumen: 30 %;
- b) cambio máximo en resistencia a la tracción: 35 %;
- c) cambio máximo en alargamiento a la rotura: 35 %.

- 2.4.1.3. Resistencia al envejecimiento según ISO 188 con las siguientes condiciones:
  - a) temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = temperatura máxima de funcionamiento menos 10 °C);
  - b) 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 punto 2.4.1.1 anterior.

## Requisitos:

- a) 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;
- b) 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:
  - a) tipo de probeta: 1 BA;
  - b) velocidad de tracción: 20 mm/minuto.

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

#### Requisitos:

- a) resistencia a la tracción no inferior a 20 MPa;
- b) alargamiento a la rotura no inferior al 100 %.
- 2.4.2.2. Resistencia al n-hexano según ISO 1817 con las siguientes condiciones:
  - a) medio: n-hexano;
  - b) temperatura: 23 °C (tolerancia según ISO 1817);
  - c) período de inmersión: 72 horas.

#### Requisitos:

- a) cambio máximo en volumen: 2 %;
- b) cambio máximo en resistencia a la tracción: 10 %;
- c) cambio máximo en alargamiento a la rotura: 10 %.

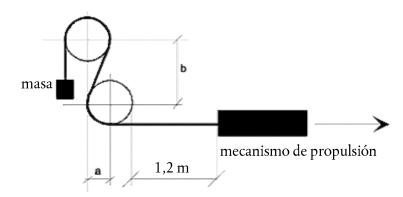
Después de almacenamiento al aire a una temperatura de 40 °C durante un período de 48 horas, la masa en comparación con el valor original no disminuirá más del 5 %.

- 2.4.2.3. Resistencia al envejecimiento según ISO 188 con las siguientes condiciones:
  - a) temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = temperatura máxima de funcionamiento menos 10 °C);
  - b) 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 punto 2.4.2.1 anterior.

- a) 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;
- b) 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 deberá realizarse de conformidad con 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 del 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 ± 2 °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 a través de la pared de la manguera no serán superiores a 95 cm³ 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 B descrito en la norma ISO 4672-1978.
- 2.5.2.2. Temperatura de ensayo:  $-40 \pm 3$  °C, o  $-20 \pm 3$  °C, en su caso.
- 2.5.2.3. No es admisible ninguna grieta por rotura.
- 2.5.3. Ensayo de doblado
- 2.5.3.1. Una manguera vacía con una longitud aproximada de 3,5 m deberá soportar 3 000 veces el ensayo de doblado alternativo descrito a continuación sin romperse. Tras el ensayo, la manguera deberá poder soportar la presión de ensayo mencionada en el punto 2.5.4.2 siguiente. El ensayo se realizará en la manguera nueva y en la manguera después de envejecimiento, conforme a la norma ISO 188, con arreglo al punto 2.4.2.3, y, después, conforme a la norma ISO 1817, con arreglo al punto 2.4.2.2 anterior.
- 2.5.3.2. Figura 2 (solo como ejemplo)



Diámetro interior	Radio de doblado (mm) (figura 2)	Distancia entre centros (mm) (figura 2)	
de la manguera (mm)		Vertical b	Horizontal a
Hasta 13	102	241	102
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, será el indicado en el punto 2.5.3.2 anterior.

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 punto 2.5.3.2 anterior

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 hidráulica de ensayo
- 2.5.4.1. El ensayo deberá realizarse de conformidad 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 punto 2.5.4.2 anterior.
- 2.7.3. Estanquidad del 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. Requisitos generales
- 3.1.1. La manguera se diseñará de manera que soporte una presión de funcionamiento máxima de 450 kPa.
- 3.1.2. La manguera se diseñará de manera que soporte las temperaturas especificadas en el anexo 50.
- 3.1.3. El diámetro interior se corresponderá 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 la norma 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 la norma ISO 1817 con las siguientes condiciones:
  - a) medio: n-pentano;
  - b) temperatura: 23 °C (tolerancia según ISO 1817);
  - c) período de inmersión: 72 horas.

Requisitos:

- a) cambio máximo en volumen: 20 %;
- b) cambio máximo en resistencia a la tracción: 25 %;
- c) 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:
  - a) temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = temperatura máxima de funcionamiento menos 10 °C);
  - b) 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 punto 3.3.1.1 anterior.

#### Requisitos:

- a) 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;
- b) 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:
  - a) tipo de probeta: 1 BA;
  - b) velocidad de tracción: 20 mm/minuto.

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

#### Requisitos:

- a) resistencia a la tracción no inferior a 20 MPa;
- b) alargamiento a la rotura no inferior al 100 %.
- 3.3.2.2. Resistencia al n-pentano según ISO 1817 con las siguientes condiciones:
  - a) medio: n-pentano;
  - b) temperatura: 23 °C (tolerancia según ISO 1817);
  - c) período de inmersión: 72 horas.

#### Requisitos:

- a) cambio máximo en volumen: 2 %;
- b) cambio máximo en resistencia a la tracción: 10 %;
- c) 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:
  - a) temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = temperatura máxima de funcionamiento menos 10 °C);
  - b) 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 punto 3.3.2.1 anterior.

## Requisitos:

- a) 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;
- b) 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:
  - a) medio: n-hexano;
  - b) temperatura: 23 °C (tolerancia según ISO 1817);
  - c) período de inmersión: 72 horas.

## Requisitos:

- a) cambio máximo en volumen: 30 %;
- b) cambio máximo en resistencia a la tracción: 35 %;
- c) cambio máximo en alargamiento a la rotura: 35 %.
- 3.4.1.3. Resistencia al envejecimiento según ISO 188 con las siguientes condiciones:
  - a) temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = temperatura máxima de funcionamiento menos 10 °C);
  - b) 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 punto 3.4.1.1 anterior

#### Requisitos:

- a) 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;
- b) 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:
  - a) tipo de probeta: 1 BA;
  - b) velocidad de tracción: 20 mm/minuto.

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

## Requisitos:

- a) resistencia a la tracción no inferior a 20 MPa;
- b) alargamiento a la rotura no inferior al 100 %.
- 3.4.2.2. Resistencia al n-hexano según ISO 1817 con las siguientes condiciones:
  - a) medio: n-hexano;
  - b) temperatura: 23 °C (tolerancia según ISO 1817);
  - c) período de inmersión: 72 horas.

#### Requisitos:

- a) cambio máximo en volumen: 2 %;
- b) cambio máximo en resistencia a la tracción: 10 %;
- c) 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:
  - a) temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = temperatura máxima de funcionamiento menos 10 °C);
  - b) 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 punto 3.4.2.1 anterior.

## Requisitos:

- a) 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;
- b) 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 deberá realizarse de conformidad con 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 ± 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 del 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 ± 2 °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 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 B descrito en la norma ISO 4672.
- 3.5.2.2. Temperatura de ensayo:  $-40 \pm 3$  °C, o

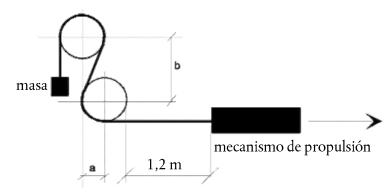
 $-20 \pm 3$  °C, en su caso.

- 3.5.2.3. No es admisible ninguna grieta por rotura.
- 3.5.3. Resistencia a altas temperaturas
- 3.5.3.1. Se pondrá un trozo de manguera, a una presión de 450 kPa y con una longitud mínima de 0,5 m, en un horno a una temperatura de 120 ± 2 °C 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 punto 3.4.2.3, y, después, conforme a la norma ISO 1817, con arreglo al punto 3.4.2.2 anterior.
- 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 doblado

3.5.4.1. Una manguera vacía con una longitud aproximada de 3,5 m deberá soportar 3 000 veces el ensayo de doblado alternativo descrito a continuación sin romperse.

## 3.5.4.2. Figura 3 (solo como ejemplo)



(donde: a = 102 mm; b = 241 mm)

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 hasta el fondo del surco, será de 102 mm.

Los planos medios longitudinales de ambas ruedas estarán en el mismo plano vertical. 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.

- 4. MANGUERAS PARA GNL, CLASIFICACIÓN CLASE 5
- 4.1. Requisitos generales
- 4.1.1. La manguera se diseñará para que pueda soportar una presión máxima de trabajo de 1,5 veces la presión de trabajo (MPa) declarada por el fabricante.
- 4.1.2. La manguera se diseñará de manera que soporte las temperaturas especificadas en el anexo 5O para la clase 5.
- 4.1.3. El diámetro interior se corresponderá con el cuadro 1 de la norma ISO 1307.
- 4.2. Construcción de la manguera
- 4.2.1. La manguera será capaz de resistir las temperaturas correspondientes a la clase 5.
- 4.2.2. 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.

4.2.3. 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.

- 4.2.4. La funda deberá ser perforada intencionadamente para evitar la formación de burbujas.
- 4.2.5. 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.
- 4.3. Especificaciones y ensayos para el revestimiento
- 4.3.1. Resistencia a la tracción y alargamiento para los elastómeros termoplásticos (TPE).
- 4.3.1.1. 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 %.
- 4.3.1.2. Resistencia al n-pentano según ISO 1817 con las siguientes condiciones:
  - a) medio: n-pentano;
  - b) temperatura: 23 °C (tolerancia según ISO 1817);
  - c) período de inmersión: 72 horas.

Requisitos:

- a) cambio máximo en volumen: 20 %;
- b) cambio máximo en resistencia a la tracción: 25 %;
- c) 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 %.

- 4.3.1.3. Resistencia al envejecimiento según ISO 188 con las siguientes condiciones:
  - a) temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = temperatura máxima de funcionamiento menos 10 °C);
  - b) 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 punto 4.3.1.1 del presente anexo.

## Requisitos:

- a) 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;
- b) 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.
- 4.3.2. Resistencia a la tracción y alargamiento específicos para material termoplástico.
- 4.3.2.1. Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura según ISO 527-2 con las condiciones siguientes:
  - a) tipo de probeta: 1 BA;
  - b) velocidad de tracción: 20 mm/minuto.

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

## Requisitos:

- a) resistencia a la tracción no inferior a 20 MPa;
- b) alargamiento a la rotura no inferior al 100 %.
- 4.3.2.2. Resistencia al n-pentano según ISO 1817 con las siguientes condiciones:
  - a) medio: n-pentano;
  - b) temperatura: 23 °C (tolerancia según ISO 1817);
  - c) período de inmersión: 72 horas.

#### Requisitos:

- a) cambio máximo en volumen: 2 %;
- b) cambio máximo en resistencia a la tracción: 10 %;
- c) 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 %.

- 4.3.2.3. Resistencia al envejecimiento según ISO 188 con las siguientes condiciones:
  - a) temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = temperatura máxima de funcionamiento menos 10 °C);
  - b) 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 punto 4.3.2.1 del presente anexo.

- a) 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;
- b) 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.
- 4.4. Especificaciones y método de ensayo para la funda
- 4.4.1. Resistencia a la tracción y alargamiento para los elastómeros termoplásticos (TPE)
- 4.4.1.1. 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 %.

- 4.4.1.2. Resistencia al n-hexano según ISO 1817 con las siguientes condiciones:
  - a) medio: n-hexano;
  - b) temperatura: 23 °C (tolerancia según ISO 1817);
  - c) período de inmersión: 72 horas.

## Requisitos:

- a) cambio máximo en volumen: 30 %;
- b) cambio máximo en resistencia a la tracción: 35 %;
- c) cambio máximo en alargamiento a la rotura: 35 %.
- 4.4.1.3. Resistencia al envejecimiento según ISO 188 con las siguientes condiciones:
  - a) temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = temperatura máxima de funcionamiento menos 10 °C);
  - b) 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 punto 4.4.1.1 del presente anexo.

## Requisitos:

- a) 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;
- b) 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.
- 4.4.2. Resistencia a la tracción y alargamiento específicos para material termoplástico.
- 4.4.2.1. Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura según ISO 527-2 con las condiciones siguientes:
  - a) tipo de probeta: 1 BA;
  - b) velocidad de tracción: 20 mm/minuto.

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

## Requisitos:

- a) resistencia a la tracción no inferior a 20 MPa;
- b) alargamiento a la rotura no inferior al 100 %.
- 4.4.2.2. Resistencia al n-hexano según ISO 1817 con las siguientes condiciones:
  - a) medio: n-hexano;
  - b) temperatura: 23 °C (tolerancia según ISO 1817);
  - c) período de inmersión: 72 horas.

#### Requisitos:

- a) cambio máximo en volumen: 2 %;
- b) cambio máximo en resistencia a la tracción: 10 %;
- c) 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 %.

- 4.4.2.3. Resistencia al envejecimiento según ISO 188 con las siguientes condiciones:
  - a) temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = temperatura máxima de funcionamiento menos 10 °C);
  - b) 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 punto 4.4.2.1 del presente anexo.

- a) 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;
- b) 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.
- 4.4.3. Resistencia al ozono
- 4.4.3.1. El ensayo deberá realizarse de conformidad con la norma ISO 1431/1.
- 4.4.3.2. 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.
- 4.4.3.3. No es admisible ningún agrietamiento de las probetas.
- 4.5. Especificaciones para mangueras sin acoplar
- 4.5.1. Estanquidad del gas (permeabilidad)
- 4.5.1.1. Se conectará una manguera con una longitud libre de 1 m a un recipiente relleno con propano líquido a una temperatura de 23 ± 2 °C.
- 4.5.1.2. El ensayo deberá realizarse de conformidad con el método descrito en la norma ISO 4080.
- 4.5.1.3. Las fugas a través de la pared de la manguera no serán superiores a 95 cm³ por metro de manguera y por 24 h.
- 4.5.2. Resistencia a bajas temperaturas
- 4.5.2.1. El ensayo se realizará siguiendo el método B descrito en la norma ISO 4672-1978.
- 4.5.2.2. Temperatura de ensayo: 163 °C (en el cuadro del anexo 50 se puede hallar la temperatura equivalente).
- 4.5.2.3. No es admisible ninguna grieta por rotura.
- 4.5.3. Ensayo de doblado
- 4.5.3.1. El ensayo se realizará de conformidad con el método descrito en la norma ISO 15500-17:2012.
- 4.5.4. Presión hidráulica de ensayo y determinación de la presión mínima de rotura
- 4.5.4.1. El ensayo deberá realizarse de conformidad con el método descrito en la norma ISO 1402.
  - Temperatura de ensayo: 163 °C (en el cuadro del anexo 50 se puede hallar la temperatura equivalente).
- 4.5.4.2. Se aplicará una presión de ensayo de 1,5 veces la presión de trabajo declarada por el fabricante (MPa) durante 10 minutos sin que se produzca ninguna fuga.
- 4.5.4.3. La presión de rotura no será inferior a 2,25 veces la presión de trabajo declarada por el fabricante (MPa).
- 4.5.5. Desconexión por tracción
- 4.5.5.1. El ensayo se realizará de conformidad con el método descrito en la norma ISO 15500-17:2012.

- 4.5.6. Conductividad eléctrica
- 4.5.6.1. El ensayo se realizará de conformidad con el método descrito en la norma ISO 15500-17:2012.
- 4.5.7. Vibración
- 4.5.7.1. Instalar un extremo del conjunto sometido a ensayo en el soporte estático y el otro extremo en la cabeza vibradora, asegurándose de que el tubo esté doblado con un radio mínimo de doblado de 180º para evitar que se retuerza

Con fluido criogénico, presurizar la muestra de ensayo a la presión de trabajo declarada por el fabricante.

Temperatura de ensayo: - 163 °C (en el cuadro del anexo 50 se puede hallar la temperatura equivalente).

Hacer vibrar el componente durante 30 minutos, presurizado y sellado en el lado de salida, a lo largo de cada uno de los tres ejes ortogonales a la frecuencia de resonancia determinada como sigue:

- a) por una aceleración de 1,5 g;
- b) dentro de un rango de frecuencias sinusoidales de 10 a 500 Hz;
- c) con un tiempo de barrido de 10 minutos.
- Si la frecuencia de resonancia no se halla en este rango, el ensayo se realizará a 500 Hz.

Al término del ensayo, la manguera no mostrará ningún signo de fatiga, grietas o daño y será sometida a una presión de ensayo de 1,5 veces la presión de trabajo declarada por el fabricante (MPa). Esta presión se aplicará durante 10 minutos, sin que se produzca ninguna fuga.

- 4.6. Acoplamientos
- 4.6.1. Los acoplamientos estarán hechos de acero inoxidable austenítico.
- 4.6.2. Cumplirán los requisitos del punto 4.7 siguiente.
- 4.7. Montaje de manguera y acoplamientos
- 4.7.1. 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.
- 4.7.2. El conjunto de la manguera se someterá a un ensayo de impulsos según la norma ISO 1436.

Temperatura de ensayo: - 163 °C (en el cuadro del anexo 50 se puede hallar la temperatura equivalente).

- 4.7.2.1. El ensayo ha de ser completado con un fluido criogénico a la temperatura mencionada en el anexo 5O para la clase 5 y a una presión mínima de la presión de trabajo declarada por el fabricante.
- 4.7.2.2. La manguera se someterá a 7 000 impulsos.
- 4.7.2.3. Después del ensayo de impulsos, la manguera deberá soportar la presión de ensayo mencionada en el punto 4.5.4.2 anterior.
- 4.7.3. Estanquidad del gas
- 4.7.3.1. 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 a temperatura criogénica.

Temperatura de ensayo: - 163 °C (en el cuadro del anexo 50 se puede hallar la temperatura equivalente).

- 4.8. Marcas
- 4.8.1. 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:
- 4.8.1.1. el nombre comercial o marca del fabricante;

- 4.8.1.2. el año y mes de fabricación;
- 4.8.1.3. la marca de tamaño y tipo;
- 4.8.1.4. la marca de identificación «GNL clase 5».
- 4.8.2. 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 50.
- 2.2. El filtro de GNC se clasificará según la presión máxima de trabajo (véase la figura 1-1 del punto 3 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 (véase el anexo 5D).
- 2.4. El componente cumplirá los procedimientos de ensayo para los componentes de clase con arreglo a la figura 1-1 del punto 3 del presente Reglamento.

#### ANEXO 4D

#### DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DEL REGULADOR DE PRESIÓN PARA GNC

- EL OBJETO DEL PRESENTE ANEXO ES DETERMINAR LAS DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DEL REGULADOR DE PRESIÓN.
- 2. REGULADOR DE PRESIÓN PARA GNC
- 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 dicha 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.
- 2.4. Ensayo de durabilidad (funcionamiento continuo) del regulador de presión para GNC:
  - El regulador será capaz de soportar 50 000 ciclos sin experimentar ningún fallo al ser sometido a ensayo con arreglo al procedimiento que se indica a continuación. Cuando los niveles de regulación de presión sean distintos, se considerará que la presión de servicio de las letras a) a f) es la presión de trabajo del nivel correspondiente al lado de la entrada.
  - a) someter el regulador en el 95 % del número total de ciclos a la temperatura ambiente y a la presión de servicio. Cada ciclo consistirá en establecer un flujo hasta obtener una presión de salida estable, tras lo cual una válvula situada del lado de la salida cortará el flujo en el plazo de 1 s, hasta que se haya estabilizado la presión de cierre del lado de la salida. Se entiende por presión de salida estabilizada la presión fijada ± 15 % durante un mínimo de 5 s;
  - b) someter la presión de entrada del regulador en el 1 % del número total de ciclos a la temperatura ambiente, pasando del 100 al 50 % de la presión de servicio. La duración de cada ciclo no será inferior a 10 s;
  - c) repetir el procedimiento de ciclos de la letra a) a 120 °C a la presión de servicio en el 1 % del número total de ciclos;
  - d) repetir el procedimiento de ciclos de la letra b) a 120 °C a la presión de servicio en el 1 % del número total de ciclos;
  - e) repetir el procedimiento de ciclos de la letra a) a -40 o -20 °C, según corresponda, y al 50 % de la presión de servicio en el 1 % del número total de ciclos;
  - f) repetir el procedimiento de ciclos de la letra b) a 40 o 20 °C, según corresponda, y al 50 % de la presión de servicio en el 1 % del número total de ciclos;
  - g) al término de todos los ensayos indicados en las letras a), b), c), d), e) y f), el regulador será estanco (véase el anexo 5B) a temperaturas de a 40 o 20 °C, según corresponda, a temperatura ambiente y a + 120 °C.
- 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 (véase 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 clases 1 y 2 del regulador de presión para GNC serán estancos (véase el anexo 5B) a una presión de hasta dos veces la presión de trabajo.

- 3.1.4. Los elementos de clases 1 y 2 del regulador de presión para GNC soportarán una presión de hasta dos veces la presión de trabajo.
- 3.1.5. El elemento de clase 3 del regulador de presión para GNC 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 PARA GNC

- 1. EL OBJETO DE ESTE ANEXO CONSISTE EN DETERMINAR LAS DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DE LOS SENSORES DE PRESIÓN Y TEMPERATURA PARA GNC.
- 2. SENSORES DE PRESIÓN Y TEMPERATURA PARA GNC
- 2.1. El material constitutivo de los sensores de presión y temperatura que esté 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 para GNC están clasificados por clases según la figura 1-1 del punto 3 del presente Reglamento.
- 3. CLASIFICACIÓN Y PRESIONES DE ENSAYO
- 3.1. El elemento de los sensores de presión y temperatura para GNC 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 para GNC 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 para GNC soportará una presión de hasta 1,5 veces la presión de trabajo (MPa).
- 3.1.3. Los elementos de clases 1 y 2 de los sensores de presión y temperatura para GNC serán estancos a una presión equivalente al doble de la presión de trabajo (véase el anexo 5B).
- 3.1.4. Los elementos de clases 1 y 2 del regulador de presión para GNC 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 para GNC 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 para GNC 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 de aislamiento será >  $10~\text{M}\Omega$ .

#### ANEXO 4F

## DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DE LA UNIDAD (RECEPTÁCULO) DE LLENADO PARA GNC

- EL OBJETO DEL PRESENTE ANEXO ES DETERMINAR LAS DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DE LA UNIDAD DE LLENADO PARA GNC.
- UNIDAD DE LLENADO PARA GNC
- 2.1. La unidad de llenado para GNC se ajustará a lo dispuesto en el punto 3 siguiente y tendrá las dimensiones previstas en el punto 4 siguiente.
- 2.2. Se considerará que las unidades de llenado para GNC diseñadas conforme a la norma ISO 14469-1, primera edición (1.11.2004) (1) o ISO 14469-2:2007 (2) que cumplan todos los requisitos de las mismas satisfacen las exigencias establecidas en los puntos 3 y 4 del presente anexo.
- PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO DE LA UNIDAD DE LLENADO PARA GNC
- 3.1. La unidad de llenado para GNC cumplirá los requisitos de los componentes de clase 0 y será sometida a los procedimientos de ensayo del anexo 5 con los requisitos específicos que figuran a continuación.
- 3.2. El material constitutivo de la unidad de llenado para GNC 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.
- 3.3. La unidad de llenado para GNC no tendrá fugas a una presión de 1,5 veces la presión de trabajo (MPa) (véase el anexo 5B).
- 3.4. La unidad de llenado para GNC soportará una presión de 33 MPa.
- 3.5. La unidad de llenado para GNC se diseñará de forma que funcione a las temperaturas especificadas en el anexo 50.
- 3.6. La unidad de llenado para GNC resistirá 10 000 ciclos en el ensayo de durabilidad especificado en el anexo 5L.
- DIMENSIONES DE LA UNIDAD DE LLENADO PARA GNC
- 4.1. La figura 1 muestra las dimensiones de la unidad de llenado de los vehículos de las categorías M<sub>1</sub> y N<sub>1</sub> (3).
- 4.2. La figura 2 muestra las dimensiones de la unidad de llenado de los vehículos de las categorías M<sub>3</sub>, M<sub>3</sub>, N<sub>3</sub> y N<sub>3</sub> (3).
- 4.3. El presente anexo se refiere a los receptáculos diseñados para sistemas de almacenamiento de GNC de 20 MPa (200 bares). Se admiten también los receptáculos para 25 MPa (250 bares), a condición de que se cumplan todos los demás requisitos del presente anexo con presiones aumentadas, conforme al punto 1 del anexo 3A del presente Reglamento.

En ese caso, las dimensiones:

25 + 0 / - 0.1 se convierte en 24 + 0 / - 0.1 en la figura 1, y

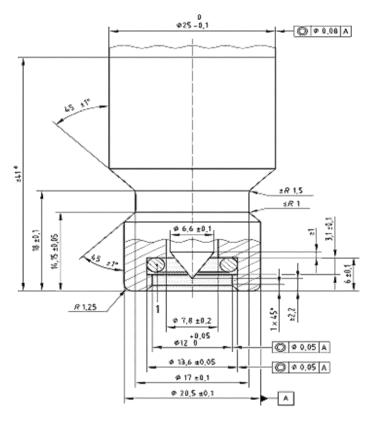
35 + 0 / - 0.1 se convierte en 34 + 0 / - 0.1 en la figura 2.

<sup>(1)</sup> Road Vehicles — Compressed Natural Gas (CNG) refuelling connector — Part 1: 20 MPa (200 bar) connector. (No existe versión española).

Road vehicles — Compressed natural gas (CNG) refuelling connector — Part 2: 20 MPa (200 bar) connector, size 2. (No existe versión española). Con arreglo a la definición que figura en la Resolución consolidada sobre la construcción de vehículos (R.E.3), documento ECE/TRANS/

WP.29/78/Rev.3, punto 2: www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29resolutions.html

 ${\it Figura~1}$  Unidad (receptáculo) de llenado para 20 MPa destinada a vehículos  ${\bf M_1}$  y  ${\bf N_1}$ 



## Leyenda

En esta zona no habrá ningún componente

Superf. de estanquidad equivalente a la junta tórica (R.  $n^{\circ}$  110) de: Dimensiones en milímetros Rugosidad de la superficie < Ra 3,2  $\mu$ m 9,19  $\pm$  0,127 mm de diámetro interior 2,62  $\pm$  0,076 mm de anchura

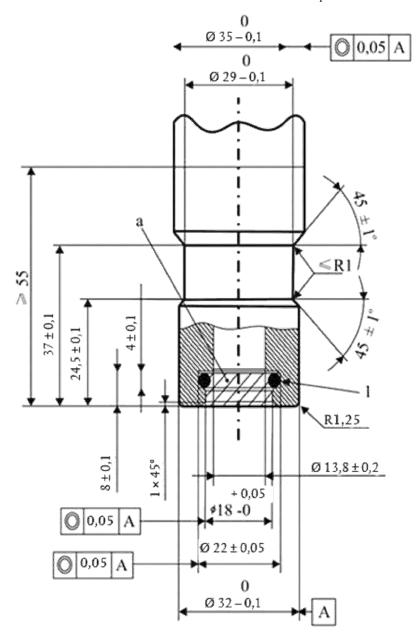
Acabado de la superficie de estanqueidad: 0.8 a  $0.05~\mu m$ 

Dureza del material: 75 Rockwell (HRB 75) como mínimo

Longitud mínima del receptáculo libre de dispositivos para la fijación del receptáculo o de cubiertas de protección.

 ${\it Figura~2}$  Unidad (receptáculo) de llenado para 20 MPa, tamaño 2, destinada a vehículos  ${\it M}_2$ ,  ${\it M}_3$ ,  ${\it N}_2$  y  ${\it N}_3$ 

Dimensiones expresadas en milímetros



## Leyenda

- Diámetro interior de la superficie de estanqueidad = Ø 15,47  $\pm$  0,1 anchura = Ø 3,53  $\pm$  0,2
- a En esta zona no habrá ningún componente



Rugosidad de la superficie < Ra 3,2 µm

Acabado de la superficie de estanqueidad: 0,8 a 0,05 µm

Dureza del material: 75 Rockwell B (HRB 75) como mínimo

#### ANEXO 4G

# DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DEL REGULADOR DE CAUDAL DE GAS Y DEL MEZCLADOR DE GAS/AIRE, EL INYECTOR DE GAS O LA RAMPA DE INYECCIÓN PARA GNC

- 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, EL INYECTOR DE GAS O LA RAMPA DE INYECCIÓN PARA GNC.
- 2. MEZCLADOR DE GAS/AIRE, INYECTOR DE GAS O RAMPA DE INYECCIÓN PARA GNC
- 2.1. El material constitutivo del mezclador de gas/aire, el inyector de gas o la rampa de inyección para GNC 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, el inyector de gas o la rampa de inyección para GNC 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, el inyector de gas o la rampa de inyección para GNC de clase 2 soportará una presión de 2 veces la presión de trabajo.
- 2.3.1.1. El mezclador de gas/aire, el inyector de gas o la rampa de inyección para GNC de clase 2 no tendrá fugas a una presión de 2 veces la presión de trabajo.
- 2.3.2. El mezclador de gas/aire, el inyector de gas o la rampa de inyección para GNC de clases 1 y 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:
  - a) una conexión a tierra separada;
  - b) el sistema eléctrico del componente aislado del cuerpo;
  - c) el inyector de gas en posición cerrada siempre que la corriente eléctrica esté cortada.
- 3. REGULADOR DE CAUDAL DE GAS PARA GNC
- 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 para GNC cumplirá los requisitos de los componentes de clases 1 o 2 de acuerdo con su clasificación.
- 3.3. Presiones de ensayo
- 3.3.1. El regulador de caudal de gas para GNC de clase 2 soportará una presión equivalente al doble de la presión de trabajo.
- 3.3.1.1. El regulador de caudal de gas para GNC 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 para GNC de clases 1 y 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:
  - a) una conexión a tierra separada;
  - b) el sistema eléctrico del componente 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/GNL 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.
- 2.1.1. No obstante lo dispuesto en el punto 2.1, la válvula podrá permanecer en una posición abierta durante las fases de parada ordenada.
- 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 este.
- 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/GNL.
- 2.5. La unidad de control electrónico se diseñará de tal manera que pueda funcionar a las temperaturas especificadas en el anexo 5O.

#### ANEXO 4I

# DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DEL INTERCAMBIADOR TÉRMICO/VAPORIZADOR PARA GNL

- 1. EL OBJETO DEL PRESENTE ANEXO ES DETERMINAR LAS DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DEL INTERCAMBIADOR TÉRMICO/VAPORIZADOR PARA GNL.
- 2. INTERCAMBIADOR TÉRMICO/VAPORIZADOR PARA GNL
- 2.1. El intercambiador térmico/vaporizador para GNL puede ser cualquier dispositivo hecho para vaporizar el combustible líquido criogénico y suministrarlo al motor en forma de gas a una temperatura entre 40 y + 105 °C.
- 2.2. El material constitutivo del intercambiador térmico/vaporizador para GNL que esté 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.
- 2.3. El elemento del intercambiador térmico/vaporizador para GNL que esté en contacto con el depósito se considerará de clase 5.
- 2.4. El intercambiador térmico/vaporizador para GNL se diseñará de tal manera que soporte una presión de 1,5 veces la presión de trabajo (MPa) sin fugas ni deformaciones.
- 2.5. El intercambiador térmico/vaporizador para GNL se diseñará de tal manera que sea estanco (hacia el exterior) a una presión de 1,5 veces la presión de trabajo (MPa) (véase el anexo 5B).
- 2.6. El intercambiador térmico/vaporizador para GNL se diseñará de manera que pueda funcionar a las temperaturas especificadas en el anexo 5O.
- 2.7. El intercambiador térmico/vaporizador para GNL se ajustará a los procedimientos de ensayo para la clase 5.
- 2.8. El intercambiador térmico/vaporizador para GNL superará el ensayo de congelación de la camisa de agua. Llenar con agua la parte del intercambiador térmico/vaporizador para GNL que normalmente contiene una solución anticongelante hasta la capacidad normal y exponerlo a 40 °C durante 24 horas. Unir secciones de 1 m de manguera anticongelante a la entrada y la salida del intercambiador térmico/vaporizador para GNL. Tras el acondicionamiento para la congelación, efectuar un ensayo de fugas externas conforme al anexo 5B a temperatura ambiente. Para este ensayo podrá utilizarse una muestra distinta.

#### ANEXO 4J

## DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DEL RECEPTÁCULO DE LLENADO PARA GNL

- 1. EL OBJETO DEL PRESENTE ANEXO ES DETERMINAR LAS DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DEL RECEPTÁCULO DE LLENADO PARA GNL.
- RECEPTÁCULO DE LLENADO PARA GNL
- 2.1. El receptáculo de llenado para GNL cumplirá los requisitos del punto 3.
- 2.2. El fabricante del receptáculo podrá exigir que se utilice un tipo específico de boquilla para GNL.
- 3. PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO DEL RECEPTÁCULO DE LLENADO PARA GNL
- 3.1. El receptáculo de llenado para GNL cumplirá los requisitos de los componentes de clase 5 y será sometido a los procedimientos de ensayo del anexo 5 con los requisitos específicos que figuran a continuación.
- 3.1.1. El material no metálico que forma el receptáculo de llenado para GNL será compatible con el GNL. Se aplicará el procedimiento de los anexos 5D, 5F y 5G para verificar esta compatibilidad.
- 3.1.2. El receptáculo de llenado para GNL no tendrá fugas a una presión de 1,5 veces la presión de trabajo (MPa) (véase el anexo 5B).
- 3.1.3. El receptáculo de llenado para GNL se diseñará de forma que funcione a las temperaturas especificadas en el anexo 5O.
- 3.1.4. La unidad de llenado soportará 7 000 ciclos en el ensayo de durabilidad del anexo 5L como se indica a continuación.

## 3.1.4.1. Ciclos a baja temperatura

El componente estará conectado durante el 96 % del número total de ciclos a temperatura ambiente y a la presión de servicio nominal. La fuente puede ser nitrógeno líquido o gaseoso (o GNL) a una temperatura igual o inferior a la correspondiente a la presión de servicio nominal para GNL (véase el cuadro 50). Se debe establecer el flujo y luego cortarlo. Durante el ciclo de cierre, se dejará disminuir la presión de salida del dispositivo de ensayo hasta el 50 % de la presión de ensayo. Al terminar los ciclos, los componentes superarán el ensayo de fugas del anexo 5B a temperatura criogénica. Se permite interrumpir esta parte del ensayo a intervalos del 20 % para realizar el ensayo de fugas.

## 3.1.4.2. Ciclos a temperatura ambiente

El componente se hará funcionar el 2 % de los ciclos totales como se ha indicado antes a la temperatura ambiente apropiada especificada a la presión de servicio nominal. Al terminar los ciclos a temperatura ambiente, el componente superará el ensayo de fugas del anexo 5B a la temperatura ambiente.

## 3.1.4.3. Ciclos a alta temperatura

El componente se hará funcionar el 2 % de los ciclos totales como se ha indicado antes a la temperatura ambiente apropiada especificada a la presión de servicio nominal. Al terminar los ciclos a alta temperatura, el componente superará el ensayo de fugas del anexo 5B a alta temperatura.

Después de los ciclos y un nuevo ensayo de fugas, se podrá retirar la boquilla de llenado del componente sin derramar más de 30 cm³ de GNL.

- 3.1.5. El receptáculo de GNL estará hecho de material que no produzca chispas y superará los ensayos de evaluación relativos a la no inflamabilidad descritos en la norma ISO 14469-1:2004.
- 3.1.6. La resistencia eléctrica de la boquilla y del receptáculo de llenado de GNL conectados no será superior a  $10~\Omega$  tanto bajo presión como sin ella. El ensayo se realizará antes y después del ensayo de resistencia.

#### ANEXO 4K

## DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DEL REGULADOR DE PRESIÓN PARA GNL

## 1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

El objeto del presente anexo es determinar las disposiciones relativas a la homologación del regulador para el control de la presión para GNL.

- 2. REGULADOR PARA EL CONTROL DE LA PRESIÓN PARA GNL
- 2.1. El material constitutivo del regulador que esté en contacto con GNL durante el funcionamiento será compatible con el GNL de ensayo. Con objeto de verificar dicha compatibilidad, se utilizará el procedimiento del anexo 5D.
- 2.2. El regulador para el control de la presión para GNL deberá superar los ensayos indicados para la clase 5.
- 3. CLASIFICACIÓN Y PRESIONES DE ENSAYO
- 3.1. El regulador de presión que esté en contacto con la presión del GNL se considerará de clase 5.
- 3.1.1. El regulador para el control de la presión será estanco (véase el anexo 5B), con las salidas de dicho elemento cerradas.
- 3.2. El regulador de presión se diseñará de tal manera que pueda funcionar a las temperaturas especificadas en el anexo 5O.
- 3.3. Ensayo de durabilidad
- 3.3.1. Se realizará el ensayo de durabilidad mencionado en el anexo 5L, con las siguientes excepciones:
  - a) el número de ciclos será de 7 000;
  - b) el componente se conectará a una fuente de fluido criogénico presurizado.

#### ANEXO 4L

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

- 1. EL OBJETO DE ESTE ANEXO CONSISTE EN DETERMINAR LAS DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DEL SENSOR DE PRESIÓN Y/O TEMPERATURA PARA GNL.
- 2. SENSORES DE PRESIÓN Y TEMPERATURA PARA GNL
- 2.1. Los sensores de presión y temperatura para GNL están clasificados en la clase 5 según la figura 1-1 del punto 3 del presente Reglamento.
- 3. PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO PARA EL SENSOR DE PRESIÓN Y/O TEMPERATURA PARA GNL
- 3.1. Los procedimientos de ensayo para el sensor de presión y/o temperatura para GNL cumplirán los requisitos de los componentes de clase 5 y serán sometidos a los procedimientos de ensayo del anexo 5 con los requisitos específicos que figuran a continuación.
- 3.2. Ensayo de resistencia del aislamiento

Este ensayo tiene por objeto comprobar si existe un posible fallo del aislamiento entre las patillas de conexión del sensor de presión y/o temperatura para GNL y la carcasa.

Aplicar 1 000 V de corriente continua entre una de las patillas de conexión y la carcasa del sensor de presión y/o temperatura para GNL durante al menos 2 segundos. La resistencia mínima admisible será > 10  $M\Omega$ .

- 3.3. El material constitutivo de los sensores de presión y temperatura para GNL que esté en contacto con el GNL durante el funcionamiento será compatible con el GNL de ensayo. Con objeto de verificar dicha compatibilidad, se utilizará el procedimiento del anexo 5D.
- 3.4. El sensor de presión y/o temperatura para GNL se diseñará de manera que pueda funcionar a las temperaturas especificadas en el anexo 5O.
- 3.5. El elemento de clase 5 de los sensores de presión y temperatura soportará una presión de hasta 1,5 veces la presión de trabajo (MPa), a la temperatura correspondiente a la presión de servicio nominal del cuadro del anexo 5O, a temperatura ambiente y a la temperatura máxima del anexo 5O.

#### ANEXO 4M

## DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DEL DETECTOR DE GAS NATURAL

- EL OBJETO DEL PRESENTE ANEXO ES DETERMINAR LAS DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DEL DETECTOR DE GAS NATURAL.
- 2. DETECTOR DE GAS NATURAL

El material constitutivo del detector de gas natural que esté en contacto con gas natural durante el funcionamiento será compatible con el gas de ensayo. Con objeto de verificar dicha compatibilidad, se utilizará el procedimiento del anexo 5D.

- 3. PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO DEL DETECTOR DE GAS NATURAL
- 3.1. El detector de gas natural se diseñará de forma que funcione a las temperaturas especificadas en el anexo 50.
- 3.2. Ensayo de resistencia del aislamiento

Este ensayo tiene por objeto comprobar la existencia de un posible fallo del aislamiento entre las patillas de conexión y la carcasa del detector de gas natural.

Aplicar 1 000 V de corriente continua entre una de las patillas de conexión y la carcasa del detector de gas natural durante al menos 2 segundos. La resistencia mínima admisible será de 10  $M\Omega$ .

3.3. El detector de gas natural cumplirá los requisitos de compatibilidad electromagnética (CEM) aplicables conforme al Reglamento nº 10, serie 03 de modificaciones, o equivalente.

#### ANEXO 4N

## Disposiciones relativas a la homologación de la válvula automática, la válvula de retención, la válvula limitadora de presión, la válvula limitadora de caudal y la válvula manual para aplicaciones de GNL

- 1. EL OBJETO DE ESTE ANEXO ES DETERMINAR LAS DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DE LA VÁLVULA AUTOMÁTICA, LA VÁLVULA DE RETENCIÓN, LA VÁLVULA LIMITADORA DE PRESIÓN Y LA VÁLVULA LIMITADORA DE CAUDAL PARA APLICACIONES DE GNL.
- VÁLVULA AUTOMÁTICA PARA GNL
- 2.1. Los materiales de la válvula automática para GNL en contacto con el GNL durante el funcionamiento serán compatibles con el GNL 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 para GNL se diseñará de tal manera que soporte una presión de 1,5 veces la presión de trabajo (MPa) sin fugas ni deformaciones (véase el anexo 5A).
- 2.2.2. La válvula automática para GNL se diseñará de tal manera que sea estanca a una presión de 1,5 veces la presión de trabajo (MPa) (véase el anexo 5B).
- 2.2.3. La válvula automática para GNL, en la posición normal de uso especificada por el fabricante, se someterá a 7 000 operaciones y luego se desactivará. La válvula automática seguirá siendo estanca con arreglo a los anexos 5B y 5C a una presión de 1,5 veces la presión de trabajo. Este ensayo se realiza con el 96 % de sus ciclos a temperaturas criogénicas, el 2 % a temperatura ambiente y el 2 % a alta temperatura, con arreglo al cuadro del anexo 5O.
- 2.2.4. La válvula automática para GNL se diseñará para funcionar a las temperaturas especificadas en el anexo 50.
- 2.2.5. Ensayo de resistencia del aislamiento

Este ensayo tiene por objeto comprobar la existencia de un posible fallo del aislamiento entre la bobina de dos patillas y la carcasa de la válvula automática para GNL.

Aplicar de 1 000 V de corriente continua entre una de las patillas de conexión y la carcasa de la válvula automática para GNL durante al menos 2 segundos. La resistencia mínima admisible será de  $10 \text{ M}\Omega$ .

- 3. VÁLVULA DE RETENCIÓN PARA GNL
- 3.1. Los materiales de la válvula de retención para GNL en contacto con el GNL durante el funcionamiento serán compatibles con el GNL 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 para GNL se diseñará de tal manera que soporte una presión de 1,5 veces la presión de trabajo (MPa) sin fugas ni deformaciones a temperatura criogénica.
- 3.2.2. La válvula de retención para GNL 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) con las temperaturas especificadas en el anexo 5O.
- 3.2.3. La válvula de retención para GNL, en la posición normal de uso especificada por el fabricante, se someterá a 7 000 operaciones a temperatura criogénica (véase el anexo 5O) y luego se desactivará. La válvula de retención seguirá siendo estanca (hacia el exterior) a una presión de 1,5 veces la presión de trabajo (MPa) (véase el anexo 5B).
- 3.2.4. La válvula de retención para GNL se diseñará para funcionar a las temperaturas especificadas en el anexo 50.
- 3.3. La válvula de retención para GNL se ajustará a los procedimientos de ensayo para componentes de clase 5.

- 4. VÁLVULA LIMITADORA DE PRESIÓN PARA GNL
- 4.1. Los materiales de la válvula de limitadora de presión para GNL en contacto con el GNL durante el funcionamiento serán compatibles con el GNL 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 de la clase 5 se diseñará de manera que soporte una presión de 1,5 veces la presión de trabajo (MPa) a temperatura criogénica con la salida cerrada.
- 4.2.2. La válvula limitadora de presión y el dispositivo limitador de presión de clase 5 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).
- 4.3. La válvula limitadora de presión para GNL se diseñará para funcionar a las temperaturas especificadas en el anexo 5O.
- 4.4. La válvula limitadora de presión se ajustará a los procedimientos de ensayo para la clase 5.
- 5. VÁLVULA LIMITADORA DE CAUDAL PARA GNL
- 5.1. Los materiales de la válvula limitadora de caudal para GNL en contacto con el GNL durante el funcionamiento serán compatibles con el GNL 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 para GNL, si no está montada dentro del depósito, se diseñará para soportar una presión de 1,5 veces la presión de trabajo (MPa) a temperatura criogénica.
- 5.2.2. La válvula limitadora de caudal para GNL, si no está montada dentro del depósito, se diseñará para ser estanca hacia el exterior (anexo 5B) a una presión de 1,5 veces la presión de trabajo (MPa).
- 5.2.3. La válvula limitadora de caudal para GNL se diseñará para que pueda funcionar a las temperaturas especificadas en el anexo 50.
- 5.3. La válvula limitadora de caudal para GNL se diseñará con una derivación (fuga interna) que permita la igualación de presiones.
- 5.4. Las válvulas limitadoras de caudal no funcionarán a más del 10 % por encima ni a menos del 20 % por debajo del caudal de cierre nominal especificado por el fabricante.
- 5.4.1. Se someterán a estos ensayos tres muestras de cada tamaño y estilo de válvula. Las válvulas para GNL destinadas a utilizarse exclusivamente con líquidos se someterán a ensayo con agua. Salvo en el caso indicado en el punto 5.4.3, se realizarán ensayos independientes con cada muestra instalada en posición vertical, horizontal e invertida.
- 5.4.2. 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 incluirá 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, una válvula de descarga hidrostática o ambos, para reducir el efecto del choque de presión al cerrarse la válvula limitadora de caudal.
- 5.4.3. Las válvulas destinadas a instalarse exclusivamente en una posición solo podrán someterse a ensayo en dicha posición.
- 5.5. Cuando la válvula limitadora de caudal para GNL esté en la posición de cierre, el caudal a través de la derivación no será superior a un caudal declarado por el fabricante en cm³/minuto a la presión de servicio.
- 5.6. El dispositivo se ajustará a los procedimientos de ensayo para componentes de clase 5.

- 6. VÁLVULA MANUAL PARA GNL
- 6.1. Los materiales de la válvula manual para GNL en contacto con el GNL durante el funcionamiento serán compatibles con el GNL de ensayo. Con objeto de verificar esta compatibilidad, se utilizará el procedimiento descrito en el anexo 5D.
- 6.2. Especificaciones de funcionamiento
- 6.2.1. El dispositivo de válvula manual para GNL de clase 5 se diseñará de tal manera que soporte una presión de 1,5 veces la presión de trabajo a temperatura criogénica.
- 6.2.2. El dispositivo de válvula manual para GNL de clase 5 estará diseñado para funcionar a temperaturas comprendidas entre 162  $^{\circ}$ C y 85  $^{\circ}$ C.
- 6.3. Requisitos de los dispositivos de válvula manual para GNL

Se someterá una muestra a un ensayo de fatiga mediante ciclos de presión a una frecuencia no superior a 4 ciclos por minuto, de la manera siguiente:

Mantener a una temperatura de – 162 °C o inferior mientras se aplica una presión de situada entre 0 y la presión de trabajo WP. Entonces, el par máximo en la válvula será igual a 2 veces la fuerza mencionada en el cuadro 5.3 del anexo 5L. Tras el ensayo, la válvula manual para GNL superará el ensayo de fugas externas del anexo 5B.

Si durante el ensayo se produjera hielo, se podrá deshelar y secar la válvula manual para GNL.

6.4. La válvula manual para GNL se ajustará a los procedimientos de ensayo para componentes de clase 5.

## DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE PARA GNL

- 1. EL OBJETO DEL PRESENTE ANEXO ES DETERMINAR LAS DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE PARA GNL.
- 2. REQUISITOS DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE PARA GNL
- 2.1. Los materiales de la bomba de combustible para GNL en contacto con el GNL durante el funcionamiento serán compatibles con el GNL de ensayo. Con objeto de verificar esta compatibilidad, se utilizará el procedimiento descrito en el anexo 5D.
- 2.2. La bomba de combustible para GNL de clase 5 estará diseñada para funcionar a temperaturas comprendidas entre 162 y 85 °C.
- 2.3. El dispositivo se ajustará a los procedimientos de ensayo para componentes de clase 5.
- 2.4. La bomba de combustible para GNL estará fabricada de forma que se evite la captura de GNL.
- 2.5. Se preverán los medios para que el GNL presente en la bomba a la parada del motor sea tratado de forma segura sin incrementar la presión por encima de la presión de trabajo máxima segura.
- 2.6. La bomba de combustible para GNL estará provista de un dispositivo de control de la presión que mantenga la presión dentro del rango de presiones de funcionamiento.
- 2.6.1. En sustitución del dispositivo de control de la presión puede aceptarse una limitación de la fuerza suministrada por el mecanismo de accionamiento.
- 2.6.2. En sustitución del dispositivo de control de la presión puede aceptarse un sistema de control electrónico.
- 2.6.3. No se permitirá que el dispositivo de control de la presión expulse gas natural a la atmósfera durante su funcionamiento normal.
- 2.7. La bomba de combustible para GNL estará provista de una válvula limitadora de presión para limitar la presión a la presión de trabajo máxima segura de la bomba.
- 2.7.1. En sustitución de una válvula limitadora de presión de la bomba es aceptable una válvula limitadora de presión del sistema de alimentación de combustible si, al aliviar la presión del sistema, reduce la presión de la bomba.
- 2.8. Se permitirá funcionar a la bomba de combustible para GNL antes de que el motor se haya puesto en marcha, a fin de producir la presión requerida en el sistema de alimentación de combustible. Esta función deberá obtenerse sin suministrar combustible al motor si este no está funcionando.
- 3. PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO APLICABLES
- 3.1. Bomba de combustible para GNL montada dentro del depósito:

Ensayo de compatibilidad con el GNL	anexo	5D
Resistencia al calor seco	anexo	5F
Envejecimiento por ozono	anexo	5G
Ensayo a baja temperatura	anexo	5P

3.2. Bomba de combustible para GNL montada fuera del depósito:

Sobrepresión o resistencia	anexo	5A
Fugas externas	anexo	5B
Compatibilidad con el GNL	anexo	5D
Resistencia a la corrosión	anexo	5E
Resistencia al calor seco	anexo	5F
Envejecimiento por ozono	anexo	5G

Ciclos de temperatura anexo 5H
Resistencia a las vibraciones anexo 5N
Ensayo a baja temperatura anexo 5P

## PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO

## 1. CLASIFICACIÓN

- 1.1. Los componentes para GNC para vehículos se clasificarán según la presión máxima de trabajo y su función, con arreglo al punto 2 del presente Reglamento. Los componentes para GNL para vehículos se clasificarán según la temperatura mínima, con arreglo al punto 3 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	Clase 5	Anexo
Sobrepresión o resistencia	X	X	X	X	0	X	5A
Fugas externas	X	X	X	X	О	X	5 B
Fugas internas	A	A	A	A	О	A	5C
Ensayos de durabilidad	A	A	A	A	О	A	5L
Compatibilidad con el GNC/GNL	A	A	A	A	A	A	5D
Resistencia a la corrosión	X	X	X	X	X	A	5E
Resistencia al calor seco	A	A	A	A	A	A	5F
Envejecimiento por ozono	A	A	A	A	A	A	5G
Ensayos de rotura/destructivos	X	О	0	0	О	A	5M
Ciclos de temperatura	A	A	A	A	О	A	5H
Ciclos de presión	X	О	О	0	О	A	5I
Resistencia a las vibraciones	A	A	A	A	О	A	5 N
Temperaturas de funcionamiento	X	X	X	X	X	X	50
GNL a baja temperatura	0	О	О	0	О	X	5P

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:

- a) la temperatura;
- b) la presión;
- c) la compatibilidad con el GNC/GNL;
- d) la durabilidad.
- 3. REQUISITOS GENERALES
- 3.1. En el caso del GNC, los ensayos de fugas deberán realizarse con gas a presión como aire o nitrógeno. En el caso del GNL, se utilizará fluido criogénico.
- 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 el ensayo de fugas y el ensayo de resistencia hidrostática no será inferior a 3 minutos.

#### ANEXO 5A

## PRUEBA DE SOBREPRESIÓN (PRUEBA DE RESISTENCIA)

- 1. Un componente que contenga GNC/GNL soportará sin ningún indicio visible de rotura o deformación permanente una presión hidráulica de 1,5 a 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 ensayo podrá utilizarse agua o cualquier 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 rotura y de trabajo correspondientes a la clasificación del punto 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
Clase 5	Según especifique el fabricante	1,5 veces la presión de trabajo

#### ANEXO 5B

#### **ENSAYO DE FUGAS EXTERNAS**

- 1. Los componentes ensayados conforme a los puntos 2 y 3 del presente anexo a una presión aerostática de entre 0 y el valor indicado en el cuadro 5.2 del anexo 5A no presentarán fugas por las juntas de su vástago o cuerpo u otras juntas ni presentarán signos de porosidad en la fundición.
- 2. El ensayo se realizará en las siguientes condiciones:
  - a) a temperatura ambiente;
  - b) a la temperatura de funcionamiento mínima;
  - c) a la temperatura de funcionamiento máxima.

Las temperaturas máximas y mínimas de funcionamiento se indican en el anexo 50.

### 3. En caso de GNC

Durante dicho ensayo, el equipo sometido a prueba 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. 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).

#### 3.1. En caso de GNL

Durante este ensayo, la entrada del componente estará conectada a una fuente de líquido criogénico conforme al cuadro del anexo 5O o a una temperatura inferior con la presión de trabajo declarada por el fabricante. El flujo se mantendrá durante 0,5 horas.

- 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 cm<sup>3</sup>/hora.
- 5. Ensayo de alta temperatura

En caso de GNC

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 50, igual a la presión máxima de trabajo. El componente se acondicionará a esta temperatura durante 8 horas, como mínimo.

### 5.1. En caso de GNL

Los componentes que contengan GNL no presentarán fugas superiores a 15 cm³/hora con el flujo mencionado en el punto 3.1 cuando son sometidos a una temperatura exterior, a las temperaturas máximas de funcionamiento especificadas en el anexo 5O.

## 6. Ensayo de baja temperatura

En caso de GNC

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.

## 6.1. En caso de GNL

Los componentes que contengan GNL no presentarán fugas superiores a 15 cm³/hora con el flujo mencionado en el punto 3.1 cuando son sometidos a una temperatura exterior, a la temperatura mínima de funcionamiento especificada en el anexo 5O.

#### 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). En el caso de componentes para GNL, la temperatura utilizada es la temperatura criogénica (véase el anexo 5O).
- 3. Las válvulas de retención para GNC 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 para GNC 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 para GNC utilizada en el conjunto de una unidad de llenado, cuando esté cerrada, no presentará 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 las presiones de ensayo. El manómetro se instalará entre la válvula automática y la muestra sometida a 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.
- 7. La conformidad con los puntos 2 a 5 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 invertida estará cerrada mediante un cierre estanco al agua. El aparato se ajustará de modo que:
  - a) el extremo del tubo de salida quede situado aproximadamente a 13 mm por encima del nivel del agua dentro de una probeta invertida, y
  - b) 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 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 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:

$$V_1 = V_t \cdot \frac{60}{t} \cdot \left( \frac{273}{T} \cdot \frac{P}{101,3} \right)$$

Donde:

V<sub>1</sub> = caudal de fuga, centímetros cúbicos de aire o nitrógeno por hora.

V<sub>t</sub> = 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. 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.

#### ANEXO 5D

## ENSAYO DE COMPATIBILIDAD CON EL GNC/GNL

 Los elementos no metálicos que estén en contacto con el GNC no presentarán cambios de volumen o pérdidas de peso excesivos.

Resistencia al n-pentano según ISO 1817 con las siguientes condiciones:

- a) medio: n-pentano;
- b) temperatura: 23 °C (tolerancia según ISO 1817);
- c) período 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 relativos al ensayo de resistencia a la corrosión:

- 1. Los componentes metálicos que contengan GNC/GNL 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/GNL 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 15500-2 con todas las conexiones cerradas.

#### ANEXO 5F

## RESISTENCIA AL CALOR SECO

- 1. El ensayo deberá realizarse de conformidad con la norma ISO 188. La muestra deberá exponerse 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 del alargamiento a la rotura no excederá de los siguientes valores:
  - a) aumento máximo: 10 %;
  - b) disminución máxima: 30 %.

#### ANEXO 5G

## **ENVEJECIMIENTO POR OZONO**

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 100 millones durante 72 horas.

2. No se permitirá el agrietamiento de la muestra.

## ANEXO 5H

## ENSAYO DE CICLOS DE TEMPERATURA

Las piezas no metálicas que contengan GNC/GNL cumplirán los requisitos de los ensayos de fugas mencionados en los anexos 5B y 5C tras haber sido sometidas 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, 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)

- 1. MÉTODO DE ENSAYO PARA COMPONENTES PARA GNC
- 1.1. 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 durante el 96 % del número total de ciclos a temperatura ambiente y a la presión de servicio nominal. Durante el ciclo de 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 superarán 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 durante el 2 % de los ciclos totales a la temperatura máxima apropiada especificada para 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 durante el 2 % de los ciclos totales a la temperatura mínima apropiada especificada para 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

- 1.2. Este ensayo se realizará a la temperatura máxima apropiada especificada y se repetirá a una temperatura de 40 °C.
- 1.3. Los ensayos de durabilidad para productos destinados al GNL se mencionan en su anexo específico, a saber, anexo 4I hasta anexo 4O, en su caso.

## ANEXO 5M

## ENSAYO DE ROTURA/DESTRUCTIVO APLICABLE SOLO A BOTELLAS DE GNC

(Véase el anexo 3A)

## ANEXO 5 N

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LAS VIBRACIONES

- 1. 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.
- 2. Método de ensayo
- 2.1. 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 anexo 5C.

## TEMPERATURAS DE FUNCIONAMIENTO

Las temperaturas de funcionamiento serán las siguientes:

	Compartimento del motor	Montado en el motor	A bordo
Moderada (M)	– 20 a 105 °C	– 20 a 120 °C	– 20 a 85 °C
Fría (C)	− 40 a 105 °C	– 40 a 120 °C	– 40 a 85 °C
GNL (L)	– 162 a 105 °C	− 162 a 120 °C	− 162 a 85 °C

Nota: La temperatura GNL (L) es la del fluido en el interior de los componentes. Para las temperaturas exteriores, utilícese M o C. Dado que, en el caso del GNL, la temperatura y presión de saturación tienen una relación directa, como se muestra en el cuadro siguiente, se admitirán temperaturas mínimas más elevadas para los componentes destinados a GNL en función de la presión de ensayo descrita.

0
Ŭ
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18

Temperatura (°C)	Presión [bares]
- 107,3	19
- 106,0	20
- 104,7	21
- 103,5	22
- 102,3	23
- 101,2	24

Fuente: http://webbook.nist.gov/chemistry/fluid/Saturation

#### ANEXO 5P

## GNL — ENSAYO DE BAJA TEMPERATURA

- 1. Se hará funcionar el componente durante el 96 % de los ciclos totales (que figuran en el anexo 4 del producto) a 162 °C de temperatura y a la presión de trabajo.
- 2. Se hará funcionar el componente a través de un 4 % de los ciclos totales a la temperatura máxima apropiada (especificada en el anexo 5O) y a la presión de trabajo y cumplirá lo dispuesto en los anexos 5B y 5C al término de los ciclos de temperatura.
- 3. Este ensayo podrá ser interrumpido, si así se desea, a intervalos del 20 % para realizar el ensayo de fugas.
- 4. Después del ensayo de ciclos, se realizará el ensayo hidrostático.

## ANEXO 5Q

## COMPATIBILIDAD CON FLUIDOS DE INTERCAMBIO DE CALOR DE PIEZAS NO METÁLICAS

- 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.
- 2. Se considerará que el ensayo es satisfactorio si la variación de volumen es inferior al 20 %, el cambio en la masa es inferior al 5 %, el cambio de la resistencia a la tracción es inferior al 25 % y el cambio en alargamiento a la rotura se sitúa entre 30 y + 10 %.

## DISPOSICIONES RELATIVAS A LA MARCA DE IDENTIFICACIÓN GNC PARA VEHÍCULOS DE LAS CATEGORÍAS $M_2M_3$ , $N_2$ Y $N_3$

(Véase el punto 18.1.8.1 del presente Reglamento)

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

Contorno: blanco o blanco reflectante

Letras: blanco o blanco reflectante

## Dimensiones:

Anchura del contorno: 4-6 mm Altura de los caracteres:  $\geq$  25 mm Grosor de los caracte- $\geq$  4 mm

res:

Anchura de la etiqueta 110-150 mm

adhesiva:

Altura de la etiqueta ad- 80-110 mm

hesiva:

Las letras «CNG» (en español «GNC») deberán estar centradas respecto a la etiqueta adhesiva.

# DISPOSICIONES RELATIVAS A LA MARCA DE IDENTIFICACIÓN GNL PARA VEHÍCULOS DE LAS CATEGORÍAS $\mathrm{M_2M_3},\mathrm{N_2}\,\mathrm{Y}\,\mathrm{N_3}$

(Véase el punto 18.1.8.2 del presente Reglamento)



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

Contorno: blanco o blanco reflectante

Letras: blanco o blanco reflectante

## Dimensiones:

Anchura del contorno: 4-6 mm

Altura de los caracteres: ≥ 25 mm

Grosor de los caracteres: ≥ 4 mm

Anchura de la etiqueta ad-

hesiva:

110-150 mm

Altura de la etiqueta adhe- 8

80-110 mm

siva:

Las letras «LNG» (en español «GNL») deberán estar centradas respecto a la etiqueta adhesiva.