Sólo los textos CEPE originales tienen efecto jurídico en el marco del Derecho internacional público. La situación y la fecha de entrada en vigor del presente Reglamento deben consultarse en la última versión del documento de situación CEPE TRANS/WP.29/343, disponible en: http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29fdocstts.html.

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

I. Componentes específicos de vehículos de motor que utilizan gas natural comprimido (GNC) en sus sistemas de propulsión.

II. Vehículos en relación con la instalación de componentes específicos de un tipo homologado para el uso de gas natural comprimido (GNC) en sus sistemas de propulsión

Apéndice 109: Reglamento nº 110

Que incorpora todo el texto válido hasta:

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

ÍNDICE

REGLAMENTO

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

PARTE I

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

PARTE II

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

ANEXOS

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

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

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

El presente Reglamento se aplica a:

1.1. Parte I: Componentes específicos de vehículos de las categorías M y N [1] que utilizan gas natural comprimido (GNC) en sus sistemas de propulsión;

1.2. Parte II: Vehículos de las categorías M y N [1] en relación con la instalación de componentes específicos de un tipo homologado para el uso de gas natural comprimido (GNC) para su propulsión.

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

2. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES

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

Clase 0 Piezas de alta presión, inclusive tubos y accesorios, que contengan GNC a una presión superior a 3 MPa y hasta 26 MPa.

Clase 1 Piezas de media presión, inclusive tubos y accesorios, que contengan GNC a una presión superior a 450 kPa y hasta 3 000 kPa (3 MPa).

Clase 2 Piezas de baja presión, inclusive tubos y accesorios, que contengan GNC a una presión superior a 20 kPa y hasta 450 kPa.

Clase 3 Piezas de media presión, como válvulas de seguridad o protegidas por válvulas de seguridad, inclusive tubos y accesorios, que contengan GNC a una presión superior a 450 kPa y hasta 3 000 kPa (3 MPa).

Clase 4 Piezas en contacto con gas sometidas a una presión inferior a 20 kPa.

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

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

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

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

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

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

2.2. «Componente específico» significa:

a) recipiente (o botella),

b) accesorios montados en la botella,

c) regulador de presión,

d) válvula automática,

e) válvula manual,

f) dispositivo de alimentación de gas,

g) regulador de caudal de gas,

h) tubo flexible de combustible,

i) tubo rígido de combustible,

j) unidad de llenado o receptáculo,

k) válvula de retención,

l) válvula limitadora de presión (válvula de descarga),

m) dispositivo limitador de presión (disparado por temperatura),

n) filtro,

o) sensor/indicador de presión o temperatura,

p) válvula limitadora de caudal,

q) válvula de servicio,

r) unidad de control electrónico,

s) compartimento estanco al gas,

t) accesorio,

u) manguera de ventilación.

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

Fig. 1-1

Diagrama de flujo para la clasificación de componentes de GNC

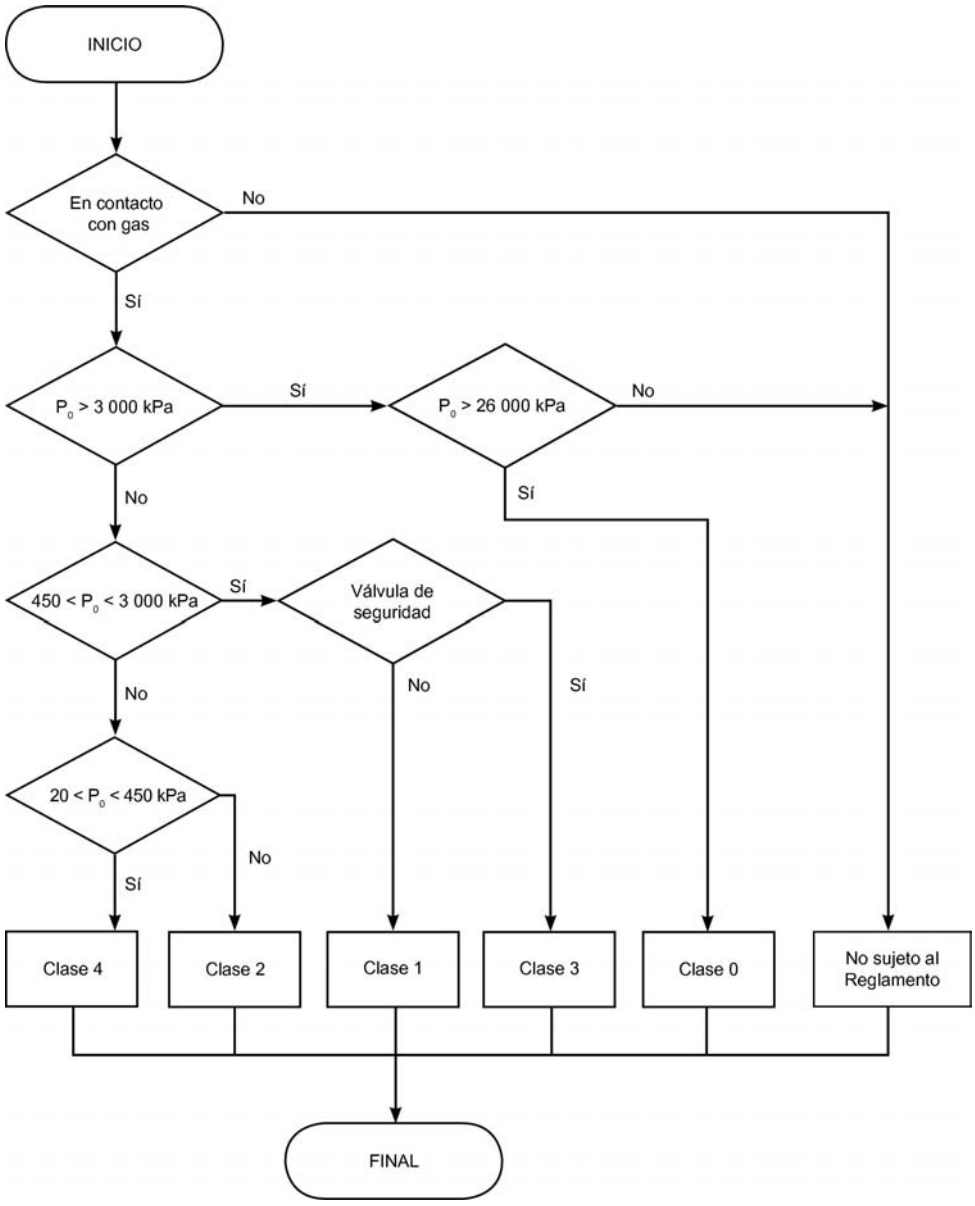


Fig. 1-2

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

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

X = Aplicable
O = No aplicable
A = Según proceda

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

2.3.1. Un recipiente puede ser:

GNC-1: metálico;

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

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

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

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

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

2.5.1. Válvula manual;

2.5.2. Indicador/sensor de presión;

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

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

2.5.5. Válvula automática de botella;

2.5.6. Válvula limitadora de caudal;

2.5.7. Compartimento estanco al gas.

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

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

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

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

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

2.11. «Válvula manual» significa a válvula manual rígidamente unida a la botella.

2.12. «Válvula limitadora de presión (válvula de descarga)» significa un dispositivo que impide que se supere una presión predeterminada en el circuito anterior.

2.13. «Válvula de servicio» significa una válvula de aislamiento que se cierra para el mantenimiento del vehículo.

2.14. «Filtro» significa un tamiz protector que elimina residuos extraños de la corriente de gas.

2.15. «Accesorio» significa un conector utilizado en un sistema de tubos rígidos o flexibles.

2.16. **Tubos de combustible**

2.16.1. «Tubos flexibles de combustible» significa una serie de tubos o mangueras flexibles a través de las cuales pasa gas natural.

2.16.2. «Tubos rígidos de combustible» significa una serie de tubos que no se han diseñado para que se doblen en condiciones de funcionamiento normal y a través de los cuales pasa gas natural.

2.17. «Dispositivo de alimentación de gas» significa un dispositivo para introducir combustible gaseoso en el colector de admisión del motor (carburador o inyector).

2.17.1. «Mezclador gas/aire» significa un dispositivo para efectuar la mezcla del combustible gaseoso y el aire de admisión destinada al motor.

2.17.2. «Inyector de gas» significa un dispositivo para introducir combustible en el motor o en el sistema de admisión asociado.

2.18. «Regulador de caudal de gas» significa un dispositivo de restricción del caudal de gas, instalado detrás de un regulador de presión, que controla el caudal de gas que pasa al motor.

2.19. «Compartimento estanco al gas» significa un dispositivo que expulsa las fugas de gas al exterior del vehículo y que incluye el tubo flexible de ventilación de gas.

2.20. «Indicador de presión» significa un dispositivo a presión que indica la presión del gas.

2.21. «Regulador de presión» significa un dispositivo utilizado para controlar la presión del combustible gaseoso que llega al motor.

2.22. «Dispositivo limitador de presión (disparado por temperatura)» significa un dispositivo de un solo uso disparado por una temperatura y/o presión excesiva que deja salir el gas para evitar que la botella se rompa.

2.23. «Unidad o recipiente de llenado» significa un dispositivo montado en el interior o exterior del vehículo (compartimento del motor) que se utiliza para llenar el recipiente en la estación de servicio.

2.24. «Unidad de control electrónico (GNC — alimentación de combustible)» significa un dispositivo que controla la demanda de gas del motor y otros parámetros del motor y cierra automáticamente la válvula automática, necesario por razones de seguridad.

2.25. «Tipo de componentes», como se ha señalado en los apartados 2.6 a 2.23, significa componentes que no difieren en aspectos esenciales como los materiales, las presiones de trabajo o las temperaturas de funcionamiento.

2.26. «Tipo de unidad de control electrónico», como se ha mencionado en el apartado 2.24, significa componentes que no difieren en aspectos esenciales, como los principios básicos del software, salvo pequeños cambios.

PARTE I

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

3. SOLICITUD DE HOMOLOGACIÓN

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

3.2. Deberá ir acompañada de los documentos que se mencionan a continuación, por triplicado, así como de los elementos siguientes:

3.2.1. descripción del vehículo, comprendidos todos los datos particulares a los que se hace referencia en el anexo 1A del presente Reglamento,

3.2.2. una descripción detallada del tipo del componente específico,

3.2.3. un plano del componente específico suficientemente detallado y a una escala adecuada,

3.2.4. verificación del cumplimiento de las especificaciones establecidas en el apartado 6 del presente Reglamento.

3.3. A petición del servicio técnico responsable de realizar las pruebas de homologación, se facilitarán muestras del componente específico y en su caso también muestras suplementarias (máximo 3).

3.3.1. Durante la preproducción de recipientes, [n] (*) recipientes de cada 50 productos (lote de calificación) se someterán a las pruebas no destructivas del anexo 3.

4. IDENTIFICACIÓN

4.1. Las muestras de componente específicos presentados para su homologación llevarán el nombre o marca comercial del fabricante y el tipo, incluido uno relativo a las temperaturas de funcionamiento («M» o «C» para temperaturas moderadas o frías, según corresponda); y, además, en el caso de tubos flexibles, el mes y año de fabricación; estas marcas de identificación serán claramente legibles e indelebles.

4.2. Todos los componentes tendrán espacio suficiente para poner la marca de homologación; este espacio se indicará en los planos a que se hace referencia en el apartado 3.2.2. anterior.

4.3. Todos los recipientes tendrán también un espacio para marcas con los datos siguientes claramente legibles e indelebles:

a) un número de serie;

b) la capacidad en litros;

c) la marca «GNC»;

d) presión de régimen/presión de ensayo [MPa];

e) masa (kg);

f) año y mes de homologación (por ejemplo 96/01);

g) marca de homologación según el apartado 5.4.

5. HOMOLOGACIÓN

5.1. Si las muestras del componente presentadas para su homologación cumplen los requisitos de los apartados 6.1. a 6.11. del presente Reglamento, se concederá la homologación del tipo de componente.

5.2. Se asignará un número de homologación a cada tipo de componente o componente multifuncional homologado. Sus dos primeros dígitos (actualmente 00 para el Reglamento en su forma original) indicarán la serie de enmiendas que incorporen las últimas modificaciones técnicas importantes introducidas en el Reglamento en el momento de la concesión de la homologación. La misma parte contratante no podrá asignar este mismo código alfanumérico a ningún otro tipo de componente.

5.3. La notificación de la homologación o del rechazo o de la prórroga de la homologación de un componente GNC de conformidad con el presente Reglamento se comunicará a las partes contratantes en aplicación del presente Reglamento, por medio de un impreso según el modelo del anexo 2B del mismo.

(*) Se especificará.

5.4. Se fijará de forma bien visible y en el espacio al que se hace referencia en apartado 4.2., a todos los componentes conformes con un tipo homologado de acuerdo con el presente Reglamento, además de la marca prevista en los apartados 4.1. y 4.3., una marca de homologación internacional consistente en:

5.4.1. La letra mayúscula «E» dentro de un círculo seguida del número que identifica al país que ha concedido la homologación ([2]).

5.4.2. El número del presente Reglamento, seguido de la letra «R», un guión y el número de homologación a la derecha del círculo establecido en el punto 5.4.1. Este número de homologación consistirá en el número de homologación del tipo de componente que aparezca en el certificado extendido para dicho tipo (ver el apartado 5.2. y el anexo 2B) precedido de dos cifras que indiquen la secuencia de la última serie de modificaciones del presente Reglamento.

5.5. La marca de homologación debe ser claramente legible e indeleble.

5.6. El anexo 2A del presente Reglamento contiene ejemplos de la disposición de la marca de homologación anteriormente mencionada.

6. ESPECIFICACIONES RELATIVAS A COMPONENTES PARA GNC

6.1. **Disposiciones generales**

6.1.1. Los componentes específicos de vehículos que utilicen GNC en su sistema de propulsión funcionarán de forma correcta y segura según lo especificado en el presente Reglamento.

Los materiales de los componentes que estén en contacto con GNC serán compatibles con el mismo (ver el anexo 5D).

Las partes de componentes cuyo funcionamiento correcto y seguro pueda ser influenciado por el GNC, alta presión o vibraciones, tendrán que someterse a los procedimientos de prueba pertinentes descritos en los anexos del presente Reglamento. Especialmente, deberán cumplirse las disposiciones de los apartados 6.2. a 6.11.

Los componentes específicos de los vehículos que utilizan GNC en sus sistemas de propulsión cumplirán los requisitos pertinentes sobre compatibilidad electromagnética (EMC) con arreglo al Reglamento nº 10, serie 02 de enmiendas, o equivalente.

6.2. **Disposiciones relativas a los recipientes**

6.2.1. Los recipientes de GNC serán de un tipo homologado de acuerdo con las disposiciones establecidas en el anexo 3 del presente Reglamento.

6.3. **Disposiciones relativas a componentes montados en el recipiente**

6.3.1. Como mínimo, el recipiente estará equipado con los siguientes componentes, que podrán estar separados o combinados:

6.3.1.1. válvula manual,

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

6.3.1.2. válvula automática de botella;

6.3.1.3. dispositivo limitador de presión,

6.3.1.4. dispositivo limitador de caudal.

6.3.2. El recipiente podrá estar equipado con un compartimento estanco al gas, si es necesario.

6.3.3. Los componentes mencionados en los apartados 6.3.1. a 6.3.2. anteriores serán de un tipo homologado de acuerdo con las disposiciones establecidas en el anexo 4 del presente Reglamento.

6.4.-6.11. Disposiciones relativas a otros componentes

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

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

7. MODIFICACIONES DE UN TIPO DE COMPONENTE PARA GNC Y EXTENSIÓN DE LA HOMOLOGACIÓN

7.1. Toda modificación de un tipo de componente para GNC se notificará al servicio administrativo que haya concedido la homologación de tipo. Dicho servicio podrá:

7.1.1. considerar que las modificaciones no tendrán probablemente efectos adversos apreciables y que el componente seguirá cumpliendo los requisitos; o bien

7.1.2. la autoridad competente deberá establecer si deben repetirse las pruebas total o parcialmente.

7.2. La confirmación o denegación de la homologación se comunicará a las Partes Contratantes del Acuerdo que apliquen el presente Reglamento, especificándose las modificaciones, mediante el procedimiento indicado en el punto 5.3.

7.3. El organismo competente que conceda la extensión de la homologación asignará un número de serie a cada formulario de notificación cumplimentado para dicha extensión.

8. (No asignado)

9. CONFORMIDAD DE LA PRODUCCIÓN

La conformidad de los procedimientos de producción se establecerá conforme a lo establecido en el apéndice 2 del Acuerdo (E/ECE/324-E/ECE/TRANS/505/Rev.2) y a los siguientes requisitos:

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

9.2. La prueba de rotura bajo presión hidráulica de acuerdo con el apartado 3.2. del anexo 3 se realizará para cada lote, formado como máximo por 200 recipientes fabricados a partir del mismo lote de materia prima.

9.3. Todos los conjuntos de tubos flexibles de combustible utilizados a presión alta y media (clases 0 y 1) de acuerdo con la clasificación del apartado 2 del presente Reglamento, se probarán al doble de la presión de trabajo.

10. SANCIONES POR DISCONFORMIDAD DE LA PRODUCCIÓN

10.1. La homologación relativa a un tipo de componente de conformidad con el presente Reglamento podrá ser retirada si no se cumplen los requisitos establecidos en el apartado 9 anterior.

10.2. Cuando una parte en el Acuerdo que aplique el presente Reglamento retire una homologación que había concedido anteriormente, informará de ello inmediatamente a las demás partes contratantes que aplican el presente Reglamento, mediante un impreso de notificación conforme al modelo recogido en el anexo 2B del presente Reglamento.

11. (No asignado)

12. CESE DEFINITIVO DE LA PRODUCCIÓN

Si el titular de la homologación abandona por completo la fabricación de un tipo de componente homologado de acuerdo con el presente Reglamento, informará del hecho a la autoridad que haya concedido la homologación. Tras recibir la comunicación pertinente, dicha autoridad informará de este extremo a las demás partes contratantes que apliquen el presente Reglamento por medio de un impreso de comunicación de acuerdo con el modelo del anexo 2B del presente Reglamento.

13. NOMBRES Y DIRECCIONES DE LOS SERVICIOS TÉCNICOS ENCARGADOS DE LOS ENSAYOS DE HOMOLOGACIÓN Y DE LOS SERVICIOS ADMINISTRATIVOS

Las partes contratantes que apliquen el presente Reglamento comunicarán a la Secretaría de las Naciones Unidas los nombres y direcciones de los servicios técnicos responsables de realizar las pruebas de homologación y de los departamentos administrativos que concedan la homologación, a los cuales deberán enviarse impresos de certificación de la homologación o extensión, rechazo o retirada de la homologación, emitidos en otros países.

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) EN SUS SISTEMAS DE PROPULSIÓN

14. DEFINICIONES

14.1. A efectos de la parte II del presente Reglamento, se entenderá por:

14.1.1. «Homologación de un vehículo» significa la homologación de un tipo de vehículos de las categorías M y N en relación con su sistema GNC como equipamiento original para utilizarlo en su sistema de propulsión;

14.1.2. «Tipo de vehículo» designa a aquellos vehículos dotados de componentes específicos para el uso de GNC en su sistema de propulsión que no difieran respecto a las siguientes condiciones:

14.1.2.1. el fabricante;

14.1.2.2. la designación del tipo establecida por el fabricante;

14.1.2.3. los aspectos esenciales de la construcción y diseño:

14.1.2.3.1. bastidor/suelo (diferencias obvias y fundamentales);

14.1.2.3.2. instalación del equipo de GNC (diferencias evidentes y fundamentales);

14.1.3. «Sistema de GNC» significa un conjunto de componentes (uno o varios recipientes o botellas, válvulas, tubos flexibles de combustible, etc.) y piezas de conexión (tubos rígidos de combustible, accesorios de tubos, etc.) montados en vehículos de motor que utilizan GNC en sus sistemas de propulsión.

15. SOLICITUD DE HOMOLOGACIÓN

15.1. La solicitud de homologación de un tipo de vehículo con respecto a la instalación de componentes específicos para el uso de gas natural comprimido en su sistema de propulsión será presentada por el fabricante del vehículo o por un representante del mismo debidamente acreditado.

15.2. Irá acompañada de los documentos mencionados a continuación por triplicado: descripción del vehículo con todos los datos pertinentes a los que se hace referencia en el anexo 1B del presente Reglamento.

15.3. Se presentará al servicio técnico que realice las pruebas de homologación un vehículo representativo del tipo de vehículo cuya homologación se solicite.

16. HOMOLOGACIÓN

16.1. Si el vehículo presentado para su homologación de acuerdo con el presente Reglamento tiene todos los componentes específicos necesarios para el uso de gas natural comprimido en su sistema de propulsión y satisface los requisitos del apartado 17, se concederá la homologación de ese tipo de vehículo.

16.2. A cada tipo de vehículo homologado se le asignará un número de homologación. Los dos primeros dígitos indicarán la serie de enmiendas que incorporen las modificaciones técnicas importantes más recientes hechas en el Reglamento en el momento de expedir la homologación.

16.3. Se notificará la homologación, el rechazo o la extensión de la homologación de un tipo de vehículo de GNC de acuerdo con el presente Reglamento a las partes contratantes que lo apliquen, por medio de un impreso según el modelo del anexo 2D del presente Reglamento.

16.4. Se fijará de forma muy visible y en un espacio fácilmente accesible especificado en el impreso de homologación al que se hace referencia en el apartado 16.2 anterior y a todos los tipos de vehículos homologados de acuerdo con el presente Reglamento, una marca internacional de homologación consistente en:

16.4.1. La letra mayúscula «E» dentro de un círculo seguida del número que identifica al país que ha concedido la homologación ([3]).

16.4.2. El número del presente Reglamento, seguido de la letra «R», un guión y el número de homologación a la derecha del círculo establecido en el punto 16.4.1.

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

16.5. Si el vehículo corresponde a un vehículo homologado conforme a uno o más de los demás Reglamentos anexos al Tratado en el país que haya concedido la homologación conforme al presente Reglamento, no será necesario repetir el símbolo previsto en el apartado 16.4.1; en tal caso, se colocarán en columnas verticales a la derecha del símbolo previsto en el apartado 16.4.1. los números del Reglamento y de la homologación y los símbolos adicionales de todos los Reglamentos conforme a los cuales se haya concedido la homologación en el país que haya concedido la homologación conforme al presente Reglamento.

16.6. La marca de homologación debe ser claramente legible e indeleble.

16.7. La marca de homologación se situará en la placa informativa del vehículo, o cerca de la misma.

16.8. El anexo 2C del presente Reglamento contiene ejemplos de la disposición de la marca de homologación anteriormente mencionada.

17. REQUISITOS PARA LA INSTALACIÓN DE COMPONENTES ESPECÍFICOS PARA USO DE GAS NATURAL COMPRIMIDO EN EL SISTEMA DE PROPULSIÓN DE UN VEHÍCULO

17.1. **Generalidades**

17.1.1. El sistema de GNC del vehículo funcionará de forma correcta y segura a la presión de trabajo y a las temperaturas de funcionamiento para las que haya sido diseñado y homologado.

17.1.2. Todos los componentes del sistema tendrán la homologación de tipo para piezas individuales de conformidad con la Parte I del presente Reglamento.

17.1.3. Los materiales utilizados en el sistema serán aptos para su uso con GNC.

17.1.4. Todos los componentes del sistema estarán sujetos de manera correcta.

17.1.5. El sistema de GNC no tendrá fugas, es decir, permanecerá sin que se observen burbujas durante 3 minutos.

17.1.6. El sistema de GNC se instalará de tal manera que tenga la mejor protección posible contra eventuales daños, como los debidos a componentes móviles del vehículo, colisiones e impactos de gravilla, así como los debidos a la carga y descarga del vehículo o al desplazamiento de la carga transportada.

17.1.7. No se conectará al sistema de GNC ningún aparato distinto de los estrictamente necesarios para el funcionamiento correcto del motor del vehículo.

17.1.7.1. Independientemente de las disposiciones del apartado 17.1.8., los vehículos podrán tener un sistema de calefacción para el habitáculo de pasajeros y/o la zona de carga, conectado al sistema de GNC.

17.1.7.2. El sistema de calefacción al que se refiere el apartado 17.1.7.1. será permitido si, en opinión de los servicios técnicos responsables de la homologación de tipo, el sistema de calefacción está debidamente protegido y no resulta afectado el necesario funcionamiento del sistema normal de GNC.

17.1.8. Identificación de los vehículos alimentados con GNC de las categorías M2 y M3 ([4])

17.1.8.1. Los vehículos de las categorías M2 y M3 equipados con un sistema de GNC llevarán una placa como la especificada en el anexo 6.

17.1.8.2. La placa se instalará en la parte delantera y trasera del vehículo de categoría M2 o M3 y en el exterior de las puertas del lado derecho.

17.2. **Requisitos adicionales**

17.2.1. Ningún componente del sistema de GNC, incluidos los materiales protectores que puedan formar parte de los mismos, sobresaldrá de la línea exterior del vehículo, con excepción de la unidad de llenado si ésta no sobresale más de 10 mm de su punto de fijación.

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

17.2.2. Ningún componente del sistema de GNC estará situado a menos de 100 mm del escape o de una fuente de calor similar, a menos que dichos componentes estén debidamente calorifugados.

17.3. **Sistema de GNC**

17.3.1. Un sistema de GNC contendrá como mínimo los siguientes elementos:

17.3.1.1. Recipiente(s) o botella(s);

17.3.1.2. Indicador de presión o indicador de nivel de combustible;

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

17.3.1.4. Válvula automática de botella;

17.3.1.5. Válvula manual;

17.3.1.6. Regulador de presión;

17.3.1.7. Regulador de caudal de gas;

17.3.1.8. Dispositivo limitador de caudal;

17.3.1.9. Dispositivo de alimentación de gas;

17.3.1.10. Unidad o receptáculo de llenado;

17.3.1.11. Tubo flexible de combustible;

17.3.1.12. Tubo rígido de combustible;

17.3.1.13. Unidad de control electrónico;

17.3.1.14. Accesorios;

17.3.1.15. Compartimento estanco al gas para los componentes instalados en los compartimentos de equipajes y pasajeros. Si el compartimento estanco al gas puede ser destruido en caso de incendio, el dispositivo limitador de presión podrá estar cubierto por el compartimento estanco al gas.

17.3.2. El sistema de GNC podrá incluir también los siguientes componentes:

17.3.2.1. Válvula de retención;

17.3.2.2. Válvula limitadora de presión;

17.3.2.3. Filtro de GNC;

17.3.2.4. Sensor de presión y/o temperatura;

17.3.2.5. Sistema de selección de combustible y sistema eléctrico.

17.3.3. Se podrá combinar una válvula automática adicional con el regulador de presión.

17.4. **Instalación del recipiente**

17.4.1. El recipiente estará instalado permanentemente en el vehículo y no se instalará en el compartimento del motor.

17.4.2. El recipiente se instalará de tal manera que no haya contacto entre metales con la excepción de los puntos de fijación del recipiente o recipientes.

17.4.3. Cuando el vehículo esté en condiciones de utilización, el recipiente de combustible no estará a menos de 200 mm sobre la superficie de la calzada.

17.4.3.1. No tendrán aplicación las disposiciones del apartado 17.4.3. si el recipiente está adecuadamente protegido en la parte delantera y en los lados y si ninguna parte del recipiente está situada por debajo de esta estructura protectora.

17.4.4. El o los recipientes o botellas deberán estar montados y fijados de manera que puedan absorber sin sufrir daños las siguientes aceleraciones, estando los recipientes llenos:

Vehículos de las categorías M1 y N1:

a) 20 g en el sentido de marcha

b) 8 g transversalmente al sentido de marcha

Vehículos de las categorías M2 y N2:

a) 10 g en el sentido de marcha

b) 5 g transversalmente al sentido de marcha

Vehículos de las categorías M3 y N3:

a) 6,6 g en el sentido de marcha

b) 5 g transversalmente al sentido de marcha

Podrá utilizarse un método de cálculo en lugar de pruebas prácticas si el solicitante puede demostrar su equivalencia a efectos de homologación a satisfacción del servicio técnico.

17.5. **Accesorios montados en el(los) recipiente(s) o botella(s)**

17.5.1. Válvula automática

17.5.1.1. En cada recipiente se instalará directamente una válvula automática de botella.

17.5.1.2. La válvula automática de botella funcionará de tal manera que se corte la alimentación de combustible al pararse el motor, sea cual sea la posición del conmutador de encendido, y permanecerá cerrada mientras el motor no esté funcionando. Se permite un retardo de 2 segundos por motivo de diagnóstico.

17.5.2. Dispositivo limitador de presión

17.5.2.1. El dispositivo limitador de presión (disparado por temperatura) se montará en el(los) recipiente(s) de combustible de tal manera que pueda descargar el gas en el compartimento estanco al gas, si éste cumple los requisitos del apartado 17.5.5.

17.5.3. Válvula limitadora de caudal en el recipiente

17.5.3.1. El dispositivo limitador de caudal se instalará en los depósitos de combustible, en la válvula automática de botella.

17.5.4. Válvula manual

17.5.4.1. Se fijará rígidamente a la botella una válvula manual, que puede estar integrada en la válvula automática de botella.

17.5.5. Compartimento estanco al gas en el(los) recipiente(s)

17.5.5.1. En el recipiente de combustible se montará un compartimento estanco al gas sobre los accesorios del recipiente que cumpla los requisitos de los apartados 17.5.5.2. a 17.5.5.5., a menos que el (los) recipiente(s) esté(n) instalado(s) fuera del vehículo.

17.5.5.2. El compartimento estanco al gas estará en comunicación abierta con la atmósfera, si es necesario a través de un tubo flexible de conexión y un pasapanel que serán resistentes al GNC.

17.5.5.3. El orificio de ventilación del compartimento estanco al gas no descargará en un paso de rueda ni apuntará a una fuente de calor como el escape.

17.5.5.4. Cualquier tubo flexible de conexión y pasapanel en la parte inferior de la carrocería del vehículo de motor para ventilación del compartimento estanco al gas tendrá una sección de paso libre mínima de 450 mm^2.

17.5.5.5. El compartimento sobre los accesorios del (de los) recipiente(s) y tubos flexibles de conexión será estanco al gas a una presión de 10 kPa sin sufrir deformaciones permanentes. En estas circunstancias, podrá aceptarse una fuga no superior a 100 cm^3 por hora.

17.5.5.6. El tubo flexible de conexión se fijará mediante abrazaderas u otros medios al compartimento estanco al gas y al pasapanel para asegurar la formación de una junta estanca al gas.

17.5.5.7. El compartimento estanco al gas contendrá todos los componentes instalados en el maletero o el habitáculo de pasajeros.

17.6. **Tubos rígidos y flexibles de combustible**

17.6.1. Los tubos rígidos de combustible serán de material sin soldadura: acero inoxidable o acero con revestimiento resistente a la corrosión.

17.6.2. Los tubos rígidos de combustible podrán sustituirse por tubos flexibles de las clases 0, 1 o 2.

17.6.3. El tubo flexible de combustible cumplirá los requisitos establecidos en el anexo 4B del presente Reglamento.

17.6.4. Los tubos rígidos de combustible se fijarán de tal manera que no estén sujetos a esfuerzos ni a vibraciones.

17.6.5. Los tubos flexibles de combustible se fijarán de tal manera que no estén sujetos a esfuerzos ni a vibraciones.

17.6.6. En el punto de fijación, los tubos de combustible flexibles o rígidos se colocarán de tal manera que no exista contacto entre metales.

17.6.7. No se colocarán tubos de combustible flexibles o rígidos en los puntos destinados a la elevación del vehículo con gatos.

17.6.8. En los puntos de paso a través de paredes, los tubos de combustible llevarán material protector.

17.7. **Accesorios o conexiones de gas entre componentes**

17.7.1. No son admisibles las uniones soldadas ni las uniones por compresión de tipo zunchado.

17.7.2. Los tubos de acero inoxidable se unirán exclusivamente mediante accesorios de acero inoxidable.

17.7.3. Los bloques de distribución se fabricarán con material resistente a la corrosión.

17.7.4. Los tubos rígidos de combustible se conectarán mediante uniones apropiadas, por ejemplo, uniones de compresión de dos piezas en tubos de acero y uniones con agujeros olivados cónicos en ambos lados.

17.7.5. El número de uniones se reducirá al mínimo posible.

17.7.6. Todas las uniones se situarán en lugares de fácil acceso para su inspección.

17.7.7. En un habitáculo de pasajeros o en un maletero cerrado, los tubos de combustible no serán más largos de lo necesario y en cualquier caso estarán protegidos por un compartimento estanco al gas.

17.7.7.1. Las disposiciones del apartado 17.7.7. no se aplicarán a aquellos vehículos de las categorías M2 o M3 en los que los tubos de combustible y las conexiones dispongan de un manguito resistente al GNC y que tenga una conexión abierta a la atmósfera.

17.8. **Válvula automática**

17.8.1. Podrá instalarse una válvula automática adicional en la línea de combustible, lo más cerca posible del regulador de presión.

17.9. **Unidad o receptáculo de llenado**

17.9.1. La unidad de llenado no podrá girar y estará protegida de la suciedad y el agua.

17.9.2. Si el recipiente de GNC está instalado en el habitáculo de pasajeros o en un maletero cerrado, la unidad de llenado estará situada en el exterior del vehículo o en el compartimento del motor.

17.10. **Sistema de selección de combustible e instalación eléctrica**

17.10.1. Los componentes eléctricos del sistema de GNC estará protegidos contra sobrecargas.

17.10.2. Los vehículos con más de un sistema de combustible tendrán un sistema de selección del combustible que asegure que no se alimentará al motor con más de un combustible simultáneamente durante más de 5 segundos. Se permitirán los vehículos de «combustible dual», que utilizan el gasóleo como combustible primario para la ignición de la mezcla aire/gas, en aquellos casos en que dichos motores y vehículos se ajusten a las normas de emisión obligatorias.

17.10.3. Las conexiones eléctricas y componentes situados en el compartimento estanco al gas se construirán de tal manera que no puedan generar chispas.

18. CONFORMIDAD DE LA PRODUCCIÓN

18.1. La conformidad de los procedimientos de fabricación se ajustará a las disposiciones del Tratado, apéndice 2 (E/CEPE/324-E/CEPE/TRANS/505/Rev.2).

19. SANCIONES POR DISCONFORMIDAD DE LA PRODUCCIÓN

19.1. La homologación concedida en relación con un tipo de vehículo de conformidad con el presente Reglamento podrá ser retirada si no se cumplen los requisitos a los que se refiere el apartado 18.

19.2. Cuando una parte en el Acuerdo que aplique el presente Reglamento retire una homologación que había concedido anteriormente, informará de ello inmediatamente a las demás partes contratantes que aplican el presente Reglamento, mediante un impreso de notificación conforme al modelo recogido en el anexo 2D del presente Reglamento.

20. MODIFICACIÓN Y EXTENSIÓN DE LA HOMOLOGACIÓN DE UN TIPO DE VEHÍCULO

20.1. Todas las modificaciones de la instalación de componentes específicos para uso de gas natural comprimido en el sistema de propulsión del vehículo se notificarán al departamento administrativo que haya homologado el tipo de vehículo. Este servicio podrá:

20.1.1. considerar que no es probable que las modificaciones hechas tengan efectos adversos apreciables, en cuyo caso el vehículo seguirá cumpliendo los requisitos; o bien

20.1.2. solicitar una nueva acta de ensayo al servicio técnico responsable de la realización de los ensayos de homologación.

20.2. La confirmación o denegación de la homologación, especificando la modificación, se comunicará a las partes contratantes que apliquen el presente Reglamento mediante un impreso conforme al modelo recogido en el anexo 2D del presente Reglamento.

20.3. La autoridad competente que emita la extensión de la homologación asignará un número de serie a dicha extensión e informará del mismo a las demás partes signatarias del Tratado de 1958 que apliquen el presente Reglamento por medio de un impreso de notificación conforme al modelo del anexo 2D del presente Reglamento.

21. CESE DEFINITIVO DE LA PRODUCCIÓN

Si el titular de la homologación abandona por completo la fabricación de un tipo de vehículo homologado de conformidad con el presente Reglamento, informará del hecho a la autoridad que haya concedido la homologación. Al recibir la comunicación pertinente, dicha autoridad informará de la misma a las demás partes contratantes que apliquen el presente Reglamento por medio de un impreso de comunicación de acuerdo con el modelo del anexo 2D del presente Reglamento.

22. NOMBRES Y DIRECCIONES DE LOS SERVICIOS TÉCNICOS ENCARGADOS DE LOS ENSAYOS DE HOMOLOGACIÓN Y DE LOS SERVICIOS ADMINISTRATIVOS

Las partes contratantes que apliquen el presente Reglamento comunicarán a la Secretaría de las Naciones Unidas los nombres y direcciones de los servicios técnicos responsables de realizar las pruebas de homologación y de los departamentos administrativos que concedan la homologación, a los cuales deberán enviarse impresos de certificación de la homologación o extensión, rechazo o retirada de la homologación, emitidos en otros países.

ANEXO 1A

CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES DEL COMPONENTE DE GNC

1.	(No asignado)
1.2.4.5.1.	Descripción del sistema:
1.2.4.5.2.	Regulador(es) de presión: sí/no (1)
1.2.4.5.2.1.	Marca(s): .....
1.2.4.5.2.2.	Tipo(s): .....
1.2.4.5.2.5.	Planos: .....
1.2.4.5.2.6.	Número de puntos de ajuste principales: .....
1.2.4.5.2.7.	Descripción del principio de ajuste por medio de los puntos de ajuste principales: .....
1.2.4.5.2.8.	Número de puntos de ajuste del ralentí: .....
1.2.4.5.2.9.	Descripción de los principios de ajuste por medio de los puntos de ajuste del ralentí: .....
1.2.4.5.2.10.	Otras posibilidades de ajuste, si existen (incluir descripción y planos): .....
1.2.4.5.2.11.	Presión(es) de trabajo (2): ..... kPa
1.2.4.5.2.12.	Material: .....
1.2.4.5.2.13.	Temperaturas de funcionamiento (2): ..... °C
1.2.4.5.3.	Mezclador de gas/aire (carburador): sí/no (1)
1.2.4.5.3.1.	Número: .....
1.2.4.5.3.2.	Marca(s): .....
1.2.4.5.3.3.	Tipo(s): .....
1.2.4.5.3.4.	Planos: .....
1.2.4.5.3.5.	Posibilidades de ajuste: .....
1.2.4.5.3.6.	Presión(es) de trabajo (2): ..... kPa
1.2.4.5.3.7.	Material: .....
1.2.4.5.3.8.	Temperaturas de funcionamiento: (2) ..... °C
1.2.4.5.4.	Regulador de caudal de gas: sí/no (1)
1.2.4.5.4.1.	Número: .....
1.2.4.5.4.2.	Marca(s): .....
1.2.4.5.4.3.	Tipo(s): .....
1.2.4.5.4.4.	Planos: .....
1.2.4.5.4.5.	Posibilidades de ajuste (descripción): .....
1.2.4.5.4.6.	Presión(es) de trabajo: (2) ..... kPa
1.2.4.5.4.7.	Material: .....
1.2.4.5.4.8.	Temperaturas de funcionamiento (2): ..... °C
1.2.4.5.5.	Inyector(es) de gas: sí/no (1)
1.2.4.5.5.1.	Marca(s): .....
1.2.4.5.5.2.	Tipo(s): .....
1.2.4.5.5.3.	Identificación: .....
1.2.4.5.5.4.	Presión(es) de trabajo (2): ..... kPa
1.2.4.5.5.5.	Planos de instalación: .....

1.2.4.5.5.6. Material: .....

1.2.4.5.5.7. Temperaturas de funcionamiento (2): ..... °C

1.2.4.5.6. Unidad de control electrónico (alimentación de GNC): sí/no (1)

1.2.4.5.6.1. Marca(s): .....

1.2.4.5.6.2. Tipo(s): .....

1.2.4.5.6.3. Posibilidades de ajuste: .....

1.2.4.5.6.4. Principios básicos del software: .....

1.2.4.5.6.5. Temperaturas de funcionamiento (2): ..... °C

1.2.4.5.7. Recipiente(s) o botella(s) de GNC: sí/no (1)

1.2.4.5.7.1. Marca(s): .....

1.2.4.5.7.2. Tipo(s) (incluir planos): .....

1.2.4.5.7.3. Capacidad: ..... litros

1.2.4.5.7.4. Planos de instalación del recipiente: .....

1.2.4.5.7.5. Dimensiones: .....

1.2.4.5.7.6. Material: .....

1.2.4.5.8. Accesorios del recipiente de GNC: .....

1.2.4.5.8.1. Indicador de presión: sí/no (1)

1.2.4.5.8.1.1. Marca(s): .....

1.2.4.5.8.1.2. Tipo(s): .....

1.2.4.5.8.1.3. Principio de funcionamiento: flotador/otro (1) (incluir descripción o planos) .....

1.2.4.5.8.1.4. Presión(es) de trabajo (2): ..... MPa

1.2.4.5.8.1.5. Material: .....

1.2.4.5.8.1.6. Temperaturas de funcionamiento (2): ..... °C

1.2.4.5.8.2. Válvula limitadora de presión (válvula de descarga): sí/no (1)

1.2.4.5.8.2.1. Marca(s): .....

1.2.4.5.8.2.2. Tipo(s): .....

1.2.4.5.8.2.3. Presión(es) de trabajo (2): ..... MPa

1.2.8.5.8.2.4. Material: .....

1.2.4.5.8.2.5. Temperaturas de funcionamiento (2): ..... °C

1.2.4.5.8.3. Válvula automática de botella: .....

1.2.4.5.8.3.1. Marca(s): .....

1.2.4.5.8.3.2. Tipo(s): .....

1.2.4.5.8.3.3. Presión(es) de trabajo (2): ..... MPa

1.2.4.5.8.3.4. Material: .....

1.2.4.5.8.3.5. Temperaturas de funcionamiento (2): ..... °C

1.2.4.5.8.4. Válvula limitadora de caudal: sí/no (1)

1.2.4.5.8.4.1. Marca(s): .....

1.2.4.5.8.4.2. Tipo(s): .....

1.2.4.5.8.4.3. Presión(es) de trabajo (2): ..... MPa

1.2.4.5.8.4.4. Material: .....

1.2.4.5.8.4.5. Temperaturas de funcionamiento (2): ..... °C

1.2.4.5.8.5. Compartimento estanco al gas: sí/no (1)

1.2.4.5.8.5.1. Marca(s): .....

1.2.4.5.8.5.2. Tipo(s): .....

1.2.4.5.8.5.3. Presión(es) de trabajo (2): ..... MPa

1.2.4.5.8.5.4. Material: .....

1.2.4.5.8.5.5. Temperaturas de funcionamiento (2): ..... °C

1.2.4.5.8.6. Válvula manual: sí/no (1)

1.2.4.5.8.6.1. Marca(s): .....

1.2.4.5.8.6.2. Tipo(s): .....

1.2.4.5.8.6.3. Planos: .....

1.2.4.5.8.6.4. Presión(es) de trabajo (2): ..... MPa

1.2.4.5.8.6.4. Material: .....

1.2.4.5.8.6.5. Temperaturas de funcionamiento (2): ..... °C

1.2.4.5.9. Dispositivo limitador de presión (disparado por temperatura): sí/no (1)

1.2.4.5.9.1. Marca(s): .....

1.2.4.5.9.2. Tipo(s): .....

1.2.4.5.9.3. Descripción y planos: .....

1.2.4.5.9.4. Temperatura de activación (2): ..... °C

1.2.4.5.9.5. Material: .....

1.2.4.5.9.6. Temperaturas de funcionamiento (2): ..... °C

1.2.4.5.10. Unidad o receptáculo de llenado: sí/no (1)

1.2.4.5.10.1. Marca(s): .....

1.2.4.5.10.2. Tipo(s): .....

1.2.4.5.10.3. Presión(es) de trabajo (2): ..... MPa

1.2.4.5.10.4. Descripción y planos: .....

1.2.4.5.10.5. Material: .....

1.2.4.5.10.6. Temperaturas de funcionamiento: (2) ..... °C

1.2.4.5.11. Tubos flexibles de combustible: sí/no (1)

1.2.4.5.11.1. Marca(s): .....

1.2.4.5.11.2. Tipo(s): .....

1.2.4.5.11.3. Descripción: .....

1.2.4.5.11.4. Presión(es) de trabajo (2): ..... kPa

1.2.4.5.11.5. Material: .....

1.2.4.5.11.6. Temperaturas de funcionamiento (2): ..... °C

1.2.4.5.12. Sensor(es) de presión y temperatura: sí/no (1)

1.2.4.5.12.1. Marca(s): .....

1.2.4.5.12.2. Tipo(s): .....

1.2.4.5.12.3. Descripción: .....

1.2.4.5.12.4. Presión(es) de trabajo ([2]): ..... kPa

1.2.4.5.12.5. Material: .....

1.2.4.5.12.6. Temperaturas de funcionamiento ([2]): .....°C

1.2.4.5.13. Filtro(s) de GNC: sí/no ([1])

1.2.4.5.13.1. Marca(s): .....

1.2.4.5.13.2. Tipo(s): .....

1.2.4.5.13.3. Descripción: .....

1.2.4.5.13.4. Presión(es) de trabajo ([2]): ..... kPa

1.2.4.5.13.5. Material: .....

1.2.4.5.13.6. Temperaturas de funcionamiento: ([2]) ..... °C

1.2.4.5.14. Válvula(s) de retención: sí/no ([1])

1.2.4.5.14.1. Marca(s): .....

1.2.4.5.14.2. Tipo(s): .....

1.2.4.5.14.3. Descripción: .....

1.2.4.5.14.4. Presión(es) de trabajo ([2]): ..... kPa

1.2.4.5.14.5. Material: .....

1.2.4.5.14.6. Temperaturas de funcionamiento ([2]): ..... °C

1.2.4.5.15. Conexión al sistema de GNC para el sistema de calefacción: sí/no ([1])

1.2.4.5.15.1. Marca(s): .....

1.2.4.5.15.2. Tipo(s): .....

1.2.4.5.15.3. Descripción y planos de instalación: .....

1.2.5. Sistema de refrigeración (por líquido/por aire) ([1])

1.2.5.1. Descripción del sistema/planos con relación al sistema de GNC: .....

([1]) Táchese lo que no proceda.
([2]) Especifíquese la tolerancia.

ANEXO 1B

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

0.	DESCRIPCIÓN DEL(DE LOS) VEHÍCULO(S)
0.1.	Marca: .....
0.2.	Tipo(s): .....
0.3.	Nombre y dirección del fabricante: .....
0.4.	Tipo(s) de motor(es) y número(s) de homologación(es): .....
1.	DESCRIPCIÓN DEL(DE LOS) VEHÍCULO(S)
1.1.	Fabricante: .....
1.1.1.	Código(s) del motor del fabricante (marcados en el motor u otros medios de identificación) .....
1.2.	Motor de combustión interna
1.2.3.	(No asignado)
1.2.4.5.1.	(No asignado)
1.2.4.5.2.	Regulador(es) de presión:
1.2.4.5.2.1.	Marca(s): .....
1.2.4.5.2.2.	Tipo(s): .....
1.2.4.5.2.3.	Presión(es) de trabajo (2): ..... kPa
1.2.4.5.2.4.	Material: .....
1.2.4.5.2.5.	Temperaturas de funcionamiento (2): .....°C
1.2.4.5.3.	Mezclador de gas/aire (carburador): sí/no (1)
1.2.4.5.3.1.	Número: .....
1.2.4.5.3.2.	Marca(s): .....
1.2.4.5.3.3.	Tipo(s): .....
1.2.4.5.3.4.	Presión(es) de trabajo (2): ..... kPa
1.2.4.5.3.5.	Material: .....
1.2.4.5.3.6.	Temperaturas de funcionamiento (2): ..... °C
1.2.4.5.4.	Regulador de caudal de gas: sí/no (1)
1.2.4.5.4.1.	Número: .....
1.2.4.5.4.2.	Marca(s): .....
1.2.4.5.4.3.	Tipo(s): .....
1.2.4.5.4.4.	Presión(es) de trabajo (2): ..... kPa
1.2.4.5.4.5.	Material: .....
1.2.4.5.4.6.	Temperaturas de funcionamiento (2): .....°C
1.2.4.5.5.	Inyector(es) de gas: sí/no (1)
1.2.4.5.5.1.	Marca(s): .....
1.2.4.5.5.2.	Tipo(s): .....
1.2.4.5.5.3.	Presión(es) de trabajo (2): ..... kPa
1.2.4.5.5.4.	Material: .....
1.2.4.5.5.5.	Temperaturas de funcionamiento (2): .....°C
1.2.4.5.6.	Unidad de control electrónico (alimentación de GNC): sí/no (1)

1.2.4.5.6.1. Marca(s): .....

1.2.4.5.6.2. Tipo(s): .....

1.2.4.5.6.3. Principios básicos del software: .....

1.2.4.5.6.4. Temperaturas de funcionamiento (2): ..... °C

1.2.4.5.7. Recipiente(s) o botella(s) de GNC: sí/no (1)

1.2.4.5.7.1. Marca(s): .....

1.2.4.5.7.2. Tipo(s): .....

1.2.4.5.7.3. Capacidad: ..... litros

1.2.4.5.7.4. Número de homologación: .....

1.2.4.5.7.5. Dimensiones: .....

1.2.4.5.7.6. Material: .....

1.2.4.5.8. Accesorios del recipiente de GNC:

1.2.4.5.8.1. Indicador de presión

1.2.4.5.8.1.1. Marca(s) .....

1.2.4.5.8.1.2. Tipo(s): .....

1.2.4.5.8.1.3. Presión(es) de trabajo (2): ..... MPa

1.2.4.5.8.1.4. Material: .....

1.2.4.5.8.1.5. Temperaturas de funcionamiento (2): .....°C

1.2.4.5.8.2. Válvula limitadora de presión (válvula de descarga): sí/no (1)

1.2.4.5.8.2.1. Marca(s): .....

1.2.4.5.8.2.2. Tipo(s): .....

1.2.4.5.8.2.3. Presión(es) de trabajo (2): ..... MPa

1.2.4.5.8.2.4. Material: .....

1.2.4.5.8.2.5. Temperaturas de funcionamiento (2): ..... °C

1.2.4.5.8.3. Válvula(s) automática(s):

1.2.4.5.8.3.1. Marca(s): .....

1.2.4.5.8.3.2. Tipo(s): .....

1.2.4.5.8.3.3. Presión(es) de trabajo (2): ..... MPa

1.2.4.5.8.3.4. Material: .....

1.2.4.5.8.3.5. Temperaturas de funcionamiento (2): ..... °C

1.2.4.5.8.4. Válvula limitadora de caudal: sí/no (1)

1.2.4.5.8.4.1. Marca(s): .....

1.2.4.5.8.4.2. Tipo(s): .....

1.2.4.5.8.4.3. Presión(es) de trabajo (2): ..... MPa

1.2.4.5.8.4.4. Material: .....

1.2.4.5.8.4.5. Temperaturas de funcionamiento (2): ..... °C

1.2.4.5.8.5. Compartimento estanco al gas: sí/no (1)

1.2.4.5.8.5.1. Marca(s): .....

1.2.4.5.8.5.2. Tipo(s): .....

1.2.4.5.8.5.3. Presión(es) de trabajo (2): ..... MPa

1.2.4.5.8.5.4. Material: .....

1.2.4.5.8.5.5. Temperaturas de funcionamiento (2): ..... °C

1.2.4.5.8.6. Válvula manual:

1.2.4.5.8.6.1. Marca(s): .....

1.2.4.5.8.6.2. Tipo(s): .....

1.2.4.5.8.6.3. Presión(es) de trabajo (2): ..... MPa

1.2.4.5.8.6.4. Material: .....

1.2.4.5.8.6.5. Temperaturas de funcionamiento (2): ..... °C

1.2.4.5.9. Dispositivo limitador de presión (disparado por temperatura): sí/no (1)

1.2.4.5.9.1. Marca(s): .....

1.2.4.5.9.2. Tipo(s): .....

1.2.4.5.9.3. Temperatura de activación (2): ..... °C

1.2.4.5.9.4. Material: .....

1.2.4.5.9.5. Temperaturas de funcionamiento (2): ..... °C

1.2.4.5.10. Unidad o receptáculo de llenado: sí/no (1)

1.2.4.5.10.1. Marca(s): .....

1.2.4.5.10.2. Tipo(s): .....

1.2.4.5.10.3. Presión(es) de trabajo (2): ..... MPa

1.2.4.5.10.4. Material: .....

1.2.4.5.10.5. Temperaturas de funcionamiento (2): ..... °C

1.2.4.5.11. Tubos flexibles de combustible: sí/no (1)

1.2.4.5.11.1. Marca(s): .....

1.2.4.5.11.2. Tipo(s): .....

1.2.4.5.11.3. Presión(es) de trabajo (2): ..... kPa

1.2.4.5.11.4. Material: .....

1.2.4.5.11.5. Temperaturas de funcionamiento (2): ..... °C

1.2.4.5.12. Sensor(es) de presión y temperatura: sí/no (1)

1.2.4.5.12.1. Marca(s): .....

1.2.4.5.12.2. Tipo(s): .....

1.2.4.5.12.3. Presión(es) de trabajo (2): ..... kPa

1.2.4.5.12.4. Material: .....

1.2.4.5.12.5. Temperaturas de funcionamiento (2): ..... °C

1.2.4.5.13. Filtro de GNC: sí/no (1)

1.2.4.5.13.1. Marca(s): .....

1.2.4.5.13.2. Tipo(s): .....

1.2.4.5.13.3. Presión(es) de trabajo (2): ..... kPa

1.2.4.5.13.4. Material: .....

1.2.4.5.13.5. Temperaturas de funcionamiento (2): .....°C

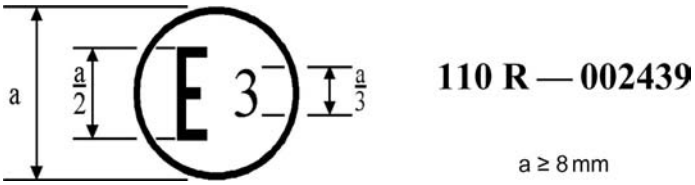
1.2.4.5.14.	Válvula(s) de retención: sí/no (1)
1.2.4.5.14.1.	Marca(s): .....
1.2.4.5.14.2.	Tipo(s): .....
1.2.4.5.14.3.	Presión(es) de trabajo (2): ..... kPa
1.2.4.5.14.4.	Material: .....
1.2.4.5.14.5.	Temperaturas de funcionamiento (2): ..... °C
1.2.4.5.15.	Conexión al sistema de GNC para el sistema de calefacción: sí/no (1)
1.2.4.5.15.1.	Marca(s): .....
1.2.4.5.15.2.	Tipo(s): .....
1.2.4.5.15.3.	Descripción y planos de instalación: .....
1.2.4.5.16.	Otra documentación: .....
1.2.4.5.16.1.	Descripción del sistema de GNC
1.2.4.5.16.2.	Disposición del sistema (conexiones eléctricas, tubos de compensación de las conexiones de vacío, etc.): .....
1.2.4.5.16.3.	Diseño del símbolo: .....
1.2.4.5.16.4.	Datos de ajuste: .....
1.2.4.5.16.5.	Certificado del vehículo para gasolina, si ya se ha concedido: .....
1.2.5.	Sistema de refrigeración (por líquido/por aire) (1)

(1) Táchese lo que no proceda.
(2) Especifíquese la tolerancia.

ANEXO 2A

DISPOSICIÓN DE LA MARCA DE HOMOLOGACIÓN DE TIPO DE LOS COMPONENTES PARA GNC

(Ver el apartado 5.2. del presente Reglamento)



Esta marca de homologación fijada al componente para GNC indica que dicho componente ha sido homologado en Italia (E3), de acuerdo con el Reglamento nº 110, con el número de homologación 002439. Las dos primeras cifras (00) del número de homologación indican que ésta ha sido concedida de conformidad con los requisitos de la versión original del Reglamento nº 110.

ANEXO 2B

COMUNICACIÓN

[formato máximo: A4 (210 × 297 mm)]



expedida por: Nombre de la administración:
.....
.....
.....

relativa a: (2) CONCESIÓN DE LA HOMOLOGACIÓN
EXTENSIÓN DE LA HOMOLOGACIÓN
DENEGACIÓN DE LA HOMOLOGACIÓN
RETIRADA DE LA HOMOLOGACIÓN
CESE DEFINITIVO DE LA PRODUCCIÓN

de un tipo de componente para GNC de acuerdo con el Reglamento nº 110

Homologación nº: ..... Extensión nº: .....

1. Componente de GNC considerado:
   Recipiente(s) o botella(s) (2)
   Indicador de presión (2)
   Válvula limitadora de presión (2)
   Válvula automática(s) (2)
   Válvula limitadora de caudal (2)
   Compartimento estanco al gas (2)
   Regulador(es) de presión (2)
   Válvula(s) de retención (2)
   Dispositivo limitador de presión (2)
   Válvula manual (2)
   Tubos flexibles de combustible (2)
   Unidad o receptáculo de llenado (2)
   Inyector(es) de gas (2)
   Regulador de caudal de gas (2)
   Mezclador de gas/aire (2)
   Unidad de control electrónico (2)
   Sensor(es) de presión y temperatura (2)
   Filtro(s) de GNC (2)
2. Nombre o marca comercial: .....
3. Nombre y dirección del fabricante: .....
4. En su caso, nombre y dirección del representante del fabricante: .....
5. Presentado para homologación el: .....
6. Servicio técnico responsable de la realización de los ensayos de homologación: .....

7. Fecha del acta expedida por dicho servicio: .....

8. Número del acta expedida por dicho servicio: .....

9. Homologación concedida/denegada/extendida/retirada ([2]): .....

10. Motivo(s) de la extensión (en su caso): .....

11. Lugar: .....

12. Fecha: .....

13. Firma: .....

14. Los documentos presentados con la solicitud o extensión de homologación podrán obtenerse previa petición.

([1]) Número del país que ha concedido/extendido/denegado/retirado la homologación (véanse las disposiciones relativas a homologación en el Reglamento).

([2]) Táchese lo que no proceda.

Apéndice

1. *Información adicional relativa a la homologación tipo de un tipo de componente para GNC de conformidad con el Reglamento nº 110*

1.1. Recipiente(s) o botella(s)

1.1.1. Dimensiones: .....

1.1.2. Material: .....

1.2. Indicador de presión

1.2.1. Presión(es) de trabajo (2): .....

1.2.2. Material: .....

1.3. Válvula limitadora de presión (válvula de descarga)

1.3.1. Presión(es) de trabajo (2): .....

1.3.2. Material: .....

1.4. Válvula(s) automática(s)

1.4.1. Presión(es) de trabajo (2): .....

1.4.2. Material: .....

1.5. Válvula limitadora de caudal

1.5.1. Presión(es) de trabajo (2): .....

1.5.2. Material: .....

1.6. Compartimento estanco al gas

1.6.1. Presión(es) de trabajo (2): .....

1.6.2. Material: .....

1.7. Regulador(es) de presión

1.7.1. Presión(es) de trabajo (2): .....

1.7.2. Material: .....

1.8. Válvula(s) de retención

1.8.1. Presión(es) de trabajo (2): .....

1.8.2. Material: .....

1.9. Dispositivo limitador de presión (disparado por temperatura)

1.9.1. Presión(es) de trabajo (2): .....

1.9.2. Material: .....

1.10. Válvula manual

1.10.1. Presión(es) de trabajo (2): .....

1.10.2. Material: .....

1.11. Tubos flexibles de combustible

1.11.1. Presión(es) de trabajo (2): .....

1.11.2. Material: .....

1.12. Unidad o receptáculo de llenado

1.12.1. Presión(es) de trabajo (2): .....

1.12.2. Material: .....

1.13. Inyector(es) de gas

1.13.1. Presión(es) de trabajo (2): .....

1.13.2. Material: .....

1.14. Regulador de caudal de gas

1.14.1. Presión(es) de trabajo (2): .....

1.14.2. Material: .....

1.15. Mezclador de gas/aire

1.15.1. Presión(es) de trabajo (2): .....

1.15.2. Material: .....

1.16. Unidad de control electrónico (alimentación de GNC)

1.16.1. Principios básicos del software: .....

1.17. Sensor(es) de presión y temperatura

1.17.1. Presión(es) de trabajo (2): .....

1.17.2. Material: .....

1.18. Filtro(s) de GNC

1.18.1. Presión(es) de trabajo (2): .....

1.18.2. Material: .....

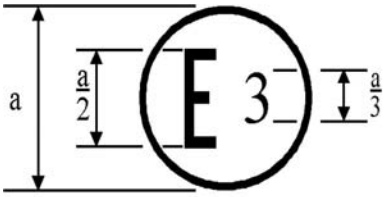
(1) Táchese lo que no proceda.
(2) Especifíquese la tolerancia.

ANEXO 2C

DISPOSICIÓN DE LAS MARCAS DE HOMOLOGACIÓN

MODELO A

(Véase el apartado 16.2 del presente Reglamento)



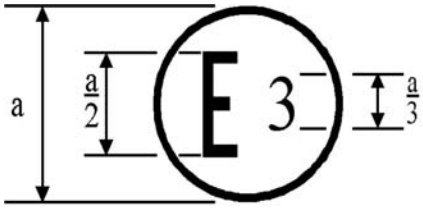
110 R — 002439

a ≥ 8 mm

Esta marca de homologación fijada a un vehículo indica que el vehículo, en lo relativo a la instalación del sistema de GNC para el uso del GNC para su propulsión, ha sido homologado en Italia (E3), de acuerdo con el Reglamento nº 110, con el número de homologación 002439. Las dos primeras cifras (00) del número de homologación indican que ésta ha sido concedida de conformidad con los requisitos de la versión original del Reglamento nº 110.

MODELO B

(Véase el apartado 16.2 del presente Reglamento)



110 002439
83 041628

a ≥ 8 mm

Esta marca de homologación fijada a un vehículo indica que el vehículo, en lo relativo a la instalación del sistema de GNC para el uso del GNC para su propulsión, ha sido homologado en Italia (E3), de acuerdo con el Reglamento nº 110, con el número de homologación 002439. Los dos primeros dígitos indican que la homologación fue concedida de acuerdo con los requisitos del Reglamento nº 110 en su forma original y del Reglamento nº 83, que incluía la serie de enmiendas 04.

ANEXO 2D

COMUNICACIÓN

[formato máximo: A4 (210 × 297 mm)]



expedida por: Nombre de la administración:
.....
.....
.....

relativa a: (2)

CONCESIÓN DE LA HOMOLOGACIÓN
EXTENSIÓN DE LA HOMOLOGACIÓN
DENEGACIÓN DE LA HOMOLOGACIÓN
RETIRADA DE LA HOMOLOGACIÓN
CESE DEFINITIVO DE LA PRODUCCIÓN

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

Homologación nº : ..... Extensión nº: .....

1. Nombre o marca comercial del vehículo: .....
2. Tipo de vehículo: .....
3. Categoría del vehículo: .....
4. Nombre y dirección del fabricante: .....
5. En su caso, nombre y dirección del representante del fabricante: .....
6. Descripción del vehículo, planos, etc. (detallar): .....
7. Resultados de los ensayos: .....
8. Vehículo presentado para su homologación el día: .....
9. Servicio técnico responsable de la realización de los ensayos de homologación: .....
10. Fecha del acta expedida por dicho servicio: .....
11. Sistema de GNC
11.1. Nombre comercial o marca de los componentes y números de homologación respectivos: .....
11.1.1. Recipiente(s) o botella(s): .....
11.1.2. etc: (véase el apartado 2.2 del Reglamento): .....
12. Número del acta expedida por dicho servicio: .....
13. Homologación concedida/denegada/extendida/retirada (2):
14. Motivo(s) de la extensión (en su caso): .....
15. Lugar: .....
16. Fecha: .....
17. Firma: .....
18. Los siguientes documentos presentados con la solicitud o extensión de homologación podrán obtenerse previa petición.

    Planos, diagramas y esquemas relativos a los componentes y a la instalación del equipo de GNC que se consideren importantes a efectos del presente Reglamento;

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

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

ANEXO 3

BOTELLAS DE GAS BOTELLA DE ALTA PRESIÓN PARA ALMACENAMIENTO A BORDO DE GAS NATURAL COMO COMBUSTIBLE PARA VEHÍCULOS AUTOMÓVILES

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

En el presente anexo se establecen los requisitos mínimos para botellas de gas rellenables de peso ligero. Las botellas están exclusivamente destinadas al almacenamiento a bordo de gas natural comprimido a alta presión como combustible para vehículos automóviles a los que se fijarán dichas botellas. Éstas pueden ser de cualquier acero, aluminio o material no metálico, diseño o método de fabricación adecuados para las condiciones de servicio especificadas. El ámbito de aplicación del presente anexo no incluye las camisas metálicas ni las botellas de acero inoxidable o de construcción soldada. Las botellas contempladas en este anexo pertenecen a la clase 0, de acuerdo con lo descrito en el apartado 2 del presente Reglamento, y son:

CNG-1	Metal
CNG-2	Camisa metálica reforzada con filamento continuo impregnado de resina (enrollado en aros)
CNG-3	Camisa metálica reforzada con filamento continuo impregnado de resina (enrollado cubriendo totalmente la camisa)
CNG-4	Filamento continuo impregnado con resina con una camisa no metálica (todo material compuesto).

Las condiciones de servicio que deberán soportar la botellas se describen en el apartado 4. Este anexo está basado en una presión de trabajo para gas natural como combustible de 20 MPa estabilizada a 15 °C con una presión máxima de llenado de 26 MPa. Podrán admitirse otras presiones de trabajo ajustando la presión mediante el factor (coeficiente) apropiado. Por ejemplo, un sistema con una presión de trabajo de 25 MPa requerirá que las presiones se multipliquen por 1,25.

La vida útil de la botella será definida por el fabricante y podrá variar según las aplicaciones. La definición de la vida útil está basada en el llenado de las botellas 1 000 veces al año con un mínimo de 15 000 operaciones de llenado. La vida útil máxima será de 20 años.

Para botellas metálicas y con camisas metálicas, la vida útil vendrá determinada por la velocidad de crecimiento de las grietas por fatiga. Será necesaria la inspección ultrasónica, o con un método equivalente, de cada botella o camisa para asegurar la ausencia de defectos que superen el tamaño máximo admisible. Este planteamiento permite el diseño y fabricación optimizados de botellas de peso ligero para vehículos propulsados por gas natural.

Para todas las botellas de materiales compuestos con camisas no metálicas y que no soporten cargas, la «vida segura» será objeto de demostración mediante métodos de diseño, ensayos de calificación del diseño y controles de fabricación adecuados.

2. REFERENCIAS

Las normas siguientes contienen disposiciones que, al citarse en este texto, constituirán disposiciones del presente anexo (hasta que existan disposiciones equivalentes de la CEPE).

Normas ASTM [1]

ASTM B117-90	Método para pruebas de rociado con sal (niebla)
ASTM B154-92	Prueba de nitrato mercurioso para cobre y aleaciones de cobre.
ASTM D522-92	Prueba de flexión sobre mandril de revestimientos orgánicos adheridos.
ASTM D1308-87	Efecto de los productos químicos de uso doméstico sobre acabados orgánicos transparentes y pigmentados.
ASTM D2344-84	Método de ensayo de la resistencia aparente al cizallamiento interlaminar de compuestos de fibras paralelas mediante el método de la viga corta.
ASTM D2794-92	Método de ensayo de la resistencia de revestimientos orgánicos a los efectos de una deformación rápida (impacto).
ASTM D3170-87	Resistencia de los revestimientos a las melladuras.
ASTM D3418-83	Método de ensayo de temperaturas de transición de polímeros mediante análisis térmico.

[1] American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana de Pruebas y Materiales.

ASTM E647-93	Prueba estándar, método de medición de la velocidad de crecimiento de las grietas por fatiga.
ASTM E813-89	Método de ensayo de J_{IC}, una medida de la resistencia a la fractura.
ASTM G53-93	Procedimiento estándar para luz y agua en funcionamiento — aparato de exposición (rayos UV fluorescentes — tipo de condensación) para exposición de materiales no metálicos.
Normas BSI (2)	
BS 5045:	Parte 1 (1982) Recipientes portátiles de gas — especificación para recipientes de gas de acero sin soldadura con capacidad de agua superior a 0,5 l.
BS 7448-91	Ensayos de resistencia mecánica a la fractura, parte I — Método para la determinación de K_{IC}, COD crítico y valores J críticos de BS PD 6493-1991. Orientación y métodos para evaluar la aceptabilidad A de defectos de estructuras soldadas por fusión; materiales metálicos.
Normas ISO (3)	
ISO 148-1983	Acero — ensayo de impacto Charpy (entalladura en V).
ISO 306-1987	Plásticos — materiales termoplásticos — determinación de la temperatura de reblandecimiento Vicat.
ISO 527 Pt 1-93	Plásticos — Determinación de las propiedades en tracción — parte I: principios generales.
ISO 642-79	Acero — Ensayo de templabilidad por templado final (ensayo Jominy).
ISO 2808-91	Pinturas y barnices — determinación del espesor de película.
ISO 3628-78	Materiales reforzados con vidrio — determinación de las propiedades en tracción.
ISO 4624-78	Pinturas y barnices — prueba de adherencia por tracción.
ISO 6982-84	Materiales metálicos — ensayos de tracción.
ISO 6506-1981	Materiales metálicos — ensayo de dureza Brinell.
ISO 6508-1986	Materiales metálicos — ensayo de dureza Rockwell (escalas, A. B. C. D. E. F. G. H. K).
ISO 7225	Etiquetas de precaución para botellas de gas.
ISO/DIS 7866-1992	Botellas de aleación de aluminio sin soldadura portátiles y rellenables para diseño, fabricación y aceptación de uso en todo el mundo.
ISO 9001:1994	Aseguramiento de la calidad en el diseño, el desarrollo, la producción, la instalación y el servicio posventa.
ISO 9002:1994	Aseguramiento de la calidad en la producción y la instalación.
ISO/DIS 12737	Materiales metálicos — Determinación de la resistencia a la fractura por deformación plana.
ISO/IEC Guía 25-1990	Prescripciones generales relativas a la competencia técnica de los laboratorios de ensayo.
ISO/IEC Guía 48-1986	Directrices para evaluación de terceros y registro del sistema de calidad de suministros.
ISO/DIS 9809	Diseño, construcción y pruebas de botellas de gas portátiles de acero sin soldadura — parte 1: botellas de acero templado con resistencia a la tracción < 1 100 MPa.
Norma NACE (4)	
NACE TM0177-90	Ensayos de laboratorio de metales para determinar la resistencia al agrietamiento por la acción de sulfuros en ambientes con H_2S.

3. DEFINICIONES

A efectos del presente anexo, se aplicarán las definiciones siguientes:

3.1. (No asignado)

(2) British Standards Institution (Instituto de Normalización Británico).
(3) Organización Internacional de Normalización (ISO).
(4) National Association of Corrosion Engineers.

3.2. *Autozunchado*: procedimiento de aplicación de presión utilizado en botellas de material compuesto con camisas metálicas que somete a la camisa a esfuerzos superiores al límite elástico, suficientes para causar una deformación plástica permanente cuyo resultado es que la camisa soporta esfuerzos de compresión y las fibras esfuerzos de tracción con una presión interior nula.

3.3. *Presión de autozunchado*: la presión dentro de la botella con envoltura para la que se estabiliza la distribución de esfuerzos requerida entre la camisa y la envoltura.

3.4. *Lote — botellas de material compuesto*: un «lote» estará formado por un grupo de botellas fabricadas sucesivamente a partir de camisas cualificadas y que tengan el mismo tamaño, diseño, materiales de especificados y proceso de fabricación.

3.5. *Lote — botellas metálicas y camisas*: un «lote» estará formado por un grupo de botellas metálicas o camisas fabricadas sucesivamente con el mismo diámetro nominal, grosor de pared, diseño, material de especificado, proceso de fabricación, equipos de fabricación y tratamiento térmico y condiciones de tiempo, temperatura y atmósfera durante el tratamiento térmico.

3.6. *Lote — camisas no metálicas*: un «lote» estará formado por un grupo de camisas no metálicas fabricadas sucesivamente con el mismo diámetro nominal, grosor de pared, diseño, material de construcción especificado y proceso de fabricación.

3.7. *Límites de los lotes*: en ningún caso se permitirá que un «lote» comprenda más de 200 botellas o camisas terminadas (excluidas las botellas o camisas para ensayos destructivos) o un turno de producción sucesiva, tomándose el mayor valor de los dos.

3.8. *Botella compuesta*: una botella fabricada de filamento continuo impregnado de resina enrollado sobre una camisa metálica o no metálica. Las botellas compuestas en las que se utilizan camisas no metálicas se denominan botellas totalmente de material compuesto.

3.9. *Arrollamiento con tensión controlada*: proceso utilizado en la fabricación de botellas compuestas con anillos arrollados sobre camisas metálicas mediante el cual los esfuerzos de compresión en la camisa y los esfuerzos de tracción en el arrollamiento para una presión interna nula se obtienen arrollando los filamentos de refuerzo tensados con una fuerza significativa.

3.10. *Presión de llenado*: presión del gas en la botella inmediatamente después de terminar el llenado.

3.11. *Botellas terminadas*: botellas acabadas listas para usar, representativas de la fabricación normal y completas con marcas de identificación y revestimiento externo, incluido el aislamiento integrado especificado por el fabricante, pero exentas de aislamiento o protección no integrado.

3.12. *Envolvente completa*: envolvente exterior con un refuerzo arrollado de filamento tanto en la dirección circunferencial como en la dirección axial de la botella.

3.13. *Temperatura del gas*: la temperatura del gas en una botella.

3.14. *Envolvente de anillos*: 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 del botella.

3.15. *Camisa*: 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.

3.16. *Fabricante*: persona u organización responsable del diseño, fabricación y ensayo de las botellas.

3.17. *Presión máxima desarrollada*: presión estabilizada cuando el gas de una botella llenada a la presión de trabajo se calienta hasta alcanzar la temperatura máxima de servicio.

3.18. *Envolvente exterior*: sistema de refuerzo de filamento y resina aplicado sobre la camisa.

3.19. *Pretensado*: proceso de aplicar autozunchado o arrollamiento con tensión controlada.

3.20. *Vida útil*: tiempo en años durante el cual las botellas se pueden usar con seguridad de acuerdo con las condiciones de servicio estándar.

3.21. *Presión estabilizada*: la presión del gas cuando se alcanza una temperatura estable dada.

3.22. *Temperatura estabilizada*: temperatura uniforme del gas después de haberse disipado cualquier cambio de temperatura causado por el llenado.

3.23. *Presión de ensayo*: la presión a la cual se realiza el ensayo hidrostático de la botella.

3.24. *Presión de trabajo*: presión estabilizada de 20 MPa a una temperatura uniforme de 15 °C.

4. CONDICIONES DE SERVICIO

4.1. **Generalidades**

4.1.1. Condiciones normales de servicio

Las condiciones normales de servicio establecidas en esta sección se proporcionan para que sirvan de base para el diseño, fabricación, inspección, ensayo y homologación de botellas destinadas a ser montadas permanentemente en vehículos y utilizadas para almacenar gas natural a temperatura ambiente, para utilizarlo como combustible en vehículos.

4.1.2. Uso de botellas

Las condiciones de servicio especificadas también tienen por objeto proporcionar información sobre cómo botellas que cumplan el presente Reglamento pueden ser utilizadas con seguridad a:

a) fabricantes de botellas;

b) propietarios de botellas;

c) diseñadores o contratistas responsables de la instalación de botellas;

d) diseñadores o propietarios de equipos utilizados para rellenar botellas para vehículos;

e) suministradores de gas natural;

f) autoridades reglamentarias con jurisdicción sobre el uso de botellas.

4.1.3. Vida útil

La vida útil durante la cual las botellas serán seguras será especificada por el diseñador de la botella para uso bajo las condiciones de servicios especificadas en este documento. La vida útil máxima será de 20 años.

4.1.4. Recalificación periódica

El fabricante de la botella proporcionará recomendaciones para la recalificación periódica por inspección visual o ensayos durante la vida útil, sobre la base de uso en las condiciones de servicio especificadas en este documento. Cada botella será objeto de inspección visual al menos cada 48 meses después de la fecha de su entrada en servicio en el vehículo (matriculación del vehículo) y en el momento de cualquier reinstalación, para determinar si hay daños externos o deterioro, incluida la zona debajo de las tiras de fijación. La inspección visual será realizada por un organismo competente homologado o reconocido por la autoridad reglamentaria, de acuerdo con las especificaciones del fabricante. Las botellas sin etiquetas con información obligatoria o con etiquetas que contengan información obligatoria que sea ilegible de alguna manera, se retirarán del servicio. Si la botella se puede identificar con certeza por fabricante y número de serie, se podrá aplicar una etiqueta 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 mil veces por año de servicio a una presión estabilizada de 20 MPa y a una temperatura estabilizada del gas de 15 °C.

4.4. **Intervalo de temperaturas**

4.4.1. Temperatura estabilizada del gas

La temperatura estabilizada del gas en las botellas podrá variar entre un mínimo de – 40 °C y un máximo de 65 °C.

4.4.2. Temperaturas de las botellas

La temperatura de los materiales de la botella podrá variar entre – 40 °C y 82 °C.

Las temperaturas de más de 65 °C deberán estar suficientemente localizadas o ser de tan corta duración que la temperatura del gas en la botella nunca sea nunca superior a 65 °C, excepto en las condiciones indicadas en el apartado 4.4.3.

4.4.3. Temperaturas transitorias

Las temperaturas alcanzadas por el gas durante el llenado o la descarga podrán variar más allá de los limites establecidos en el apartado 4.4.1.

4.5. **Composición del gas**

No se añadirá metanol y/o glicol deliberadamente al gas natural. La botella deberá diseñarse para que soporte el llenado con gas natural que cumpla una de las tres condiciones siguientes:

a) SAE J1616

b) Gas seco

El vapor de agua estará limitado normalmente a menos de 32 mg/m^3 con un punto de rocío de – 9 °C a 20 MPa. No habrá límites de componentes para el gas seco, excepto para:

— Sulfuro de hidrógeno y otros sulfuros solubles: ..... 23 mg/m^3

— Oxígeno: ..... 1 % en volumen.

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

c) Gas húmedo

El gas con un contenido de agua superior al indicado en b), cumple normalmente los siguientes límites en cuanto a componentes:

— Sulfuro de hidrógeno y otros sulfuros solubles: ..... 23 mg/m^3

— Oxígeno: ..... 1 % en volumen

— Dióxido de carbono: ..... 4 % en volumen

— Hidrógeno: ..... 0,1 % en volumen.

Con gas húmedo será necesario un mínimo de 1 mg de aceite para compresores por kg de gas para proteger las botellas y camisas metálicas de gas.

4.6. **Superficies exteriores**

Las botellas no se someterán a una exposición continua a ataques químicos o mecánicos, por ejemplo, fugas de productos que puedan transportar los vehículos o abrasión intensa debida al estado de la carretera, y cumplirán las normas de instalación reconocidas. Sin embargo, las superficies cilíndricas exteriores pueden verse sometidas inadvertidamente a:

a) agua, por inmersión intermitente o salpicaduras de la carretera;

b) sal, debido al funcionamiento del vehículo cerca del mar o en sitios donde se utiliza sal para fundir el hielo;

c) radiaciones ultravioleta de la luz del sol;

d) impactos de grava;

e) disolventes, ácidos y álcalis, fertilizantes;

f) líquidos de automoción, inclusive gasolina, líquidos hidráulicos, glicol y aceites.

4.7. **Permeabilidad al gas o fugas**

Las botellas pueden estar encerradas en espacios confinados durante largos períodos de tiempo. Se tendrá en cuenta en el diseño la permeabilidad del gas a través de la pared de la botella o las fugas entre las conexiones finales y la camisa.

5. HOMOLOGACIÓN DEL DISEÑO

5.1. **Generalidades**

El diseñador de las botellas presentará la información siguiente con una solicitud de homologación a la autoridad competente:

a) declaración de servicio (apartado 5.2.)

b) datos de diseño (apartado 5.3.)

c) datos de fabricación (apartado 5.4.)

d) sistema de calidad (apartado 5.5.)

e) comportamiento de las fracturas y tamaño de los defectos por END (examen no destructivo) (apartado 5.6.)

f) hoja de especificaciones (apartado 5.7.)

g) datos adicionales de apoyo (apartado 5.8.).

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

5.2. **Declaración de servicio**

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

a) Una declaración de que el diseño de la botella es adecuado para uso en las condiciones de servicio definidas en el apartado 4 para la vida útil de la botella;

b) la vida útil;

c) los requisitos mínimos de pruebas y/o inspección en servicio;

d) los dispositivos limitadores de presión y/o aislamiento necesarios;

e) los métodos de soporte, revestimientos de protección, etc. necesarios pero no suministrados;

f) una descripción del diseño de la botella;

g) toda otra información necesaria para asegurar el uso e inspección seguros de la botella.

5.3. **Datos de diseño**

5.3.1. Planos

Los planos mostrarán como mínimo lo siguiente:

a) Título, número de referencia, fecha de emisión y números de revisión con fechas de emisión, si procede;

b) Referencia al presente Reglamento y tipo de botella;

c) Todas las dimensiones completas con tolerancias, incluidos detalles de los cierres finales con espesores mínimos y de las aberturas;

d) Masa de la botella, completa con tolerancia;

e) Especificaciones del material completas con propiedades mínimas mecánicas y químicas e intervalos de tolerancias y, en el caso de botellas metálicas o camisas metálicas, el intervalo de durezas especificado;

f) Otros datos como intervalo de presiones de autozunchado, presión mínima de prueba, detalles del sistema de protección contra incendios y del revestimiento protector exterior.

5.3.2. Informe de análisis de esfuerzos

Se presentará un análisis de esfuerzos por elementos finitos u otro análisis de esfuerzos.

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

5.3.3. Datos de ensayos de materiales

Se presentará una descripción detallada de los materiales y de las tolerancias de las propiedades de los materiales utilizados en el diseño. También se presentarán datos de ensayos para caracterizar las propiedades mecánicas y la adecuación de los materiales para el servicio bajo las condiciones especificadas en el apartado 4.

5.3.4. Datos de ensayos de calificación del diseño

El material, diseño, fabricación y examen de las botellas serán adecuados para el servicio pretendido cumpliendo los requisitos de los ensayos exigidos para el diseño de cada botella concreta, cuando se sometan a ensayo de acuerdo con los métodos de ensayo pertinentes que figuran en el apéndice A del presente anexo.

Los datos de los ensayos incluirán también las dimensiones, espesores de paredes y pesos de cada una de las botellas sometidas a pruebas.

5.3.5. Protección contra incendios

Se especificará la disposición de los dispositivos limitadores de presión que protegen la botella contra una rotura brusca cuando se somete a las condiciones de incendio del apartado A.15. Los datos de los ensayos probarán la eficacia del sistema especificado de protección contra incendios.

5.3.6. Soportes de las botellas

Se presentarán detalles de los soportes de la botellas o de los requisitos de los soportes de acuerdo con el apartado 6.11.

5.4. **Datos de fabricación**

Se presentarán detalles de todos los procesos de fabricación, exámenes no destructivos, ensayos de producción y ensayos de lotes. Se especificarán las tolerancias para todos los procesos de producción como tratamientos térmicos, embutición de extremos, relación de mezcla de resinas, tensión y velocidad de arrollamiento del filamento, tiempos y temperaturas de curado y procedimientos de autozunchado. También se especificarán acabados superficiales, detalles de roscas, criterios de aceptación para exploración por ultrasonidos (o equivalente) y tamaños máximos de los lotes para ensayos por lotes.

5.5. (No asignado)

5.6. **Comportamiento a la fractura y tamaño de los defectos para el END**

5.6.1. Comportamiento a la fractura

El fabricante demostrará la aparición de fugas antes de la rotura (LBB) del diseño según se describe en el apartado 6.7.

5.6.2. Tamaño de los defectos para el END

Utilizando el planteamiento descrito en el apartado 6.15.2, el fabricante establecerá el tamaño máximo de los defectos para el examen no destructivo que impedirá el fallo de la botella durante su vida útil debido a fatiga o el fallo de la botella por rotura.

5.7. **Hoja de especificaciones**

Para cada diseño de botella se incluirá una lista en una hoja de especificaciones con un resumen de los documentos que proporcionen la información requerida en el apartado 5.1. Se indicará el título, número de referencia, números de las revisiones y fechas de la emisión original y de las emisiones de las versiones de cada documento. Todos los documentos llevarán las firma o iniciales del emisor. La hoja de especificaciones recibirá un número de revisión, si procede, que podrá utilizarse para designar el diseño de la botella y llevará a firma del ingeniero responsable del diseño. Se dejará espacio en la hoja de especificaciones para un sello que indique el registro del mismo.

5.8. **Datos adicionales de apoyo**

Cuando proceda, se presentarán datos adicionales que apoyen la solicitud, como el historial de servicio del material que se proponga usar, o el uso de otro diseño especial de diseño en otras condiciones de servicio.

5.9. **Homologación y certificación**

5.9.1. Inspección y ensayos

Se requiere la realización de la evaluación de la conformidad de acuerdo con las disposiciones del apartado 9 del presente Reglamento.

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

5.9.2. Certificado de ensayo

Si los resultados del ensayo de prototipo de acuerdo con el apartado 6.13. son satisfactorios, la autoridad competente emitirá un certificado de ensayo. En el apéndice D de este anexo se incluye un ejemplo de dicho certificado.

5.9.3. Certificado de aceptación de lotes

La autoridad competente preparará un certificado de aceptación de acuerdo con lo dispuesto en el apéndice D de este anexo.

6. REQUISITOS APLICABLES A TODOS LOS TIPOS DE BOTELLAS

6.1. **Generalidades**

Los requisitos siguientes son aplicables en general a los tipos de botellas especificados en los apartados 7 a 10. El diseño de las botellas cubrirá todos los aspectos pertinentes que sean necesarios para asegurar que todas las botellas producidas según el diseño serán adecuadas para su objeto durante la vida útil especificada. Las botellas de acero del tipo GNC-1 diseñadas según ISO 9809 y que cumplan todos los requisitos de esa norma, sólo tendrán que cumplir los requisitos de los apartados 6.3.2.4. y 6.9 a 6.13.

6.2. **Diseño**

El presente Reglamento no contiene fórmulas de diseño ni esfuerzos admisibles, pero requiere demostrar la adecuación del diseño mediante cálculos adecuados y por el hecho de que las botellas superen regularmente los ensayos de material, calificación del diseño, producción y lotes, especificados en el presente Reglamento. Todos los diseños asegurarán un modo de fallo con aparición de «fugas antes de la rotura» en condiciones de degradación viable de las piezas sometidas a presión durante el servicio normal. Si se producen fugas en las botellas metálicas o en las camisas metálicas, sólo podrán ser debidas al crecimiento de una grieta por fatiga.

6.3. **Materiales**

6.3.1. Los materiales utilizados serán adecuados para las condiciones de servicio especificadas en el apartado 4. El diseño no incluirá materiales incompatibles en contacto. Los ensayos de calificación del diseño para materiales se resumen en la tabla 6.1.

6.3.2. Acero

6.3.2.1. Composición

Los aceros estarán tratados con eliminador de aluminio y/o silicio y se producirán según procedimientos encaminados a obtener predominantemente grano fino. La composición química de todos los aceros se declarará y definirá al menos por:

a) el contenido de carbono, manganeso, aluminio y silicio en todos los casos;

b) el contenido de níquel, cromo, molibdeno, boro y vanadio y cualquier otro elemento de aleación añadido intencionadamente.

En el análisis de la fundición no se superarán los límites siguientes:

Resistencia a la tracción	< 950 MPa	≥ 950 MPa
Azufre	0,020 por ciento	0,010 por ciento
Fósforo	0,020 por ciento	0,020 por ciento
Azufre y fósforo	0,030 por ciento	0,025 por ciento

Si se utiliza un acero al carbono-boro, se hará una prueba de templabilidad según ISO 642, en el primero y último lingote de cada hornada de acero. La dureza medida a una distancia de 7,9 mm del extremo enfriado estará comprendida entre 33-53 HRC o 327-560 HV y será certificada por el fabricante del material.

6.3.2.2. Propiedades de resistencia a la tracción

Las propiedades mecánicas del acero en la botella o camisa terminada se determinarán de acuerdo con el apartado A.1 (apéndice A). El alargamiento del acero será como mínimo del 14 %.

6.3.2.3. Propiedades de resistencia al impacto

Las propiedades de resistencia al impacto del acero en la botella o camisa acabada se determinarán de acuerdo con el apartado A.2 (apéndice A). Los valores de resistencia al impacto no serán inferiores a los indicados en la tabla 6.2 del presente anexo.

6.3.2.4. Resistencia al agrietamiento por sulfuros

Si el límite superior de la resistencia al agrietamiento por sulfuros especificado para el acero es superior a 950 MPa, el acero de la botella acabada se someterá a un ensayo de resistencia al agrietamiento por sulfuros de acuerdo con el apartado A.3 del apéndice A del presente anexo, y cumplirá los requisitos enumerados en el mismo.

6.3.3. Aluminio

6.3.3.1. Composición

Las aleaciones de aluminio se citarán de acuerdo con el método de la *Aluminium Association* para un sistema de aleaciones dado. Los límites de impurezas para el plomo y el bismuto en cualquier aleación de aluminio no serán superiores al 0,003 %.

6.3.3.2. Ensayos de corrosión

Las aleaciones de aluminio cumplirán los requisitos de los ensayos de corrosión realizados de acuerdo con el apartado A.4 (apéndice A).

6.3.3.3. Agrietamiento bajo carga permanente

Las aleaciones de aluminio cumplirán los requisitos de los ensayos de agrietamiento bajo carga permanente realizados de acuerdo con el apartado A.5 (apéndice A).

6.3.3.4. Propiedades de resistencia a la tracción

Las propiedades mecánicas de la aleación de aluminio en la botella acabada se determinarán de acuerdo con el apartado A.1 (apéndice A). El alargamiento del aluminio será como mínimo del 12 %.

6.3.4. Resinas

6.3.4.1. Generalidades

El material de impregnación podrá consistir en resinas termoendurecibles o termoplásticas. Ejemplo de materiales con matrices adecuadas son los plásticos termoendurecibles de epóxido, epóxido modificado, poliéster y viniléster y los materiales termoplásticos de polietileno y poliamida.

6.3.4.2. Resistencia al cizallamiento

Los materiales de resina se someterán a ensayo de acuerdo con el apartado A.26 (apéndice A) y cumplirán los requisitos establecidos en el mismo.

6.3.4.3. Temperatura de transición vítrea

La temperatura de transición vítrea del material de resina se determinará de acuerdo con ASTM D3418.

6.3.5. Fibras

Los tipos de materiales filamentosos de refuerzo estructural serán fibra de vidrio, fibra de aramida o fibra de carbono. Si se utiliza refuerzo de fibra de carbono, el diseño incorporará medios para impedir la corrosión galvánica de los componentes metálicos de la botella. El fabricante conservará archivadas las especificaciones publicadas de los materiales compuestos, las recomendaciones del fabricante del material para almacenamiento, las condiciones y vida en estantería y el certificado del fabricante del material, indicando que todos los envíos están conformes con los requisitos de dichas especificaciones. El fabricante de la fibra certificará que las propiedades del material están de acuerdo con las especificaciones del fabricante para el producto.

6.3.6. Camisas de plástico

El límite elástico y el alargamiento a la rotura se determinarán de acuerdo con el apartado A.22 (apéndice A). Las pruebas demostrarán las propiedades de ductilidad del material de la camisa de plástico a temperaturas de – 50 °C e inferiores cumpliendo los valores especificados por el fabricante. El polímero será compatible con las condiciones de servicio especificadas en el apartado 4 de este anexo. De acuerdo con el método descrito en el apartado A.23 (apéndice A), la temperatura de ablandamiento será como mínimo de 90 °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 la tabla 6.3 de este 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 la tabla 6.3 de este anexo. La relación de esfuerzos se define como el esfuerzo en la fibra a la presión mínima de rotura especificada dividido por el esfuerzo en la fibra a la presión de trabajo. La relación de rotura se define como la presión efectiva de rotura del cilindro dividida por la presión de trabajo. Para diseños del tipo GNC-4, la relación de esfuerzos es igual a la relación de rotura. Para diseños de los tipos GNC-2 y GNC-3 (camisa de metal, 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 la tabla 6.3 del presente anexo. La verificación de los coeficientes de esfuerzos podrá hacerse también mediante calibres extensométricos. En el apéndice E del presente anexo se describe un método aceptable.

6.6. **Análisis de esfuerzos**

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

6.7. **Evaluación de las LBB**

Las botellas de los tipos GNC-1, GNC-2 y GNC-3 presentarán fugas antes de la rotura (LBB).

El ensayo de aparición de fugas antes de la rotura se realizará de acuerdo con el apartado A.6 (apéndice A). La demostración de la aparición de LBB no será necesaria para diseños de botellas con una resistencia a la fatiga superior a 45 000 ciclos de presión al probarlas de acuerdo con el apartado A.13 (apéndice A). A título informativo, se incluyen dos métodos de evaluación de las LBB en el apéndice F del presente anexo.

6.8. **Inspección y ensayos**

La inspección de fabricación especificará programas y procedimientos para:

a) inspección, pruebas y criterios de aceptación de fabricación y

b) inspección periódica en servicio, ensayos y criterios de aceptación en servicio. El intervalo entre inspecciones visuales de las superficies externas de las botellas estará de acuerdo con el apartado 4.1.4. del presente anexo, a menos que lo modifique la autoridad competente. El fabricante establecerá los criterios de rechazo para las inspecciones sucesivas sobre la base de los resultados de los ensayos de ciclos de presión realizados en botellas que tengan defectos. En el apéndice G del presente anexo se incluye una guía para las instrucciones del fabricante relativas a manipulación, uso e inspección.

6.9. **Protección contra incendios**

Todas las botellas se protegerán contra incendios mediante dispositivos limitadores de presión. La botella, sus materiales, los dispositivos limitadores de presión y cualquier material protector o aislante añadido, se diseñarán colectivamente para garantizar una seguridad adecuada en caso de incendio en el ensayo especificado en el apartado A.15 (apéndice A).

Los dispositivos limitadores de presión se someterán a ensayo de acuerdo con el apartado A.24 (apéndice A).

6.10. **Aberturas**

6.10.1. Generalidades

Sólo se permiten aberturas en las cabezas. La línea central de la abertura coincidirá con el eje longitudinal de la botella. Las roscas estarán bien cortadas, serán uniformes, no tendrán discontinuidades superficiales y estarán dentro de las tolerancias.

6.11. **Soportes de las botellas**

El fabricante especificará los medios con los cuales se sujetarán las botellas para su instalación en los vehículos. El fabricante facilitará también instrucciones de instalación de los soportes, incluida la fuerza de sujeción y el par para obtener la fuerza de fijación necesaria sin aplicar tensiones inaceptables a la botella ni dañar a superficie de ésta.

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

El exterior de las botellas cumplirá los requisitos de las condiciones de ensayo ambientales del apartado A.14 (apéndice A). La protección exterior podrá obtenerse por cualquiera de los medios siguientes:

a) un acabado superficial que proporcione suficiente protección (por ejemplo, metal pulverizado sobre aluminio, anodizado); o

b) el uso de un material de matriz y fibra adecuado (por ejemplo, fibra de carbono en resina); o

c) un revestimiento protector (por ejemplo, revestimiento orgánico, pintura) que cumplirá los requisitos del apartado A.9 (apéndice A).

Cualquier revestimiento aplicado a las botellas será de tal tipo que el proceso de aplicación no deberá afectar adversamente a las propiedades mecánicas de la botella. El revestimiento se diseñará para facilitar la subsiguiente inspección durante el servicio y el fabricante facilitará instrucciones sobre el tratamiento del revestimiento durante las inspecciones para asegurar la integridad continuada de la botella.

Se advierte a los fabricantes que en el apéndice H, de carácter informativo, del presente anexo se incluye un ensayo de resistencia ambiental que permite evaluar la adecuación de los sistemas de revestimiento.

6.13. **Pruebas de calificación del diseño**

Para la homologación de cada tipo de botella, se probará que el material, diseño, fabricación y examen son adecuados para el servicio pretendido cumpliendo los requisitos apropiados de los ensayos de calificación de materiales resumidos en el cuadro 6.1 del presente anexo y los ensayos de calificación de botellas resumidos en el cuadro 6.4 del presente anexo, con todas los ensayos realizados según los métodos de ensayo pertinentes, según lo descrito en el apéndice A del presente anexo. La autoridad competente seleccionará las botellas y camisas de prueba y presenciará los ensayos correspondientes. Si se someten a ensayo más botellas o camisas que las requeridas por este anexo, se documentarán todos los resultados.

6.14. **Ensayos de lotes**

Los ensayos de lotes especificados en el presente anexo para cada tipo de botella se realizarán en botellas o camisas tomadas de cada lote de botellas o camisas acabadas. Podrán utilizarse también muestras testigo tratadas térmicamente que sean representativas de las botellas o camisas acabadas. Los ensayos de lotes necesarios para cada tipo de botella se especifican en el cuadro 6.5 del presente anexo.

6.15. **Exámenes y ensayos de fabricación**

6.15.1. Generalidades

Los exámenes y ensayos de fabricación se realizarán en todas las botellas producidas en un lote. Cada botella se examinará durante y después de la fabricación por los medios siguientes:

a) exploración por ultrasonidos (o equivalente demostrado) de botellas y camisas metálicas según BS 5045, parte 1, anexo B, u otro método cuya equivalencia se demuestre, para confirmar que el tamaño máximo de los defectos presentes es inferior al tamaño especificado en el diseño;

b) verificación de que las dimensiones críticas y la masa de la botella terminada y el de cualquier camisa o envolvente están dentro de las tolerancias de diseño;

c) verificación del cumplimiento del acabado superficial especificado, prestando especial atención a superficies de embutición profunda y a pliegues o solapas en el cuello o en la espalda de cierres finales o aberturas forjados o centrifugados;

d) verificación de marcas;

e) se realizarán ensayos de dureza de botellas y camisas metálicas de acuerdo con el apartado A.8 (apéndice A) después del tratamiento térmico final y los valores así determinados estarán dentro del intervalo especificado para el diseño;

f) ensayo hidrostático de acuerdo con el apartado A.11 (apéndice A).

En la tabla 6.6 de este anexo se incluye una tabla con un resumen de los requisitos críticos de inspección de fabricación que deberá realizarse en cada botella.

6.15.2. Tamaño máximo de los defectos

Para los diseños de los tipos GNC-1, GNC-2 y GNC-3, se determinará el tamaño máximo de los defectos en cualquier punto de la botella o camisa metálica que no crecerá hasta adquirir un tamaño crítico dentro de la vida útil especificada. Este tamaño de defecto crítico se define como el defecto limitador del espesor a través de la pared (botella o camisa) que permitiría la salida del gas almacenado sin romper la botella. Los tamaños de los defectos para los criterios de rechazo para exploración ultrasónica o equivalente, serán inferiores al tamaño máximo de defecto admisible. Para los diseños de los tipos GNC-2 y GNC-3, se supone que no se producirán daños en el material compuesto debidos a mecanismos dependientes del tiempo. El tamaño admisible de los defectos para el END se determinará mediante un método adecuado. En el apéndice informativo F del presente anexo se describen dos de estos métodos.

6.16. **Incumplimiento de los requisitos de los ensayos**

En caso de incumplimiento de los requisitos de los ensayos, se repetirán los ensayos o se aplicará un tratamiento térmico y se repetirán los ensayos de la manera siguiente:

a) Si se produce un fallo al realizar un ensayo o si hay un error de medida, se realizará un ensayo adicional. Si el resultado de dicho ensayo es satisfactorio, se ignorará el primer ensayo.

b) Si el ensayo no se ha realizado de forma satisfactoria, se identificará la causa de fallo del mismo.

Si se considera que el fallo es debido al tratamiento térmico aplicado, el fabricante someterá todas las botellas del lote a otro tratamiento térmico.

Si el fallo no es debido al tratamiento térmico aplicado, se rechazarán todas las botellas defectuosas identificadas o se repararán utilizando un método homologado. Las botellas no rechazadas se considerarán parte de un nuevo lote.

En ambos casos, se volverá a someter a ensayo el nuevo lote. Todos los ensayos de prototipos o de lotes necesarios para demostrar la aceptabilidad del nuevo lote se realizarán de nuevo. Si uno o más de los ensayos resultan insatisfactorios, aunque sea parcialmente, se rechazarán todas las botellas del lote.

6.17. **Cambio de diseño**

Un cambio de diseño es cualquier cambio de selección de los materiales estructurales o cualquier cambio dimensional no atribuible a las tolerancias normales de fabricación.

Se permitirá la calificación mediante un programa reducido de ensayos de los cambios de diseño poco importantes. Los cambios de diseño especificados en el cuadro 6.7 requerirán ensayos de calificación del diseño según lo especificado en dicho cuadro.

Cuadro 6.1

Ensayo de calificación de diseño de materiales

	Apartado pertinente del presente anexo				
	Acero	Aluminio	Resinas	Fibras	Camisas de plástico
Propiedades de resistencia a la tracción	6.3.2.2	6.3.3.4		6.3.5	6.3.6
Resistencia al agrietamiento por sulfuros	6.3.2.4				
Propiedades de resistencia al impacto	6.3.2.3				
Resistencia al agrietamiento bajo carga permanente		6.3.3.3			
Agrietamiento por tensocorrosión		6.3.3.2			
Resistencia al cizallamiento			6.3.4.2		
Temperatura de transición vítrea			6.3.4.3		
Temperatura de ablandamiento/fusión					6.3.6
Mecánica de la fractura (*)	6.7	6.7			

(*) No se requiere si se utiliza el planteamiento de ensayos de botellas con defectos del apartado A.7 (apéndice A).

Cuadro 6.2

Valores aceptables para las pruebas de impacto

Diámetro de la botella D, mm	> 140			≤ 140
Dirección de la prueba	transversal			longitudinal
Anchura de la probeta, mm	3-5	> 5-7,5	> 7,5-10	3 a 5
Temperatura de ensayo, °C	– 50			– 50
Media de 3 muestras	30	35	40	60
Resistencia al impacto, J/cm^2				
Muestra individual	24	28	32	48

Cuadro 6.3

Valores mínimos reales de rotura y relaciones de esfuerzo

	CNG-1 Todo metal	CNG-2 Envolvente de anillos		CNG-3 Envolvente completa		CNG-4 Todo material compuesto	
	Presión de rotura [MPa]	Relación de esfuerzos [MPa]	Presión de rotura [MPa]	Relación de esfuerzos [MPa]	Presión de rotura [MPa]	Relación de esfuerzos [MPa]	Presión de rotura [MPa]
Todo metal	45						
Vidrio		2,75	50 1)	3,65	70 1)	3,65	73
Ara-mida		2,35	47	3,10	60 1)	3,1	62
Carbo-no		2,35	47	2,35	47	2,35	47
Híbri-do		2)		2)		2)	

Nota 1: Presión mínima real de rotura. Además, tienen que hacerse cálculos de acuerdo con el apartado 6.5 del presente anexo para confirmar que se cumplen también los requisitos mínimos de relación de esfuerzos.

Nota 2: Los coeficientes de esfuerzos y las presiones de rotura deben calcularse de acuerdo con el apartado 6.5 del presente anexo.

Cuadro 6.4

Ensayos de calificación de los diseños de botellas

Tipo de botella		Ensayo y referencia del anexo			
		CNG-1	CNG-2	CNG-3	CNG-4
A.12	Rotura	X (*)	X	X	X
A.13	Temperatura ambiente/ciclo	X (*)	X	X	X
A.14	Prueba de ambiente ácido		X	X	X
A.15	Fuego	X	X	X	X
A.16	Penetración	X	X	X	X
A.17	Tolerancia de defectos		X	X	X
A.18	Fluencia a alta temperatura		X	X	X
A.19	Rotura por esfuerzo		X	X	X
A.20	Prueba de caída			X	X
A.21	Permeabilidad				X
A.24	Comportamiento del dispositivo limitador de presión	X	X	X	X

Tipo de botella		Ensayo y referencia del anexo			
		CNG-1	CNG-2	CNG-3	CNG-4
A.25	Prueba de par del saliente				X
A.27	Ciclo de gas natural				X
A.6	Evaluación de las LBB	X	X	X	
A.7	Temperatura extrema/ciclos		X	X	X

X = requerido.
(*) = No requerido para botellas diseñadas según ISO 9809 (ISO 9809 ya tiene en cuenta dichos ensayos).

Cuadro 6.5

Ensayos de lotes

Tipo de botella		Ensayo y referencia del anexo			
		CNG-1	CNG-2	CNG-3	CNG-4
A.12	Rotura	X	X	X	X
A.13	Ciclo ambiente	X	X	X	X
A.1	Resistencia a la tracción	X	X (†)	X (†)	
A.2	Impacto (acero)	X	X (†)	X (†)	
A.9.2	Revestimiento (*)	X	X	X	X

X = requerido.
(*) = Excepto cuando no se utiliza revestimiento protector.
(†) = Ensayos en el material de la camisa.

Cuadro 6.6

Requisitos críticos de la inspección de producción

Tipo	CNG-1	CNG-2	CNG-3	CNG-4
Requisito de inspección				
Dimensiones críticas	X	X	X	X
Acabado superficial	X	X	X	X
Defectos (ultrasonidos o equivalente)	X	X	X	
Dureza de las botellas y camisas metálicas	X	X	X	
Ensayo hidrostático	X	X	X	X
Ensayo de fugas				X
Marcas	X	X	X	X

X = requerido.

Cuadro 6.7

Cambio de diseño

	Tipo de ensayo								
Cambio de diseño	Rotura hidrostática A.12	Ciclos a temp. ambiente: A.13	Ambiental A.14	Fuego A.15	Tolerancia de defectos A.17	Penetración A.16	Rotura por esfuerzo A.19 Alta temperatura: fluencia A.18 Ensayo de caída A.20	Par del saliente Permeabilidad A.21 Ciclo de GNC A.27	Comportamiento del dispositivo limitador de presión A.24
Fabricante de fibra	X	X					X (*)	X (†)	
Botella metálica o material de la camisa	X	X	X (*)	X	X (*)	X	X (*)		
Material de la camisa de plástico		X	X					X (†)	
Material de fibra	X	X	X	X	X	X	X	X (†)	
Material de resina			X		X	X	X		
Cambio de diámetro ≤ 20 %	X	X							
Cambio de diámetro > 20 %	X	X		X	X (*)	X			
Cambio de longitud ≤ 50 %	X			X (‡)					
Cambio de longitud > 50 %	X	X		X (‡)					
Cambio de la presión de trabajo ≤ 20 % @	X	X							
Forma de la cúpula	X	X						X (†)	
Tamaño de la abertura	X	X							
Cambio del revestimiento			X						
Diseño del saliente final								X (†)	
Cambio del proceso de fabricación	X	X							
Dispositivo limitador de presión				X					X

X = requerido.
(*) = Ensayo no requerido en diseños metálicos (GNC-1).
(†) = Ensayo requerido sólo en diseños totalmente de material compuesto (GNC-4).
(‡) = Ensayo requerido sólo cuando aumenta la longitud.
@ = Sólo cuando el espesor cambia proporcionalmente al cambio de diámetro y/o presión.

7. BOTELLAS METÁLICAS DEL TIPO GNC-1

7.1. **Generalidades**

El diseño identificará el tamaño máximo de un defecto admisible en cualquier punto de la botella que no aumente hasta un tamaño crítico dentro del período especificado para la repetición de los ensayos, o de la vida útil si no está especificado este período, de una botella que funcione bajo presión de trabajo. La determinación de la aparición de fugas antes de la rotura (LBB) se realizará de acuerdo con los procedimientos apropiados definidos en el apartado A.6 (apéndice A). El tamaño admisible de los defectos se determinará de acuerdo con el apartado 6.15.2.

Las botellas diseñadas según ISO 9809 y que cumplan todos los requisitos de esta norma, sólo tendrán que cumplir los requisitos de los ensayos de materiales del apartado 6.3.2.4. y los requisitos de los ensayos de calificación del diseño del apartado 7.5., con excepción de los puntos 7.5.2. y 7.5.3.

7.2. **Análisis de esfuerzos**

Se calcularán los esfuerzos en la botella para 2 MPa, 20 MPa, la presión de ensayo y la presión de rotura de diseño. En los cálculos se utilizarán técnicas de análisis adecuadas utilizando la teoría de envolventes delgadas que tiene en cuenta la flexión fuera del plano de la envolvente para establecer las distribuciones de esfuerzos en el cuello, zonas de transición y parte cilíndrica de la botella.

7.3. **Requisitos de los ensayos de fabricación y producción**

7.3.1. Generalidades

Los extremos de las botellas de aluminio no se cerrarán mediante un proceso de embutición. Los extremos de las botellas de acero que se hayan cerrado por embutición, con la excepción de las botellas diseñadas de acuerdo con ISO 9809, serán objeto de pruebas no destructivas o equivalentes. No se añadirá metal en el proceso de cierre en los extremos. Todas las botellas se examinarán antes de las operaciones de embutición para determinar el espesor y el acabado superficial.

Después de embutir los extremos de las botellas se someterán a tratamiento térmico para obtener una dureza dentro del intervalo especificado para el diseño. No se permiten los tratamientos 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. Ensayo no destructivo

En todas las botellas metálicas se realizarán los ensayos siguientes:

a) Ensayo de dureza de acuerdo con el apartado A.8 (apéndice A).

b) Examen por ultrasonidos según BS 5045, parte 1, anexo I o mediante un método de ensayo no destructivo cuya equivalencia esté demostrada, para asegurar que el tamaño máximo de los defectos no superará el tamaño especificado en el diseño, determinado de acuerdo con el apartado 6.15.2. anterior.

7.3.3. Ensayo de presión hidrostática

Cada botella terminada se someterá al ensayo de presión hidrostática de acuerdo con el apartado A.11 (apéndice A).

7.4. **Ensayos de lotes de botellas**

Los ensayos de lotes se realizarán en botellas terminadas representativas de la producción normal y completas con marcas de identificación. De cada lote se seleccionarán aleatoriamente dos botellas. Si se someten a prueba más botellas de las requeridas por el presente anexo, se documentarán todos los resultados. En dichas botellas se realizarán, como mínimo, los ensayos siguientes:

a) Ensayos de materiales del lote. Una botella o un testigo de tratamiento térmico representativo de una botella terminada, se someterá a los siguientes ensayos:

   i) Comprobación de las dimensiones críticas por comparación con el diseño.

ii) Un ensayo de resistencia a la tracción de acuerdo con el apartado A.1 (apéndice A) y cumplirá los requisitos del diseño.

iii) Para botellas de acero, 3 ensayos de impacto de acuerdo con el apartado A.2 (apéndice A) y cumplirán los requisitos del apartado 6.3.2.3. anterior.

iv) Si forma parte del diseño un revestimiento protector, éste se someterá a ensayo de acuerdo con el apartado A.9.2 (apéndice A).

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

Si el revestimiento no cumple los requisitos de dicho apartado, el lote se inspeccionará al 100 % para retirar las botellas con defectos similares. Se podrá quitar el revestimiento de todas las botellas defectuosas para volverlo a aplicar. En ese caso, se repetirá el ensayo del lote de revestimientos.

b) Ensayo de rotura del lote. Se aplicará presión hidrostática a una botella hasta que se rompa de acuerdo con el apartado A.12 (apéndice A).

Si la presión de rotura es inferior a la mínima calculada, se aplicarán los procedimientos especificados en el apartado 6.16. anterior.

c) Prueba de ciclos periódicos de presión. Las botellas terminadas se someterán a ciclos de presión de acuerdo con el apartado A.13 (apéndice A) con una frecuencia de ensayo definida de la siguiente manera:

i) Una botella de cada lote se someterá a un número de ciclos de presión 1 000 veces superior a la vida útil especificada en años, con un mínimo de 15 000 ciclos.

ii) En 10 lotes de producción consecutivos de una familia de diseños (es decir, de procesos y materiales similares), si ninguna de la botellas sometidas a ciclos de presión según el apartado i) anterior sufre fugas o rotura en un número de ciclos inferior a 1 500 veces la vida útil especificada en años (mínimo 22 500 ciclos), el ensayo de ciclos de presión podrá reducirse a una botella de cada 5 lotes de producción.

iii) En 10 lotes de producción consecutivos de una familia de diseños, si ninguna de las botellas sometidas a ciclos de presión según i) sufre fugas o rotura en un número de ciclos inferior a 2 000 veces la vida útil especificada en años (mínimo 30 000 ciclos), el ensayo de ciclos de presión podrá reducirse a una botella de cada 10 lotes de producción.

iv) Si han transcurrido más de seis meses desde el último lote de producción, una botella del siguiente lote de producción se someterá al ensayo de ciclos de presión con objeto de mantener la frecuencia reducida de ensayos de lotes indicada en los incisos ii) o iii) anteriores.

v) Si una botella sometida a ensayos de ciclos de presión con frecuencia reducida según los incisos ii) o iii) anteriores no resiste el número de ciclos de presión requerido (mínimo 22 500 o 30 000 ciclos de presión, respectivamente), será necesario repetir la frecuencia de ensayo de ciclos de presión de lotes del inciso i) durante 10 lotes de producción como mínimo, para restablecer la frecuencia reducida de ensayo de ciclos de presión de lotes con arreglo a los incisos ii) o iii) anteriores.

vi) Si cualquier botella según los incisos i), ii) o iii) no cumple el requisito mínimo de ciclo de vida de 1 000 veces la vida útil especificada en años (mínimo 15 000 ciclos), se determinará y corregirá la causa del fallo siguiendo los procedimientos del apartado 6.16. El ensayo de ciclos de presión se repetirá entonces en tres botellas adicionales de dicho lote. Si cualquiera de las botellas adicionales no cumple el requisito mínimo de ciclos de presión de 1 000 veces la vida útil especificada en años, el lote será rechazado.

7.5. **Ensayos de calificación del diseño de las botellas**

7.5.1. Generalidades

Los ensayos de calificación se realizarán en botellas terminadas representativas de la producción normal que lleven marcas de identificación. La selección, testificación y documentación de los resultados estarán de acuerdo con el apartado 6.13.

7.5.2. Ensayo de rotura por presión hidrostática

Se aplicará presión hidrostática a tres botellas representativas hasta que se fallen de acuerdo con el apartado A.12. (apéndice A del presente anexo). Las presiones de rotura de las botellas superarán la presión de rotura mínima calculada mediante el análisis de esfuerzos para el diseño y será como mínimo de 45 MPa.

7.5.3. Ensayos de ciclos de presión a temperatura ambiente

Dos botellas terminadas se someterán a ciclos de presión a temperatura ambiente de acuerdo con el apartado A.13 (apéndice A) hasta que se produzca un fallo o hasta un mínimo de 45 000 ciclos. Las botellas no fallarán antes de realizar un número de ciclos 1 000 veces superior a la vida útil especificada en años. Las botellas que resistan un número de ciclos 1 000 veces superior a la vida útil especificada en años fallarán por fugas y no por rotura. Las botellas que no fallen a lo largo de 45 000 ciclos serán destruidas continuando los ciclos hasta que se produzca el fallo o por aplicación de presión hidrostática hasta la rotura. Se registrará el número de ciclos hasta el fallo y el punto de iniciación del mismo.

7.5.4. Ensayo de fuego

Los ensayos se realizarán de acuerdo con el apartado A.15 (apéndice A) y cumplirán los requisitos establecidos en el mismo.

7.5.5. Ensayo de penetración

El ensayo se realizarán de acuerdo con el apartado A.16 (apéndice A) y cumplirá los requisitos establecidos en el mismo.

7.5.6. Aparición de LBB

Para diseños de botellas que no superen 45 000 ciclos cuando se sometan a ensayo con arreglo al apartado 7.5.3. anterior, se realizarán ensayos de aparición de LBB de acuerdo con A.6 y cumplirán los requisitos establecidos en el mismo.

8. BOTELLAS CON ENVOLVENTES DE ANILLOS DEL TIPO GNC-2

8.1. **Generalidades**

Durante la aplicación de presión, este tipo de diseño de botella tiene un comportamiento en el que los desplazamientos de la 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 apartado A.6 (apéndice A). El tamaño admisible de los defectos se determinará de acuerdo con el apartado 6.15.2.

8.2. **Requisitos de diseño**

8.2.1. Camisa metálica

La camisa metálica tendrá una presión mínima de rotura real de 26 MPa.

8.2.2. Envolvente de material compuesto

El esfuerzo de tracción de las fibras cumplirá los requisitos del apartado 6.5. anterior.

8.2.3. Análisis de esfuerzos

Se calcularán los esfuerzos en el material compuesto y en la camisa después del pretensado. Las presiones utilizadas para estos cálculos serán de 0 MPa, 2 MPa, 20 MPa, la presión de ensayo y la presión de rotura de diseño. Los cálculos se harán utilizando técnicas de análisis adecuadas sobre la base de la teoría de envolventes delgadas y teniendo en cuenta el comportamiento no lineal del material de la camisa para establecer las distribuciones de esfuerzos en el cuello, parte de transición y parte cilíndrica de la camisa.

En diseños que utilicen autozunchado para obtener el pretensado, se calcularán los límites en que deberá estar comprendida la presión de autozunchado.

En diseños que utilicen arrollamiento con presión controlada para obtener el pretensado, se calculará la temperatura a la que se realice, la tensión necesaria en cada capa de material compuesto y el pretensado consiguiente en la camisa.

8.3. **Requisitos de fabricación**

8.3.1. Generalidades

La botella de material compuesto se fabricará con una camisa envolvente con arrollamientos de filamento continuo. Las operaciones de arrollamiento del filamento se controlarán mecánicamente o por ordenador. Los filamentos se aplicarán bajo tensión controlada durante el arrollamiento. Terminado el arrollamiento, las resinas termoendurecibles se someterán a curado por calor utilizando un perfil tiempo/temperatura predeterminado y controlado.

8.3.2. Camisa

La fabricación de una camisa metálica cumplirá los requisitos del apartado 7.3. para el tipo apropiado de construcción de la camisa.

8.3.3. Envolvente

Las botellas se fabricarán en una máquina de arrollamiento de filamento. Durante el arrollamiento se vigilarán las variables importantes dentro de las tolerancias especificadas y se documentarán en un registro de arrollamiento. Estas variables pueden incluir las siguientes, aunque sin limitarse a ellas:

a) tipo de fibra, incluido el tamaño;

b) método de impregnación;

c) tensión de arrollamiento;

d) velocidad de arrollamiento;

e) número de mechas;

f) ancho de la banda;

g) tipo y composición de la resina;

h) temperatura de la resina;

i) temperatura de la camisa.

8.3.3.1. Curado de las resinas termoendurecibles

Si se utiliza una resina termoendurecible, se someterá a un proceso de curado después del arrollamiento del filamento. Durante el curado, se documentará el ciclo de curado (es decir, la variación de la temperatura en función del tiempo).

La temperatura de curado se controlará y no afectará a las propiedades del material de la camisa. La temperatura máxima de curado para botellas con camisa de aluminio será de 177 °C.

8.3.4. Autozunchado

El autozunchado, si se usa, se aplicará antes del ensayo de presión hidrostática. La presión de autozunchado estará comprendida dentro de los límites establecidos en el apartado 8.2.3. y el fabricante determinará el método para verificar la presión apropiada.

8.4. **Requisitos de los ensayos de producción**

8.4.1. Examen no destructivo

Los exámenes no destructivos se realizarán de acuerdo con una norma ISO reconocida u otra norma equivalente. En cada camisa metálica se realizarán los siguientes ensayos:

a) Ensayo de dureza de acuerdo con el apartado A.8 (apéndice A).

b) Examen ultrasónico de acuerdo con BS 5045, Parte 1, anexo 1B, o un método END equivalente demostrado, para asegurar que el tamaño máximo de los defectos no supera el tamaño especificado en el diseño.

8.4.2. Ensayo de presión hidrostática

Cada botella terminada se someterá al ensayo de presión hidrostática de acuerdo con el apartado A.11 (apéndice A). El fabricante definirá el límite adecuado de dilatación volumétrica permanente para la presión de ensayo aplicada, pero en ningún caso la dilatación permanente será superior al 5 % de la dilatación volumétrica total a la presión de ensayo. Todas las botellas que no cumplan el límite de rechazo definido serán rechazadas y o bien destruidas o bien utilizadas a efectos de ensayos de lotes.

8.5. **Ensayos de lotes de botellas**

8.5.1. Generalidades

Los ensayos de lotes se realizarán en botellas terminadas representativas de la producción normal y completas con marcas de identificación. Se seleccionarán aleatoriamente de cada grupo dos botellas, o una botella y una camisa si procede. Si se someten a ensayo más botellas de las requeridas por el presente anexo, se documentarán todos los resultados. En dichas botellas se realizarán, como mínimo, los ensayos siguientes:

Si se detectan defectos en la envolvente antes de cualquier prueba de autozunchado o de presión hidrostática, se quitará la envolvente, que será sustituida.

a) Ensayos de materiales del lote. Una botella, una camisa o un testigo de tratamiento térmico representativo de una botella terminada se someterá a los siguientes ensayos:

   i) Verificación de dimensiones por comparación con el diseño.

   ii) Un ensayo de resistencia a la tracción de acuerdo con el apartado A.1 (apéndice A) y cumplirá los requisitos del diseño.

   iii) Para camisas de acero, tres pruebas de impacto de acuerdo con el apartado A.2 (apéndice A) y cumplirán los requisitos del diseño.

   iv) Si forma parte del diseño un revestimiento protector, éste se someterá a ensayo de acuerdo con el apartado A.9.2 (apéndice A) y cumplirá los requisitos establecidos en el mismo. Todas las botellas o camisas representados por ensayo de lote que no cumplan los requisitos especificados se someterán a los procedimientos indicados en el apartado 6.16 anterior.

   Si el revestimiento no cumple los requisitos del apartado A.9.2. (apéndice A), el lote se inspeccionará al 100 % para retirar las botellas con defectos similares. El revestimiento de todas las botellas defectuosas podrá retirarse utilizando un método que no afecte a la integridad de la envolvente de material compuesto y podrá aplicarse de nuevo. Se repetirá entonces el ensayo de lote del revestimiento.

b) Ensayo de rotura del lote. Se someterá a ensayo una botella de acuerdo con los requisitos del apartado 7.4 b) anterior;

c) Ensayo de ciclos periódicos de presión. De acuerdo con los requisitos del apartado 7.4 c) anterior.

8.6. **Ensayos de calificación del diseño de las botellas**

8.6.1. Generalidades

Los ensayos de calificación se realizarán en botellas terminadas representativas de la producción normal y completas con marcas de identificación. La selección, acreditación y documentación de los resultados cumplirán lo dispuesto en el apartado 6.13 anterior.

8.6.2. Ensayo de rotura por presión hidrostática

a) Se aplicará presión hidrostática hasta la rotura a una camisa de acuerdo con el apartado A.12. (apéndice A). La presión de rotura será superior a la mínima especificada para el diseño de la camisa.

b) Se aplicará presión hidrostática hasta la rotura a tres botellas de acuerdo con el apartado A.12 (apéndice A). Las presiones de rotura de las botellas superarán las mínimas especificadas establecidas mediante análisis de esfuerzos para el diseño, de acuerdo con el cuadro 6.3., y en ningún caso serán inferiores al valor necesario para cumplir los requisitos de relación de esfuerzos del apartado 6.5 anterior.

8.6.3. Ensayos de ciclos de presión a temperatura ambiente

Dos botellas terminadas se someterán a ciclos de presión a temperatura ambiente de acuerdo con el apartado A.13 (apéndice A) hasta que se produzca un fallo o hasta un mínimo de 45 000 ciclos. Las botellas no fallarán antes de realizar un número de ciclos 1 000 veces superior a la vida útil especificada en años. Las botellas que resistan un número de ciclos 1 000 veces superior a la vida útil especificada en años fallarán por fugas y no por rotura. Las botellas que no fallen a lo largo de 45 000 ciclos serán destruidas, bien continuando los ciclos hasta que se produzca el fallo, bien por aplicación de presión hidrostática hasta la rotura. Las botellas que superen los 45 000 ciclos podrán fallar por rotura. Se registrará el número de ciclos hasta el fallo y el punto de iniciación del mismo.

8.6.4. Ensayo de ambiente ácido

Se someterá a ensayo una botella de acuerdo con el apartado A.14 (apéndice A) y cumplirá los requisitos establecidos en el mismo. En el apéndice informativo H del presente anexo se incluye un ensayo ambiental opcional.

8.6.5. Ensayo de fuego

Las botellas terminadas se someterán a ensayo de acuerdo con el apartado A.15 (apéndice A) y cumplirán los requisitos establecidos en el mismo.

8.6.6. Ensayo de penetración

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

8.6.7. Ensayos de tolerancia de defectos

Se someterá a ensayo una botella terminada de acuerdo con el apartado A.17 (apéndice A) y cumplirá los requisitos establecidos en el mismo.

8.6.8. Ensayo de fluencia a alta temperatura

En diseños en los que la temperatura de transición vítrea de la resina no supere en 20 °C, como mínimo, la temperatura máxima de diseño del material, se someterá a ensayo una botella de acuerdo con el apartado A.18 (apéndice A) y cumplirá los requisitos establecidos en el mismo.

8.6.9. Ensayo acelerado de rotura por esfuerzos

Se someterá a ensayo una botella terminada de acuerdo con el apartado A.19 (apéndice A) y cumplirá los requisitos establecidos en el mismo.

8.6.10. Aparición de LBB

En el caso de los diseños de botellas que no superen los 45 000 ciclos al someterlas a ensayo según el apartado 8.6.3., los ensayos de aparición de LBB se realizarán de acuerdo con el apartado A.6 y cumplirá los requisitos establecidos en el mismo.

8.6.11. Ensayos de ciclos de presión a temperaturas extremas

Se someterá a ensayo una botella terminada de acuerdo con el apartado A.7 (apéndice A) y cumplirá los requisitos establecidos en el mismo.

9. BOTELLAS CON ENVOLVENTE COMPLETA DEL TIPO GNC-3

9.1. **Generalidades**

Durante la aplicación de presión, este tipo de botella se comporta de manera que los desplazamientos de la envolvente de material compuesto y de la camisa se superponen. Debido a las distintas técnicas de fabricación, el presente anexo no establece un método de diseño definido. La determinación de la aparición de fugas antes de la rotura (LBB) se ajustará a los procedimientos apropiados definidos en el apartado A.6 (apéndice A). El tamaño admisible de los defectos se determinará de acuerdo con el apartado 6.15.2 anterior.

9.2. **Requisitos de diseño**

9.2.1. Camisa metálica

El esfuerzo de compresión en la camisa a presión 0 y 15 °C no hará que ésta se aplaste o arrugue.

9.2.2. Envolvente de material compuesto

El esfuerzo de tracción de las fibras cumplirá los requisitos del apartado 6.5. anterior.

9.2.3. Análisis de esfuerzos

Se calcularán los esfuerzos en dirección longitudinal y tangencial de la botella en el material compuesto y en la camisa después de aplicar presión. La presión utilizada para estos cálculos será cero, la presión de trabajo, el 10 % de la presión de trabajo, la presión de ensayo y la presión de rotura de diseño. Se calcularán los límites dentro de los cuales deberá estar la presión de autozunchado. Para los cálculos se utilizarán técnicas de análisis adecuadas usando la teoría de envolventes delgadas y teniendo en cuenta el comportamiento no lineal del material de la camisa para establecer las distribuciones de esfuerzos en el cuello, zonas de transición y parte cilíndrica de la camisa.

9.3. **Requisitos de fabricación**

Los requisitos de fabricación estarán de acuerdo con el apartado 8.3. con la excepción de que la envolvente incluirá también los filamentos arrollados en hélice.

9.4. **Requisitos de los ensayos de producción**

Los requisitos de las pruebas de producción estarán de acuerdo con lo establecido en el apartado 8.4 anterior.

9.5. **Ensayos de lotes de botellas**

Los ensayos de lotes estarán de acuerdo con los requisitos del apartado 8.5 anterior.

9.6. **Ensayos de calificación del diseño de las botellas**

Los ensayos de calificación del diseño de las botellas cumplirán los requisitos del apartado 8.6 y del apartado 9.6, con la excepción de que no se precisa la rotura de la camisa según el apartado 8.6.

9.6.1. Ensayo de caída

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

10. BOTELLAS TOTALMENTE DE MATERIAL COMPUESTO DE TIPO GNC-4

10.1. **Generalidades**

El presente anexo no establece un método definido para el diseño de botellas con camisa de polímeros debido a la variedad de diseños posibles.

10.2. **Requisitos de diseño**

Se utilizarán cálculos de diseño para justificar su adecuación. La resistencia a la tracción de las fibras cumplirá los requisitos del apartado 6.5.

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

Los salientes metálicos extremos con aberturas roscadas soportarán un par de 500 Nm, sin que resulte dañada la integridad de la unión a la camisa no metálica. Los salientes metálicos extremos conectados a la camisa no metálica serán de un material compatible con las condiciones de servicio especificadas en el apartado 4 del presente anexo.

10.3. **Análisis de esfuerzos**

Se calcularán los esfuerzos en dirección longitudinal y tangencial de la botella en el material compuesto y en la camisa después de aplicar presión. La presión utilizada para estos cálculos será cero, la presión de trabajo, la presión de ensayo y la presión de rotura de diseño. Para los cálculos se utilizarán técnicas de análisis adecuadas a fin de establecer las distribuciones de esfuerzos en toda la botella.

10.4. **Requisitos de fabricación**

Los requisitos de fabricación estarán de acuerdo con el apartado 8.3, con la excepción de que la temperatura de curado para resinas termoendurecibles será 10 °C inferior, como mínimo, a la temperatura de ablandamiento de la camisa de plástico.

10.5. **Requisitos de los ensayos de producción**

10.5.1. Ensayo de presión hidrostática

Cada botella terminada se someterá al ensayo de presión hidrostática de acuerdo con el apartado A.11 (apéndice A). El fabricante definirá el límite de expansión elástica apropiado para la presión de prueba utilizada, pero en ningún caso la dilatación elástica de ninguna botella superará el valor medio del lote en más del 10 %. Toda botella que no cumpla el límite de rechazo definido será rechazada y destruida o utilizada a efectos de pruebas de lotes.

10.5.2. Ensayo de fugas

Todas las botellas terminadas se someterán a ensayos de fugas de acuerdo con el apartado A.10 (apéndice A) y cumplirán los requisitos establecidos en el mismo.

10.6. **Ensayos de lotes de botellas**

10.6.1. Generalidades

Los ensayos de lotes se realizarán en botellas terminadas representativas de la producción normal y completas con marcas de identificación. De cada lote se seleccionará aleatoriamente una botella. Si se someten a ensayo más botellas de las requeridas por el presente anexo, se documentarán todos los resultados. En dichas botellas se realizarán, como mínimo, los ensayos siguientes:

a) Ensayos de materiales del lote

Una botella, o camisa, o testigo de una camisa representativa de una botella acabada, se someterá a los siguientes ensayos:

i) Verificación de dimensiones por comparación con el diseño.

ii) Un ensayo de resistencia a la tracción de la camisa de plástico de acuerdo con el apartado A.22 (apéndice A) y cumplirá los requisitos del diseño.

iii) La temperatura de fusión de la camisa de plástico se someterá a ensayo de acuerdo con el apartado A.23 (apéndice A) y cumplirá los requisitos de diseño.

iv) Si forma parte del diseño un revestimiento protector, éste se someterá a ensayo de acuerdo con el apartado A.9.2 (apéndice A). Si el revestimiento no cumple los requisitos de dicho apartado, el lote se inspeccionará al 100 % para retirar las botellas con defectos similares. El revestimiento de todas las botellas defectuosas podrá retirarse utilizando un método que no afecte a la integridad de la envolvente de material compuesto y podrá aplicarse de nuevo. Se repetirá entonces el ensayo de lote del revestimiento.

b) Ensayo de rotura del lote

Se someterá a ensayo una botella de acuerdo con los requisitos del apartado 7.4 b) anterior.

c) Ensayo de ciclos periódicos de presión

En una botella, el saliente extremo se someterá a ensayo a un par de 500 Nm de acuerdo con el método del apartado A.25 (apéndice A). La botella se someterá entonces a ciclos de presión de acuerdo con los procedimientos establecidos en el apartado 7.4 c) anterior.

Después de los ciclos de presión requeridos, se someterá la botella a ensayos de fugas de acuerdo con el método descrito en el apartado A.10 (apéndice A) y cumplirá los requisitos establecidos en el mismo.

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

10.7.1. Generalidades

Las pruebas de calificación de las botellas serán conformes a los requisitos de los apartados 8.6, 10.7.2, 10.7.3 y 10.7.4 del presente anexo, con la excepción de que la de aparición de LBB del apartado 8.6.10 no es necesaria.

10.7.2. Prueba de par del saliente

Una botella se someterá a ensayo de acuerdo con el apartado A.25 (apéndice A).

10.7.3. Prueba de permeabilidad

Se probará la permeabilidad de una botella de acuerdo con el apartado A.21 (apéndice A) y cumplirá los requisitos establecidos en el mismo.

10.7.4. Prueba de ciclos de presión con gas natural

Una botella terminada se someterá a ensayo conforme al apartado A.27 (apéndice A) y cumplirá los requisitos establecidos en el mismo.

11. MARCADO

11.1. **Colocación de marcas**

En cada botella, el fabricante pondrá marcas claras y permanentes de altura no inferior a 6 mm. Las marcas se harán mediante etiquetas incorporadas en los revestimientos de resina, etiquetas fijadas mediante adhesivos, troqueles de bajo esfuerzo aplicados a los extremos 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) «Sólo GNC».

ii) «No utilizar después de XX/XXXX», en letras de altura mínima de 25 mm indicando el mes y año de caducidad ([5]);

iii) Identificación del fabricante.

iv) Identificación de la botella (número de pieza y número de serie aplicables, exclusivos para cada botella).

v) Presión de trabajo y temperatura.

vi) Número del Reglamento CEPE junto con el tipo de botella y número de registro de la homologación.

vii) Los dispositivos y/o válvulas limitadores de presión calificados para uso con la botella o los medios para obtener información sobre sistemas de protección contra incendios calificados.

viii) Si se utilizan etiquetas, todas las botellas tendrán un número de identificación exclusivo troquelado en una superficie metálica expuesta para permitir el seguimiento en caso de destrucción de la etiqueta.

b) Información no preceptiva

En una o varias etiquetas separadas podrá incluirse la siguiente información no preceptiva:

i) Intervalo de temperaturas del gas, por ejemplo, – 40 °C a 65 °C.

([5]) La fecha de caducidad no superará la vida útil especificada. La fecha de caducidad podrá aplicarse a la botella en el momento del envío, siempre que las botellas hayan estado almacenadas en un lugar seco sin presión interna.

ii) Capacidad nominal de agua de la botella con hasta dos números significativos, por ejemplo 120 litros.)

iii) Fecha del ensayo de presión original (mes y año).

Las marcas se colocarán en la secuencia indicada, pero la disposición concreta podrá modificarse para adaptarlas al espacio disponible. Un ejemplo aceptable de información obligatoria es el siguiente:

SÓLO GNC
NO UTILIZAR DESPUÉS DE ../....
Fabricante/Número de pieza/Número de serie
20 MPa/15 °C
ECE R 110 CNG-2 (nº de registro)
«Utilizar sólo dispositivo limitador de presión homologado por el fabricante»

12. PREPARACIÓN PARA EL ENVÍO

Antes del envío desde el taller del fabricante, todas las botellas se limpiarán y secarán internamente. Las botellas no cerradas inmediatamente por el montaje de una válvula y de dispositivos limitadores de presión, si procede, tendrán tapones en todas las aberturas para proteger las roscas y evitar la entrada de humedad. Se pulverizará un inhibidor de corrosión (por ejemplo, que contenga aceite) sobre todas las botellas y camisas de acero antes de su envío.

Se facilitará al comprador la declaración de servicio del fabricante y toda la información necesaria para asegurar la manipulación, uso e inspección en servicio en condiciones correctas. La declaración estará de acuerdo con el Apéndice D del presente anexo.

Apéndice A

MÉTODOS DE ENSAYO

A.1. **Ensayos de resistencia a la tracción, acero y aluminio**

En el material tomado de la parte cilíndrica de la botella acabada, se realizará un ensayo de resistencia a la tracción utilizando una probeta de forma rectangular según el método descrito en ISO 9809 para acero y en ISO 7866 para aluminio. Las dos caras de la probeta correspondientes a las superficies interior y exterior de la botella no se mecanizarán. El ensayo de resistencia a la tracción se realizará de acuerdo con ISO 6892.

Nota: Se llama la atención sobre el método de medida del alargamiento descrito en ISO 6892, especialmente en los casos en que la probeta tenga forma trapezoidal con el resultado de un punto de rotura alejado del centro de la longitud del medidor.

A.2. **Ensayo de impacto, botellas y camisas de acero**

El ensayo de impacto se realizará en material tomado de la parte cilíndrica de la botella y en tres probetas, según ISO 148. Las probetas para el ensayo de impacto se tomarán de la pared de la botella en la dirección indicada en el cuadro 6.2 del anexo 3. La entalladura será perpendicular a la cara de la pared de la botella. Para las pruebas longitudinales, la probeta se mecanizará totalmente (las seis caras); si el espesor de la pared no permite una probeta final de 10 mm, la anchura será lo más cercana posible al espesor nominal de la pared de la botella. Las probetas tomadas en dirección transversal se mecanizarán sólo en 4 caras, dejando sin mecanizar las caras interior y exterior de las 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**

Las pruebas de corrosión para aleaciones de aluminio se realizarán de acuerdo con el anexo A de ISO/DIS 7866 y cumplirán los requisitos establecidos en el mismo.

A.5. **Pruebas de fisuración bajo carga permanente, aluminio**

La resistencia a la fisuración bajo carga permanente se realizará de acuerdo con el anexo D de ISO/DIS 7866; deberán cumplirse los requisitos establecidos en el mismo.

A.6. **Ensayo de aparición de fugas antes de la rotura (LBB)**

Tres botellas terminadas se someterán a ciclos de presión entre no más de 2 MP y no menos de 30 MPa a una frecuencia no superior a 10 ciclos por minuto.

Todas las botellas deberán fallar por fugas.

A.7. **Ciclos de presión a temperatura ambiente**

Las botellas terminadas, con la envolvente de material compuesto exenta de cualquier revestimiento protector, se someterán a ciclos de presión sin que aparezcan indicios de fugas, rotura o desprendimiento de la fibra, de la manera siguiente:

a) Acondicionar durante 48 horas a presión cero, temperatura de 65 °C o superior y humedad relativa del 95 % o superior. El objeto de este requisito se considerará cumplido mediante una fina pulverización o niebla de agua en una cámara mantenida a 65 °C.

b) Aplicar presión hidrostática 500 veces la vida útil especificada en años entre no más de 2 MPa y no menos de 26 MPa a una temperatura de 65 °C o superior y a una humedad del 95 % o superior.

c) Estabilizar a presión cero y temperatura ambiente.

d) Aplicar presión hidrostática 500 veces la vida útil especificada en años entre no más de 2 MPa y no menos de 20 MPa a una temperatura de – 40 °C o inferior.

La frecuencia de los ciclos de presión en b) no será superior a 10 ciclos por minuto. La frecuencia de los ciclos de presión en d) no será superior a 3 ciclos por minuto, a menos que se haya instalado directamente en la botella un transductor de presión Se instalarán instrumentos registradores adecuados para asegurar el mantenimiento de la temperatura mínima del líquido durante la prueba de ciclos a baja temperatura.

Después de las pruebas cíclicas de presión a temperaturas extremas, las botellas se someterán a presión hidrostática hasta la rotura de acuerdo con los requisitos del ensayo de rotura por presión hidrostática, alcanzándose una presión de rotura mínima del 85 % de la presión mínima de rotura de diseño. Para los diseños del tipo GNC-4, antes del ensayo de rotura por presión hidrostática, la botella se someterá al ensayo de fugas de acuerdo con el apartado A.10.

A.8. **Ensayo de dureza Brinell**

Los ensayos de dureza se realizarán en la pared paralela al centro y en un extremo abovedado de cada botella o camisa de acuerdo con ISO 6506. El ensayo se realizará después del tratamiento térmico final y los valores de la dureza así determinados estarán dentro del intervalo de valores especificado para el diseño.

A.9. **Ensayos del revestimiento** [obligatorias si se utiliza el apartado 6.12 c) del anexo 3].

A.9.1. Ensayos de comportamiento del revestimiento

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

i) Ensayos de adherencia según LSO 4624 utilizando el método A o el B, según proceda. El revestimiento obtendrá una clasificación de adherencia 4A o 4B según proceda.

ii) flexibilidad de acuerdo con ASTM D522, Ensayo de doblado con mandril de revestimientos orgánicos fijados, utilizando el método de ensayo B con un mandril de 12,7 mm (0,5 in) en el espesor especificado a – 20 °C.

Las muestras para el ensayo de flexibilidad se prepararán de acuerdo con la norma ASTM D522. No se apreciará visualmente ninguna grieta.

iii) Resistencia al impacto de acuerdo con ASTM D2794, Método de ensayo de resistencia de revestimientos orgánicos a los efectos de deformación rápida (impacto). El revestimiento a temperatura ambiente superará una prueba de impacto de 18 J (160 in-lbs).

iv) Resistencia química cuando se someta a ensayo generalmente de acuerdo con ASTM D1308, Efecto de los productos químicos para uso doméstico en acabados orgánicos transparentes y pigmentados. Los ensayos se realizarán utilizando el método de ensayo en puntos abiertos y una exposición de 100 horas a una solución de ácido sulfúrico al 30 % (ácido de baterías con una densidad de 1,219) y 24 horas de exposición a un polialcalenglicol (por ejemplo, líquido de frenos). No se observarán indicios de levantamiento, ampollas o ablandamiento del revestimiento. La adherencia alcanzará una clasificación 3 cuando se someta a ensayo de acuerdo con ASTM D3359.

v) 1 000 horas de exposición como mínimo de acuerdo con ASTM G53, Procedimiento para uso de aparatos expuestos a la luz y al agua (tipo fluorescente con condensación de agua) para exposición de materiales no metálicos. No se observarán indicios de ampollas y la adherencia alcanzará una clasificación 3 cuando se someta a ensayo según ISO 4624. La máxima pérdida de brillo permitida es del 20 %.

vi) 500 horas de exposición como mínimo de acuerdo con ASTM B117, Método de ensayo por pulverización de sal (niebla). La socavación no superará los 3 mm en la marca del gramil, no habrá indicios de ampollas y la adherencia alcanzará una clasificación de 3 cuando se someta a ensayo de acuerdo con ASTM D3359.

vii) Resistencia a melladuras a temperatura ambiente utilizando la norma ASTM D3170, Resistencia a las melladuras de revestimientos. El revestimiento alcanzará una clasificación 7A o superior y no quedará expuesta ninguna parte del substrato.

A.9.2. Ensayos de lotes de revestimientos

i) Espesor del revestimiento

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

ii) Adherencia del revestimiento

La adherencia del revestimiento se medirá de acuerdo con ISO 4624, y alcanzará una clasificación de 4 cuando se mida de acuerdo con el método de ensayo A o B, según proceda.

A.10. **Ensayo de fugas**

Los diseños de tipo GNC-4 se someterán a ensayo de fugas utilizando el siguiente procedimiento o una alternativa aceptable:

a) Las botellas se secarán perfectamente y se someterán a la presión de trabajo con aire seco o nitrógeno que contenga un gas detectable como el helio.

b) Toda fuga medida en cualquier punto que supere los 0,004 cm^3/h (normales) será causa de rechazo.

A.11. **Ensayo hidráulico**

Se utilizará una de las dos opciones siguientes:

Opción 1: Ensayo de camisa de agua

a) La botella se someterá a ensayo hidrostático a una presión de 1,5 veces la presión de trabajo, como mínimo. En ningún caso será la presión de ensayo superior a la presión de autozunchado.

b) La presión se mantendrá durante un período lo suficientemente largo (mínimo 30 segundos) para asegurar la dilatación completa. La presión interna aplicada después del autozunchado y antes del ensayo hidrostático no será superior al 90 % de la presión hidrostática de ensayo. Si la presión de ensayo no se puede mantener a causa del fallo del aparato de prueba, podrá repetirse el ensayo a una presión incrementada en 700 kPa. No se permite la repetición de más de dos de estos ensayos.

c) El fabricante definirá el límite adecuado de dilatación volumétrica permanente para la presión de ensayo utilizada, pero en ningún caso la dilatación permanente será superior al 5 % de la dilatación volumétrica total medida bajo la presión de ensayo. Para diseños del tipo GNC-4, la dilatación elástica será establecida por el fabricante. Toda botella que no cumpla el límite de rechazo definido será rechazada y destruida o utilizada a efectos de pruebas de lotes.

Opción 2: Prueba de mantenimiento de la presión

La presión hidrostática en la botella se aumentará gradual y uniformemente hasta alcanzar la presión de ensayo, que será como mínimo 1,5 veces la presión de trabajo. La presión de ensayo se mantendrá durante un periodo suficiente (mínimo 30 segundos) para asegurar que no hay tendencia a que disminuya la presión y que la estanquidad está garantizada.

A.12. **Ensayo de rotura por presión hidrostática**

a) La velocidad de aumento de la presión no será superior a 1,4 MPa por segundo (200 psi/s) a presiones por encima del 80 % de la presión de rotura de diseño. Si la velocidad de aumento de la presión a presiones por encima del 80 % de la presión de rotura de diseño es superior a 350 kPa/s (50 psi/s) entonces se colocará la botella esquemáticamente entre la fuente de presión y el dispositivo de medida de presión, o bien se producirá una retención de 5 s a la presión de rotura de diseño mínima.

b) La presión mínima de rotura requerida (calculada) será al menos de 45 MPa y en ningún caso inferior al valor necesario para cumplir los requisitos de relación de esfuerzos. Se registrará la presión de rotura real. La rotura podrá producirse en la zona cilíndrica o en la zona de la cúpula de la botella.

A.13. **Ciclos de presión a temperatura ambiente**

Se realizarán ciclos de presión de acuerdo con el procedimiento siguiente:

a) Se llenará la botella que se someterá a ensayo con un fluido no corrosivo como aceite, agua inhibida o glicol.

b) Se aplicarán ciclos de presión entre no más de 2 MPa y no menos de 26 MPa a una frecuencia no superior a 10 ciclos por minuto.

Se registrará el número de ciclos hasta el fallo junto con la posición y la descripción de la iniciación del fallo.

A.14. **Ensayo de ambiente ácido**

Se aplicará el siguiente procedimiento de prueba a una botella terminada:

i) Se expondrá una zona de 150 mm de diámetro en la superficie de la botella durante 100 horas a una solución de ácido sulfúrico al 30 % (ácido de baterías con una densidad de 1,219) estando la botella a una presión de 26 MPa.

ii) Se procederá entonces a la rotura de la botella de acuerdo con el procedimiento definido en el apartado A.12 anterior, obteniéndose una presión de rotura superior al 85 % de la presión mínima de rotura de diseño.

A.15. **Ensayo de fuego**

A.15.1. Generalidades

Los ensayos de fuego están previstos para demostrar que las botellas terminadas, completas con el sistema de protección contra incendio (válvula de la botella, dispositivos indicadores de presión y/o aislamiento térmico incorporado) especificado en el diseño no se romperán cuando se las someta a ensayo en las condiciones de incendio especificadas. Deberán adoptarse las máximas precauciones durante la prueba de fuego debido a la posibilidad de que se produzca la rotura de la botella.

A.15.2. Preparación de las botellas

Las botellas se colocarán horizontalmente con la parte inferior de las mismas a una distancia de 100 mm aproximadamente por encima de la fuente de fuego.

Se utilizará una pantalla metálica para impedir la incidencia directa de las llamas en las válvulas, accesorios y/o dispositivos limitadores de presión de las botellas. La pantalla metálica no estará en contacto directo con el sistema especificado de protección contra incendio (dispositivos limitadores de presión o válvula de la botella). Cualquier fallo durante el ensayo de una válvula, accesorio o tubo que no forme parte del sistema de protección previsto en el diseño invalidará los resultados.

A.15.3. Fuente de fuego

Se preparará una fuente de fuego uniforme de 1,65 m de longitud para que exista incidencia directa de las llamas sobre la superficie de la botella a lo largo de todo su diámetro.

Podrá utilizarse cualquier combustible como fuente de fuego siempre que genere calor uniforme suficiente para mantener las temperaturas de ensayo especificadas hasta que se vacíe la botella. En la selección del combustible deberán tenerse en cuenta los aspectos de contaminación del aire. La disposición del fuego se registrará con suficiente detalle para asegurar la reproducibilidad de la aportación de calor a la botella. Cualquier fallo o falta de uniformidad de la fuente de fuego durante un ensayo invalidará los resultados.

A.15.4. Medidas de temperatura y presión

Se vigilarán las temperaturas superficiales mediante tres termopares como mínimo situados a lo largo de la parte inferior de la botella y separados entre sí no más de 0,75 m. Se utilizará una pantalla metálica para evitar la incidencia directa de las llamas sobre los termopares. Otro método consiste en insertar los termopares en bloques metálicos cuadrados de menos de 25 mm^2.

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

A.15.5. Requisitos generales de los ensayos

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

a) la presión de trabajo;

b) y al 25 % de la presión de trabajo.

Inmediatamente después del encendido, el fuego provocará la incidencia de las llamas sobre la superficie de la botella a lo largo de los 1,65 m de la fuente de fuego y a lo largo del diámetro de la botella. En un plazo de 5 minutos a partir del encendido, la temperatura de al menos uno de los termopares será de 590 °C como mínimo. Esta temperatura mínima se mantendrá durante el resto del ensayo.

A.15.6. Botellas de longitud igual o inferior a 1,65 m

El centro de la botella se colocará sobre el centro de la fuente de fuego.

A.15.7. Botellas de longitud superior a 1,65 m

Si la botella tiene un dispositivo limitador de presión en un extremo, la fuente de fuego comenzará en el extremo opuesto de la botella. Si la botella tiene dispositivos limitadores de presión en ambos extremos o en más de un punto a lo largo de la misma, el centro de la fuente de fuego se situará a mitad de camino entre los dispositivos limitadores de presión separados por la distancia horizontal mayor.

Si la botella está protegida además por aislamiento térmico, se realizarán dos ensayos de fuego a la presión de servicio, una con el fuego centrado respecto a la longitud de la botella y otra comenzando el fuego en uno de los extremos de la botella.

A.15.8. Resultados aceptables

La botella se vaciará a través de un dispositivo limitador de presión.

A.16. **Ensayos de penetración**

Una botella a una presión de 20 MPa ± 1 MPa con gas comprimido será penetrada con una bala perforadora de blindajes de 7,62 mm de diámetro como mínimo. La bala penetrará totalmente al menos una de las paredes laterales de la botella. Para diseños de los tipos GNC-2, GNC-3 y GNC-4, el proyectil chocará con la pared con un ángulo aproximado de 45°. La botella no mostrará indicios de fallo por fragmentación. La pérdida de pequeños fragmentos de material, cada uno de los cuales con un peso no superior a 45 gramos, no constituirá un fallo del ensayo. Se registrará el tamaño aproximado de los orificios de entrada y de salida y sus posiciones.

A.17. **Ensayos de tolerancia a defectos de materiales compuestos**

Sólo para los diseños de los tipos GNC-2, GNC-3 y GNC-4 una botella terminada, completa con revestimiento protector, tendrá defectos en dirección longitudinal que penetren en el material compuesto. Los defectos serán superiores a los límites de inspección visual especificados por el fabricante.

La botella con defectos se someterá a ciclos de presión desde no más de 2 MPa hasta no menos de 26 MPa durante 3 000 ciclos, seguidos de 12 000 ciclos adicionales a temperatura ambiente. La botella no presentará fugas ni se romperá durante los primeros 3 000 ciclos pero podrá fallar por fugas durante los 12 000 últimos ciclos. Todas las botellas que superen esta prueba serán destruidas.

A.18. **Ensayo de fluencia a alta temperatura**

Este ensayo es necesario para todos los diseños del tipo GNC-4 y para todos los diseños del tipo GNC-2 y GNC-3 en los que la temperatura de transición vítrea de la matriz de resina no supere la temperatura máxima de diseño del material indicada en el apartado 4.4.2. del anexo 3 en 20 °C como mínimo.

Una botella terminada se probará de la manera siguiente:

a) La botella se someterá a una presión de 26 MPa y se mantendrá a una temperatura de 100 °C durante un mínimo de 200 horas.

b) Después del ensayo, la botella cumplirá los requisitos del ensayo de dilatación hidrostática según A.11, el ensayo de fugas según A.10 y el ensayo de rotura según A.12.

A.19. **Ensayo acelerado de rotura por esfuerzos**

Sólo para los diseños de los tipos GNC-2, GNC-3 y GNC-4, una botella sin revestimiento protector se someterá a una presión hidrostática de 26 MPa estando sumergida en agua a 65 °C. La botella se mantendrá a esta presión y temperatura durante 1 000 horas. La botella se someterá entonces a presión hasta la rotura de acuerdo con el procedimiento definido en el apartado A.12, con la excepción de que la presión de rotura será superior al 85 % de la presión de rotura mínima de diseño.

A.20. **Prueba de daños por impacto**

Una o más botellas terminadas se someterá a ensayo de caída a temperatura ambiente sin presión interna y sin válvulas conectadas. La superficie sobre la que se dejarán caer las botellas será una losa o piso de hormigón horizontal liso. Una botella se dejará caer en posición horizontal con la parte inferior 1,8 m por encima de la superficie sobre la que se deje caer. Una botella se dejará caer verticalmente sobre cada extremo a una altura suficiente sobre el piso o losa para que la energía potencial sea de 488 J, pero en ningún caso la altura del extremo inferior será superior a 1,8 m. Una botella se dejará caer a un ángulo de 45° sobre una cúpula desde una altura tal que el centro de gravedad esté a 1,8 m. Sin embargo, si el extremo inferior dista del suelo menos de 0,6 m, el ángulo de caída se cambiará para mantener una altura mínima del extremo de 0,6 m, y del centro de gravedad de 1,8 m.

Después del impacto de la caída, las botellas se someterán a ciclos de presión de un máximo de 2 MPa a un mínimo de 26 MPa, 1 000 veces la vida útil especificada en años. Las botellas podrán presentar fugas pero no rotura durante el ensayo cíclico. Todas las botellas sometidas a ensayos cíclicos serán destruidas.

A.21. **Ensayo de permeabilidad**

Esta prueba sólo es necesaria para los diseños del tipo GNC-4. Una botella determinada se llenará con gas natural comprimido o una mezcla de 90 % de nitrógeno y 10 % de helio hasta la presión de trabajo y se colocará en una cámara estanca a temperatura ambiente vigilándose la presencia de fugas durante un tiempo suficiente para establecer la tasa de permeabilidad en condiciones permanentes. La tasa de permeabilidad será inferior a 0,25 ml de gas natural o helio por hora y por litro de capacidad de agua de la botella.

A.22. **Propiedades de resistencia a la tracción de los plásticos**

El límite elástico y el alargamiento a la rotura del material de las camisas de plástico se determinará a – 50 °C según ISO 3628, y cumplirán los requisitos del apartado 6.3.6. del anexo 3.

A.23. **Temperatura de fusión de los plásticos**

Los materiales poliméricos de camisas terminadas se someterán a ensayo de acuerdo con el método descrito en ISO 306, y cumplirán los requisitos del apartado 6.3.6. del anexo 3.

A.24. **Requisitos de los dispositivos limitadores de presión**

Se demostrará la compatibilidad de los dispositivos limitadores de presión con las condiciones de servicio indicadas en el apartado 4 del anexo 3 por medio de los siguientes ensayos de calificación:

a) Se mantendrá una muestra a una temperatura controlada no inferior a 95 °C y a una presión no inferior a la presión de prueba (30 MPa) durante 24 horas. Al final de este ensayo no se observarán fugas ni indicios visibles de extrusión de cualquier material fusible utilizado en el diseño.

b) Una muestra se someterá a ensayos de fatiga mediante ciclos de presión a una frecuencia no superior a 4 ciclos por minuto de la forma siguiente:

   i) mantenida a 82 °C mientras se aplican 10 000 ciclos de presión entre 2 MPa y 26 MPa;

   ii) mantenida a – 40 °C mientras se aplican 10 000 ciclos de presión entre 2 MPa y 20 MPa.

   Al final de este ensayo no se observarán fugas ni indicios visibles de extrusión de cualquier material fusible utilizado en el diseño.

c) Los componentes expuestos de retención de presión de latón de los dispositivos limitadores de presión soportarán sin agrietamiento por corrosión bajo esfuerzos un ensayo de nitrato mercurioso según se describe en ASTM B154. El dispositivo limitador de presión se sumergirá durante 30 minutos en una solución acuosa de nitrato mercurioso que contenga 10 g de nitrato mercurioso y 10 ml de ácido nítrico por litro de solución. Después de la inmersión, el dispositivo limitador de presión se someterá a ensayo de fugas aplicando una presión aerostática de 26 MPa durante un minuto en cuyo período se comprobará el componente para ver si existen fugas externas. Cualquier fuga existente no será superior a 200 cm^3/h.

d) Los componentes expuestos de retención de presión de acero inoxidable de los dispositivos limitadores de presión se fabricarán con una aleación resistente a la corrosión por tensofisuración inducida por cloruros.

A.25. **Ensayo de par del saliente**

El cuerpo de la botella se sujetará para que no pueda girar y se aplicará un par de 500 Nm a cada uno de los salientes extremos de la botella, primero en el sentido de apriete de una conexión roscada, luego en sentido contrario y finalmente otra vez en el sentido de apriete.

A.26. **Resistencia al cizallamiento de las resinas**

Los materiales de resina se someterán a ensayo en una muestra representativa de la envolvente de material compuesto de acuerdo con ASTM D2344, o una norma nacional equivalente. Después de hervido en agua durante 24 horas, el material compuesto tendrá una resistencia mínima al cizallamiento de 13,8 MPa.

A.27. **Ensayo de ciclos de presión con gas natural**

Una botella terminada se someterá a ciclos de presión con gas natural comprimido desde menos de 2 MPa hasta la presión de trabajo durante 300 ciclos. Cada ciclo, consistente en el llenado y vaciado de la botella, no durará más de una hora. La botella se someterá a un ensayo de fugas de acuerdo con el apartado A.10 anterior y cumplirá los requisitos correspondientes. Terminado el ensayo cíclica con gas natural, la botella se seccionará y se inspeccionará la zona de transición entre la camisa y el saliente del extremo para ver si existe algún deterioro, como agrietamiento por fatiga o descarga electrostática.

Nota: Se tendrá especialmente en cuenta la seguridad durante la realización de este ensayo. Antes de realizarlo, las botellas de este diseño deberán haber superado los requisitos de ensayo del apartado A.12 (ensayo de rotura por presión hidrostática), apartado 8.6.3 del anexo 3 (ensayo de ciclos de presión a temperatura ambiente) y apartado A.21 (ensayo de permeabilidad). Antes de realizar este ensayo, las botellas que vayan a someterse al mismo deberán superar los requisitos de ensayo del apartado A.10 (ensayo de fugas).

A.28. **Requisitos de los dispositivos de válvula manual**

Una muestra se someterá a ensayos de fatiga mediante ciclos de presión a una frecuencia no superior a 4 ciclos por minuto de la forma siguiente:

i) se la mantendrá a 20 °C mientras se aplican 2 000 ciclos de presión entre 2 MPa y 26 MPa.

Apéndice B

(No asignado)

Apéndice C

(No asignado)

Apéndice D

FORMULARIOS PARA LOS INFORMES

Nota: Este apéndice no es una parte obligatoria de este anexo. Deben utilizarse los formularios siguientes:

(1) Informe del fabricante y certificado de conformidad — Se requiere que sea claro, legible y que se presente en el formato del Formulario 1.

(2) Informe [1] de análisis químico de materiales para botellas, camisas o salientes metálicos — Elementos esenciales necesarios, identificación, etc.

(3) Informe [1] de propiedades mecánicas de materiales para botellas y camisas metálicas — Se requiere que informe de todos los ensayos exigidos por el presente Reglamento.

(4) Informe [1] de propiedades físicas y mecánicas de materiales para botellas no metálicas — Se requiere que informe de todos los ensayos y datos exigidos por el presente Reglamento.

(5) Informe [1] de análisis de materiales compuestos — Se requiere que informe de todos los ensayos y datos exigidos por el presente Reglamento.

(6) Informe de ensayos hidrostáticos, ensayo de ciclos periódicos de presión y de ensayo de rotura -Se requiere que informe de todos los ensayos y datos exigidos por el presente Reglamento.

[1] El fabricante desarrollará los formularios de informe 2 a 6, que identificarán totalmente las botellas y los requisitos. Cada informe estará firmado por la autoridad competente y por el fabricante.

Formulario 1

INFORME DEL FABRICANTE Y CERTIFICADO DE CONFORMIDAD

Fabricado por: .....

Dirección: .....

Número de registro reglamentario: .....

Marca y número del fabricante: .....

Número de serie: de ..... hasta ..... inclusive

Descripción de la botella: .....

Tamaño: ..... diámetro exterior: ..... mm; Longitud: ..... mm;

Las marcas troqueladas en la espalda o en las etiquetas de la botella son:

a) «SÓLO GNC»: .....

b) «NO UTILIZAR DESPUÉS DE»: .....

c) Marca del fabricante: .....

d) Número de serie y de pieza: .....

e) Presión de trabajo en MPa: .....

f) Reglamento CEPE: .....

g) Tipo de protección contra incendios: .....

h) Fecha del ensayo original (mes y año): .....

i) Masa de la botella vacía (en kg): .....

j) Marca del organismo o inspectores autorizados: .....

k) Capacidad de agua en l: .....

l) Presión de ensayo en MPa: .....

m) Instrucciones especiales: .....

Todas las botellas se han fabricado cumpliendo todos los requisitos del Reglamento CEPE nº … de acuerdo con la descripción anterior de la botella. Se adjuntan los informes de los resultados de los ensayos.

Certifico por este documento que todos estos resultados de pruebas han sido satisfactorios en todos los aspectos, cumpliendo los requisitos del tipo indicado anteriormente: .....

Comentarios: .....

Autoridad competente: .....

Firma de los inspectores: .....

Firma del fabricante: .....

Lugar, fecha: .....

Apéndice E

VERIFICACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE ESFUERZO CON CALIBRES EXTENSOMÉTRICOS

1. La relación esfuerzo-deformación para fibras es siempre elástica y por tanto los coeficientes de esfuerzo y los coeficientes de deformación son iguales.

2. Es necesario utilizar calibres extensométricos de gran alargamiento.

3. Los calibres extensométricos deben orientarse en la dirección de las fibras sobre las que están montados (es decir, con fibras en anillo en el exterior de la botella, los calibres deben montarse en la dirección del anillo).

4. Método 1 (aplicable a botellas que no usan arrollamiento con alta tensión)

   a) Antes del autozunchado, aplicar y calibrar los calibres extensométricos.

   b) Medir que se han respetado las deformaciones al producirse el autozunchado, a presión cero después del autozunchado, a la presión de trabajo y a la presión mínima de rotura.

   c) Confirmar que la deformación a la presión de rotura dividida por la deformación a la presión de trabajo cumple los requisitos de relación de esfuerzos. En caso de construcción híbrida, la deformación a la presión de trabajo se comparará con la deformación a la rotura de las botellas reforzadas con un solo tipo de fibra.

5. Método 2 (aplicable a todas las botellas)

   a) A presión cero después del arrollamiento y autozunchado, aplicar y calibrar calibres extensométricos.

   b) Medir las deformaciones a presión cero, de trabajo, y mínima de rotura.

   c) A presión cero, después de hechas las medidas de la deformación a las presiones de trabajo y mínima de rotura, y mientras se vigilan los calibres extensométricos, cortar la sección de la botella de manera que la zona que contenga el calibre extensométrico tenga una longitud aproximada de 5 pulgadas. Quitar la camisa sin dañar el material compuesto. Medir las deformaciones después de quitar la camisa.

   d) Ajustar las lecturas del calibre a las presiones cero, de trabajo y mínima de rotura, en función de la deformación medida a presión cero con y sin la camisa.

   e) Confirmar que la deformación a la presión de rotura dividida por la deformación a la presión de trabajo cumple los requisitos de relación de esfuerzos. En caso de construcción híbrida la deformación a la presión de trabajo se comparará con la deformación a la rotura de botellas reforzadas con un solo tipo de fibra.

Apéndice F

MÉTODOS PARA DETERMINAR EL COMPORTAMIENTO DE FRACTURA

F.1. **Determinación de los puntos sensibles a la fatiga**

La posición y orientación del fallo por fatiga en botellas se determinará mediante análisis de esfuerzos adecuado o mediante ensayos de fatiga a plena escala en botellas terminadas, según lo requerido por los ensayos de calificación del diseño para cada tipo de diseño. Si se utiliza análisis de esfuerzos por elementos finitos, se identificará el punto sensible a la fatiga sobre la base de la posición y orientación de la mayor concentración de esfuerzo principal de tracción en la pared de la botella o camisa a la presión de trabajo.

F.2. **Fugas antes de la rotura (LBB)**

F.2.1. Evaluación crítica de ingeniería:

Este análisis podrá realizarse para establecer que la botella terminada presentará fugas en el caso de un defecto en la botella o camisa que crezca hasta convertirse en una grieta a través de la pared. La evaluación de las fugas antes de la rotura se realizará en la pared lateral de la botella. Si el punto sensible a la fatiga está fuera de la pared lateral, se hará también una evaluación de fugas antes de la rotura en ese punto utilizando un planteamiento de nivel II según se describe en BS PD6493. La evaluación incluirá los siguientes pasos:

a) Medir la longitud máxima (es decir, el eje mayor) de la grieta superficial a través de la pared resultante (normalmente de forma elíptica) en tres botellas probadas cíclicamente en el marco de los ensayos de calificación del diseño (según los apartados A.13 a A.14 del apéndice A) para cada tipo de diseño. Utilizar en el análisis la longitud de grieta mayor de las tres botellas. Crear un modelo de grieta 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 apartado F.1 del apéndice F. La grieta estará orientada de manera que el esfuerzo principal de tracción más alto determine la grieta.

b) Para la evaluación, se utilizarán los niveles de esfuerzo en la pared/camisa a 26 MPa obtenidos del análisis de esfuerzos indicado en el apartado 6.6 del anexo 3. Se calcularán las fuerzas apropiadas determinantes de la grieta utilizando la sección 9.2 o 9.3 de la norma BS PD6493.

c) La tenacidad a la fractura de la botella terminada o de la camisa de una botella terminada, según lo determinado a temperatura ambiente para aluminio y a – 40 °C para acero, se establecerá utilizando una técnica de ensayo normalizada (ISO/DIS 12737 o ASTM 813-89 o BS 7448) de acuerdo con las secciones 8.4 y 8.5 de BS PD6493.

d) La relación de aplastamiento plástico se calculará de acuerdo con la sección 9.4 de BS PD6493-91.

e) La grieta modelada será aceptable con arreglo a lo establecido en la sección 11.2 de BS PD6493-91.

F.2.2. LBB por rotura de botella con defectos

Se realizará un ensayo de fractura en la pared lateral de la botella. Si los puntos sensibles a la fatiga determinados según el apartado F.1. (apéndice F) están fuera de la pared lateral, el ensayo de fractura también se realizará en dichos puntos. El procedimiento de ensayo será el siguiente:

a) Determinación de la longitud del defecto con fugas antes de la rotura

La longitud del defecto con fugas antes de la rotura (LBB) en el punto sensible a la fatiga será el doble de la longitud máxima medida de la grieta superficial resultante a través de la pared de tres botellas probadas cíclicamente hasta la rotura en el marco de los ensayos de validación de diseño para cada tipo de diseño.

b) Defectos en las botellas

Para diseños tipo GNC-1 cuyo punto sensible a la fatiga se encuentre en la parte cilíndrica en dirección axial, los defectos externos se mecanizarán longitudinalmente, aproximadamente a la mitad de la longitud de la parte cilíndrica de la botella. Los defectos deberán encontrarse en los puntos de espesor mínimo de la pared de la sección media tomando como base las medidas de espesor en cuatro puntos alrededor de la botella. Para diseños del tipo GNC-1 con punto sensible a la fatiga fuera de la parte cilíndrica, el defecto de LBB se introducirá en la superficie interna de la botella siguiendo la orientación sensible a la fatiga. Para diseños del tipo GNC-2 y GNC-3, el defecto de LBB se introducirá en la camisa metálica.

Para defectos que deben someterse a ensayo mediante presión monótona, la fresa de defectos tendrá un espesor aproximado de 12,5 mm con un ángulo de 45 °C y un radio en la punta de 0,25 mm como máximo. El diámetro de la fresa será de 50 mm para botellas con diámetro exterior inferior a 140 mm, y se 65 a 80 mm para botellas con diámetro exterior superior a 140 mm (se recomienda una fresa estándar CVN).

Nota: La fresa deberá afilarse periódicamente para asegurar que el radio de la punta cumple la especificación. La profundidad del defecto podrá ajustarse para obtener una fuga aplicando presión hidráulica monótona. La grieta no se propagará más de un 10 % más allá del defecto mecanizado medido en la superficie externa.

c) Procedimiento de ensayo

El ensayo se realizará mediante presurización monótona o presurización cíclica según se describe a continuación:

i) Presurización monótona hasta la rotura

Se aplicará presión hidrostática a la botella hasta que ésta pierda presión en la posición del defecto. La presurización se realizará según se describe en el apartado A.12 (apéndice A).

ii) Presión cíclica

El procedimiento de ensayo estará de acuerdo con los requisitos del apartado A.13 del apéndice A.

d) Criterios de aceptación para ensayos de botellas con defectos

Se considerará que la botella ha superado la prueba si se cumplen las siguientes condiciones:

i) Para el ensayo de presurización monótona hasta la rotura, la presión de fallo será igual o superior a 26 MPa.

Para el ensayo de presurización monótona hasta la rotura, se permite que la longitud total de la grieta medida en la superficie externa sea 1,1 veces la longitud mecanizada original.

ii) Para botellas sometidas al ensayo de ciclos, se permite el crecimiento de la grieta por fatiga más allá de la longitud original del defecto mecanizado. Sin embargo, el tipo de fallo tendrá que ser una «fuga». La propagación del defecto por fatiga deberá ocurrir al menos en el 90 % de la longitud del defecto original mecanizado.

Nota: Si no se cumplen estos requisitos (si el fallo se produce por debajo de 36 MPa y si el fallo es una fuga), se realizará un nuevo ensayo con un defecto menos profundo. Además, si el fallo por rotura se produce a una presión superior a 26 MPa y la profundidad del defecto es pequeña, podrá realizarse un nuevo ensayo con un defecto más profundo.

F.3. **Tamaño de los defectos para ensayo no destructivo (END)**

F.3.1. Tamaño de defectos por END por evaluación crítica de ingeniería

Se realizarán cálculos según BS PD 6493, sección 3, según los pasos siguientes:

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 MPa y 20 MPa, se establecerá a partir del análisis de esfuerzos descrito en el apartado F.1 del apéndice F.

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 pruebas realizadas con 3 muestras. Si hay disponibles datos específicos de propagación de grietas por fatiga para el material y condiciones de servicio, podrán utilizarse en la evaluación.

f) La magnitud del crecimiento de la grieta en la dirección del espesor y en la de la longitud por ciclo de presión se determinará de acuerdo con los pasos indicados en la sección 14.2 de la norma BS PD 6493-91 integrando la relación entre la velocidad de propagación de la grieta por fatiga, según lo establecido anteriormente en e), y el intervalo de fuerzas determinantes de la grieta correspondientes al ciclo de presión aplicado.

g) Mediante los pasos anteriores, se calculará la longitud y profundidad máximas admisibles del defecto que no darán lugar al fallo de la botella durante la vida de diseño debido a fatiga o rotura. El tamaño de los defectos para END será igual o inferior al tamaño máximo calculado de los defectos admisibles para el diseño en cuestión.

F.3.2. Tamaño de los defectos para END en caso de ciclos de botellas con defectos

Para diseños de los tipos GNC-1, GNC-2 y GNC-3, tres botellas que contengan defectos artificiales que superen la capacidad de detección de longitud y profundidad de defectos del método de inspección por END requerido en el apartado 6.15. del anexo 3, se someterán a ciclos de presión hasta el fallo de acuerdo con el método de ensayo del apartado A.13 (apéndice A). Para diseños del tipo GNC-1 con punto sensible a la fatiga en la parte cilíndrica, se introducirán defectos externos en la pared lateral. Para diseños del tipo GNC-1 con puntos sensibles a la fatiga fuera de la pared exterior y para diseños del tipo GNC-2 y GNC-3, se introducirán defectos internos. Los defectos internos podrán mecanizarse antes del tratamiento térmico y cierre del extremo de la botella.

Las botellas no presentarán fugas ni se romperán en menos de 15 000 ciclos. El tamaño admisible de defectos para END será igual o inferior al tamaño del defecto artificial en dicho punto.

Apéndice G

INSTRUCCIONES DEL FABRICANTE RELATIVAS A LA MANIPULACIÓN, USO E INSPECCIÓN DE LAS BOTELLAS.

G.1. **Generalidades**

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

G.2. **Distribución**

El fabricante comunicará al comprador que se facilitarán instrucciones a todas las partes que intervengan en la distribución, manipulación, instalación y uso de botellas. El documento podrá reproducirse para obtener suficiente número de copias para este fin, pero se marcará haciendo referencia a las botellas que se estén suministrando.

G.3. **Referencias a códigos, normas y reglamentos existentes**

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

G.4. **Manipulación de botellas**

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

G.5. **Instalación**

Se facilitarán instrucciones de instalación para asegurar que las botellas no sufran daños inaceptables durante la instalación y durante el funcionamiento normal a lo largo de la vida útil prevista.

Si el fabricante especifica el montaje, las instrucciones contendrán, cuando proceda, datos como el diseño del montaje, uso de materiales de junta flexibles, pares de apriete adecuados y necesidad de evitar la exposición directa de la botella a un ambiente de contactos químicos y mecánicos.

Si el fabricante no especifica el montaje, llamará la atención del comprador hacia posibles efectos a largo plazo del sistema de montaje en el vehículo, por ejemplo, movimientos de la carrocería del vehículo y dilatación/contracción de la botella en las condiciones de servicio de presión y temperatura.

Cuando proceda, se llamará la atención del comprador sobre la necesidad de hacer la instalación de manera que no puedan acumularse líquidos o sólidos que puedan causar daños al material de la botella.

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

G.6. **Uso de botellas**

El fabricante llamará la atención del comprador sobre las condiciones de servicio previstas que se especifican en el presente Reglamento y, en especial, sobre el número admisible de ciclos de presión, la vida en años, los límites de calidad del gas y las presiones máximas admisibles de la botella.

G.7. **Inspección en servicio**

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

Apéndice H

ENSAYO AMBIENTAL

H.1. **Ámbito de aplicación**

Con el ensayo ambiental se pretende demostrar que las botellas de VGN (vehículos de gas natural) pueden soportar la exposición al ambiente existente en los bajos de vehículos de automoción y la exposición ocasional a otros fluidos. Esta prueba fue desarrollada por la industria de automoción americana respondiendo a fallos de botellas iniciados por corrosión por tensofisuración de la envolvente de material compuesto.

H.2. **Resumen del método de ensayo**

En primer lugar, se 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 la prueba de inmersión si se pintan o revisten antes de la instalación en el vehículo.

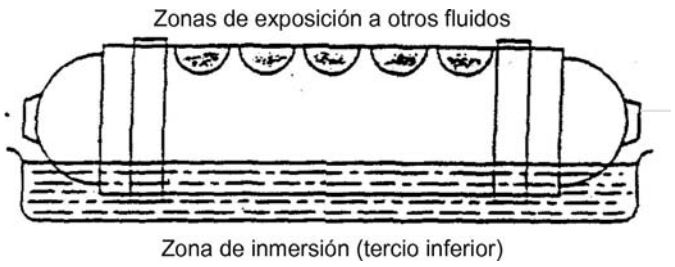
Las botellas se someterán a ensayo horizontalmente y dividiéndolas nominalmente a lo largo de su eje horizontal en secciones «superior» e «inferior». La sección inferior de la botella se sumergirá alternativamente en un entorno de sal de carreteras/lluvia ácida y en aire caliente o frío.

La sección superior se dividirá en 5 zonas distintas y se marcará para 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



H.4. **Dispositivos de preacondicionamiento**

Se necesitarán los siguientes dispositivos para el preacondicionamiento de la botella de ensayo por impacto de péndulo y grava.

a) Impacto de péndulo

El cuerpo de impacto será de acero y tendrá la forma de una pirámide cuyas caras sean triángulos equiláteros y su base un cuadrado, con el vértice y los lados redondeados a un radio de 3 mm. El centro de percusión del péndulo coincidirá con el centro de gravedad de la pirámide; su distancia desde el eje de giro del péndulo será de 1 m. La masa total del péndulo referida a su centro de percusión será de 15 kg. La energía del péndulo en el momento de impacto no será inferior a 30 Nm y será tan cercana a este valor como sea posible.

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

b) Impacto de grava

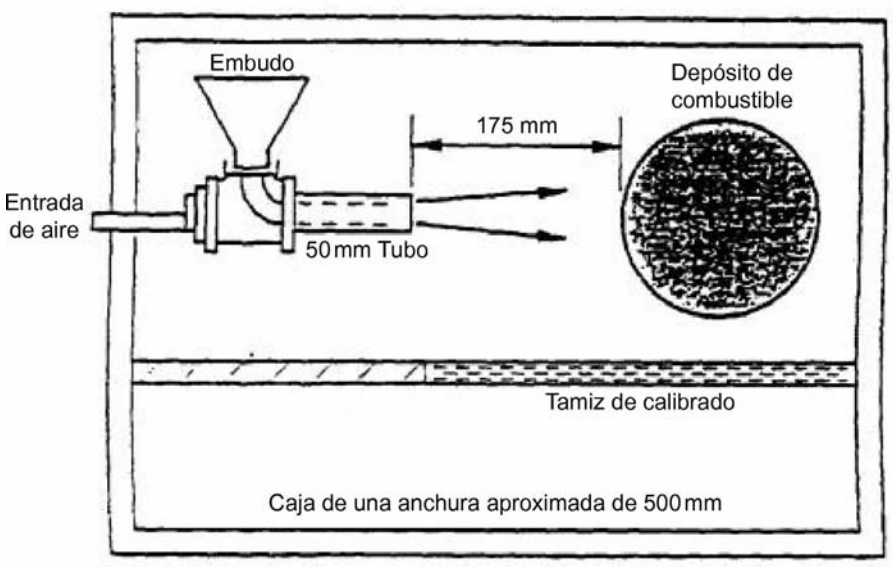
La máquina se construirá de acuerdo con las especificaciones de diseño que se muestran en la figura H.2. El procedimiento para el funcionamiento del equipo estará de acuerdo con el descrito en ASTM D3170, Método de ensayo estándar para resistencia a melladuras de revestimientos, con la excepción de que la botella podrá estar a temperatura ambiente durante los impactos de la grava.

c) Grava

Grava aluvial de carreteras que pase a través de un tamiz de 16 mm de abertura y sea retenida por un tamiz de 9,5 mm de abertura. Cada aplicación consistirá en 550 ml de grava tamizada (aproximadamente, de 250 a 300 piedras).

Figura H.2

Ensayo de impacto de grava



H.5. **Ambientes de exposición**

a) Ambiente de inmersión

En la fase especificada de la secuencia de pruebas (cuadro 1) la botella se orientará horizontalmente con el tercio inferior del diámetro de la botella sumergido en lluvia ácida/solución acuosa de sal de carretera simulada. La solución contendrá los siguientes componentes:

Agua desionizada;	
Cloruro sódico	2,5 % en peso ± 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 las pruebas en que se utilice este líquido.

La temperatura del baño será 21 ± 5 °C. Durante la inmersión, la sección no sumergida de la botella estará en aire ambiente.

b) Exposición a otros fluidos

En la fase apropiada de la secuencia de ensayo (cuadro 1) cada una de las zonas marcadas se expondrá a una de las cinco soluciones durante 30 minutos. Se utilizará el mismo ambiente para cada posición a lo largo del ensayo. The solutions are:

Ácido sulfúrico:	solución en agua al 19 % en volumen;
Hidróxido sódico:	solución en agua al 25 % en peso;
Metanol/gasolina:	concentraciones del 30/70 %;
Nitrato amónico:	solución en agua al 28 % en peso;
Líquido de lavado del parabrisas.	

Durante la exposición, la muestra se orientará con la zona expuesta en posición superior. Una almohadilla de lana de vidrio del espesor de una capa (unos 0,5 mm) y recortada a las dimensiones adecuadas se colocará sobre la zona de exposición. Con una pipeta se aplicarán 5 ml del líquido de ensayo a la zona expuesta. Se retirará la almohadilla después de presurizar la botella durante 30 minutos.

H.6. **Condiciones del ensayo**

a) Ciclo de presión

Según lo definido en la secuencia de ensayo, la botella se someterá a ciclos de presión hidráulica entre un máximo de 2 MPa y un mínimo de 26 MPa. El ciclo total no durará menos de 66 s e incluirá un tiempo mínimo de retención de 60 s a 26 MPa. El proceso del ciclo nominal será el siguiente:

Incremento desde ≤ 2 MPa hasta ≥ 26 MPa.

Mantenimiento a ≥ 26 MPa durante 60 s como mínimo.

Incremento desde ≥ 26 MPa hasta ≤ 2 MPa.

El tiempo total mínimo del ciclo será de 66 s.

b) Presión durante la exposición a otros fluidos

Tras la aplicación de otros fluidos, la botella se someterá a una presión no inferior a 26 MPa durante no menos de 30 minutos.

c) Exposición a temperaturas altas y bajas

Según lo definido en la secuencia de ensayo, la botella completa se expondrá al aire a temperatura alta o baja en contacto con la superficie exterior. El aire a temperatura baja estará a – 40 °C o menos y el aire a temperatura alta estará a 82 °C ± 5 °C. Para la exposición a baja temperatura, la temperatura del fluido de las botellas del tipo GNC-1 se vigilará utilizando un termopar instalado dentro de la botella para asegurar que permanece a – 40 °C o por debajo.

H.7. **Procedimiento de ensayo**

a) Preacondicionamiento de la botella.

Cada una de las cinco zonas marcadas para exposición a otro fluido y la sección superior de la botella se 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 apartado A.12. La presión de rotura de la botella no será inferior al 85 % de la presión de rotura mínima de diseño.

Cuadro H.1

Condiciones y secuencia de ensayo

Etapas del ensayo	Ambientes de exposición	Número de ciclos de presión	Temperatura
1	Otros fluidos	—	Ambiente
2	Inmersión	1 875	Ambiente
3	Aire	1 875	Alta
4	Otros fluidos	—	Ambiente
5	Inmersión	1 875	Ambiente
6	Aire	3 750	Baja
7	Otros fluidos	—	Ambiente
8	Inmersión	1 875	Ambiente
9	Aire	1 875	Alta
10	Otros fluidos	—	Ambiente
11	Inmersión	1 875	Ambiente

ANEXO 4A

DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DE LA VÁLVULA AUTOMÁTICA, VÁLVULA DE RETENCIÓN, VÁLVULA LIMITADORA DE PRESIÓN, DISPOSITIVO LIMITADOR DE PRESIÓN Y VÁLVULA LIMITADORA DE CAUDAL

1. El objeto de este anexo es determinar las disposiciones relativas a la homologación de la válvula automática, válvula de retención, válvula limitadora de presión, dispositivo limitador de presión y válvula limitadora de caudal

2. VÁLVULA AUTOMÁTICA

2.1. Los materiales de la válvula automática en contacto con el GNC durante el funcionamiento serán compatibles con el GNC de ensayo. Con objeto de verificar esta compatibilidad se utilizará el procedimiento descrito en el anexo 5D.

2.2. **Especificaciones de funcionamiento**

2.2.1. La válvula automática se diseñará de tal manera que soporte una presión 1,5 veces la presión de trabajo (MPa) sin fugas ni deformaciones.

2.2.2. La válvula automática se diseñará de tal manera que sea estanca a una presión de 1,5 veces la presión de trabajo (MPa) (ver anexo 5B).

2.2.3. La válvula automática, en la posición normal de uso especificada por el fabricante, se someterá a 20 000 operaciones y luego se desactivará. La válvula automática seguirá siendo estanca a una presión de 1,5 la presión de trabajo (MPa) (ver anexo 5B).

2.2.4. La válvula automática se diseñará para funcionar a las temperaturas especificadas en el anexo 5O.

2.3. El sistema eléctrico, si existe, estará aislado del cuerpo de la válvula automática. La resistencia del aislamiento será > 10 MΩ.

2.4. La válvula automática activada por una corriente eléctrica quedará en posición cerrada cuando se interrumpa la corriente.

2.5. La válvula automática cumplirá los procedimientos de prueba para los componentes de clase determinados de acuerdo con el esquema de la figura 1-1 del apartado 2 del presente Reglamento.

3. VÁLVULA DE RETENCIÓN

3.1. Los materiales de la válvula de retención en contacto con el GNC durante el funcionamiento serán compatibles con el GNC de ensayo. Con objeto de verificar esta compatibilidad se utilizará el procedimiento descrito en el anexo 5D.

3.2. **Especificaciones de funcionamiento**

3.2.1. La válvula de retención se diseñará de tal manera que soporte una presión 1,5 veces la presión de trabajo (MPa) sin fugas ni deformaciones.

3.2.2. La válvula automática se diseñará de tal manera que sea estanca (hacia el exterior) a una presión de 1,5 veces la presión de trabajo (MPa) (véase el anexo 5B).

3.2.3. La válvula automática, en la posición normal de uso especificada por el fabricante, se someterá a 20 000 operaciones y luego se desactivará. La válvula automática seguirá siendo estanca (hacia el exterior) a una presión (de 1,5 la presión de trabajo (MPa) (véase el anexo 5B).

3.2.4. La válvula de retención se diseñará para funcionar a las temperaturas especificadas en el anexo 5O.

3.3. La válvula de retención cumplirá los procedimientos de prueba para los componentes de clase determinados de acuerdo con el esquema de la figura 1-1 del apartado 2 del presente Reglamento.

4. VÁLVULA LIMITADORA DE PRESIÓN Y DISPOSITIVO LIMITADOR DE PRESIÓN

4.1. Los materiales de la válvula limitadora de presión y del dispositivo limitador de presión en contacto con el GNC durante el funcionamiento serán compatibles con el GNC de ensayo. Con objeto de verificar esta compatibilidad, se utilizará el procedimiento descrito en el anexo 5D.

4.2. **Especificaciones de funcionamiento**

4.2.1. La válvula limitadora de presión y el dispositivo limitador de presión de clase 0 se diseñarán de manera que soporten una presión de 1,5 veces la presión de trabajo (MPa).

4.2.2. La válvula limitadora de presión y el dispositivo limitador de presión de clase 1, se diseñarán de manera que sean estancos a una presión de 1,5 veces la presión de trabajo (MPa) con la salida cerrada (véase el anexo 5B).

4.2.3. La válvula limitadora de presión de clase 1 y clase 2 se diseñará de tal manera que sea estanca a 2 veces la presión de trabajo con las salidas cerradas.

4.2.4. El dispositivo limitador de presión se diseñará de tal manera que se abra el fusible a una temperatura de 110 ± 10 °C.

4.2.5. La válvula limitadora de presión de clase 0 se diseñará de tal manera que pueda funcionar a temperaturas entre – 40 °C y 85 °C.

4.3. La válvula limitadora de presión y el dispositivo limitador de presión deberán cumplir los procedimientos de ensayo para los componentes de la clase determinada de acuerdo con el esquema de la figura 1-1 del apartado 2 del presente Reglamento.

5. VÁLVULA LIMITADORA DE CAUDAL

5.1. Los materiales de la válvula limitadora de caudal que estén en contacto con el GNC durante el funcionamiento serán compatibles con el GNC de ensayo. Con objeto de verificar esta compatibilidad, se utilizará el procedimiento descrito en el anexo 5D.

5.2. **Especificaciones de funcionamiento**

5.2.1. La válvula limitadora de caudal, si no está integrada en la botella, se diseñará para soportar una presión de 1,5 veces la presión de trabajo (MPa).

5.2.2. La válvula limitadora de caudal se diseñará de manera que sea estanca a una presión de 1,5 veces la presión de trabajo (MPa).

5.2.3. La válvula limitadora de caudal se diseñará para que pueda funcionar a las temperaturas especificadas en el anexo 5O.

5.3. La válvula limitadora de caudal se montará dentro del recipiente.

5.4. La válvula limitadora de caudal se diseñará con una derivación para permitir la igualación de las presiones.

5.5. La válvula limitadora de caudal se cerrará a una diferencia de presión a través de la válvula de 650 kPa.

5.6. Cuando la válvula limitadora de caudal esté en la posición de cierre, el caudal a través de la derivación no será superior a 0,05 m^3/min normalizado a una presión diferencial de 10 000 kPa.

5.7. El dispositivo deberá cumplir los procedimientos de ensayo para los componentes de clase especificados en el esquema de la figura 1-1 del apartado 2 del presente Reglamento, con la excepción de los relativos a la sobrepresión, las fugas externas, al ensayo de resistencia al calor seco y al envejecimiento por ozono.

6. VÁLVULA MANUAL

6.1. El dispositivo de válvula manual de clase 0 se diseñará de tal manera que soporte una presión 1,5 veces la presión de trabajo.

6.2. El dispositivo de válvula manual de clase 0 estará diseñado para funcionar a temperaturas comprendidas entre – 40 °C y 85 °C.

ANEXO 4B

DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DE TUBOS FLEXIBLES O MANGUERAS DE COMBUSTIBLE

ÁMBITO DE APLICACIÓN

El objeto del presente anexo es determinar las disposiciones relativas a la homologación de mangueras flexibles para uso con gnc.

El ámbito de aplicación del presente anexo incluye tres tipos de mangueras flexibles:

i) Mangueras de alta presión (clase 0);

ii) Mangueras de media presión (clase 1);

iii) Mangueras de baja presión (clase 2).

1. MANGUERAS DE ALTA PRESIÓN, CLASIFICACIÓN CLASE 0

1.1. **Especificaciones generales**

1.1.1. La manguera se diseñará para que pueda soportar una presión máxima de trabajo de 1,5 veces la presión de trabajo (MPa).

1.1.2. La manguera se diseñará de manera que soporte las temperaturas especificadas en el anexo 5O.

1.1.3. El diámetro interior estará de acuerdo con el cuadro 1 de la norma ISO 1307.

1.2. **Construcción de la manguera**

1.2.1. La manguera estará formada por un tubo de superficie interior lisa y una funda de material sintético adecuado, reforzada con una o más capas intermedias.

1.2.2. Las capas intermedias de refuerzo estarán protegidas por una funda contra la corrosión.

Si se utiliza material resistente a la corrosión para las capas intermedias de refuerzo (es decir, acero inoxidable), no será necesaria una funda.

1.2.3. El revestimiento y la funda serán lisos y estarán exentos de poros, orificios y elementos extraños.

Un orificio realizado intencionadamente en la funda no se considerará como una imperfección.

1.2.4. La funda deberá ser perforada intencionadamente para evitar la formación de burbujas.

1.2.5. Si la funda se perfora y la capa intermedia es de material no resistente a la corrosión, esta capa intermedia deberá protegerse contra la corrosión.

1.3. **Especificaciones y pruebas para el revestimiento**

1.3.1. Resistencia a la tracción y alargamiento para el material de caucho y para los elastómeros termoplásticos (TPE)

1.3.1.1. Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura según ISO 37. Resistencia a la tracción no inferior a 20 MPa y alargamiento a la rotura no inferior al 250 %.

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

i) medio: n-pentano

ii) temperatura: 23 °C (tolerancia según ISO 1817)

iii) periodo de inmersión: 72 horas.

Requisitos:

i) Cambio máximo en volumen: 20 %.

ii) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 25 %.

iii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 30 %.

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

1.3.1.3. Resistencia al envejecimiento según ISO 188 con las siguientes condiciones:

i) Temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = temperatura máxima de funcionamiento menos 10 °C).

ii) Período de exposición: 24 y 336 horas.

Después del envejecimiento, las probetas se acondicionarán a 23 °C y a una humedad relativa del 50 % durante un mínimo de 21 días antes de realizar el ensayo de resistencia a la tracción con arreglo al apartado 1.3.1.1.

Requisitos:

i) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 35 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con la resistencia a la tracción del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.

ii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 25 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con el alargamiento a la rotura del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.

1.3.2. Resistencia a la tracción y alargamiento específicos para material termoplástico

1.3.2.1. Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura según ISO 527-2 con las condiciones siguientes:

i) Tipo de probeta: 1 BA.

ii) Velocidad de tracción: 20 mm/min.

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

Requisitos:

i) Resistencia a la tracción no inferior a 20 MPa.

ii) Alargamiento a la rotura no inferior al 100 %.

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

i) Medio: n-pentano

ii) Temperatura: 23 °C (tolerancia según ISO 1817).

iii) Período de inmersión: 72 horas.

Requisitos:

i) Cambio máximo en volumen: 2 %.

ii) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 10 %.

iii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 10 %.

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

1.3.2.3. Resistencia al envejecimiento según ISO 188 con las siguientes condiciones:

i) Temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = temperatura máxima de funcionamiento menos 10 °C).

ii) Período de exposición: 24 y 336 horas.

Después del envejecimiento, las probetas se acondicionarán a 23 °C y a una humedad relativa del 50 % durante un mínimo de 21 días antes de realizar el ensayo de resistencia a la tracción con arreglo al apartado 1.3.2.1.

Requisitos:

i) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 35 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con la resistencia a la tracción del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.

ii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 25 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con el alargamiento a la rotura del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.

1.4. **Especificaciones y método de ensayo para la funda.**

1.4.1. Resistencia a la tracción y alargamiento para el material de caucho y para los elastómeros termoplásticos (TPE)

1.4.1.1. Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura según ISO 37. Resistencia a la tracción no inferior a 10 MPa y alargamiento a la rotura no inferior al 250 %.

1.4.1.2. Resistencia al n-hexano según ISO 1817 con las siguientes condiciones:

i) Medio: n-hexano.

ii) Temperatura: 23 °C (tolerancia según ISO 1817).

iii) Período de inmersión: 72 horas.

Requisitos:

i) Cambio máximo en volumen: 30 %.

ii) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 35 %.

iii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 35 %.

1.4.1.3. Resistencia al envejecimiento según ISO 188 con las siguientes condiciones:

i) Temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = temperatura máxima de funcionamiento menos 10 °C).

ii) Período de exposición: 24 y 336 horas.

Después del envejecimiento, las probetas se acondicionarán a 23 °C y a una humedad relativa del 50 % durante un mínimo de 21 días antes de realizar el ensayo de resistencia a la tracción con arreglo al apartado 1.4.1.1.

Requisitos:

i) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 35 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con la resistencia a la tracción del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.

ii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 25 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con el alargamiento a la rotura del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.

1.4.2. Resistencia a la tracción y alargamiento específicos para material termoplástico

1.4.2.1. Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura según ISO 527-2 con las condiciones siguientes:

i) Tipo de probeta: 1 BA.

ii) Velocidad de tracción: 20 mm/min.

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

Requisitos:

i) Resistencia a la tracción no inferior a 20 MPa.

ii) Alargamiento a la rotura no inferior al 100 %.

1.4.2.2. Resistencia al n-hexano según ISO 1817 con las siguientes condiciones:

i) Medio: n-hexano.

ii) Temperatura: 23 °C (tolerancia según ISO 1817).

iii) Período de inmersión: 72 horas.

Requisitos:

i) Cambio máximo en volumen: 2 %.

ii) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 10 %.

iii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 10 %.

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

1.4.2.3. Resistencia al envejecimiento según ISO 188 con las siguientes condiciones:

i) Temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = temperatura máxima de funcionamiento menos 10 °C).

ii) Período de exposición: 24 y 336 horas.

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

Requisitos:

i) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 20 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con la resistencia a la tracción del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.

ii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 50 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con el alargamiento a la rotura del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.

1.4.3. Resistencia al ozono

1.4.3.1. El ensayo tiene que realizarse según la norma ISO 1431/1.

1.4.3.2. Las probetas, que deberán estirarse hasta un alargamiento del 20 %, se expondrán a aire a 40 °C con una concentración de ozono de 50 partes por 100 millones durante 120 horas.

1.4.3.3. No es admisible ningún agrietamiento de las probetas.

1.5. **Especificaciones para mangueras sin acoplar**

1.5.1. Estanquidad al gas (permeabilidad)

1.5.1.1. Se conectará una manguera con una longitud libre de 1 m a un recipiente relleno con propano líquido a una temperatura de 23° ± 2 °C.

1.5.1.2. El ensayo se realizará de acuerdo con el método descrito en la norma ISO 4080.

1.5.1.3. Las fugas a través de la pared de la manguera no serán superiores a 95 cm^3 por metro de manguera y por 24 h.

1.5.2. Resistencia a bajas temperaturas

1.5.2.1. El ensayo se realizará siguiendo el método descrito en la norma ISO 4672-1978, método B.

1.5.2.2. Temperatura de ensayo: – 40 °C ± 3 °C

o – 20 °C ± 3 °C, en su caso.

1.5.2.3. No es admisible ninguna grieta por rotura.

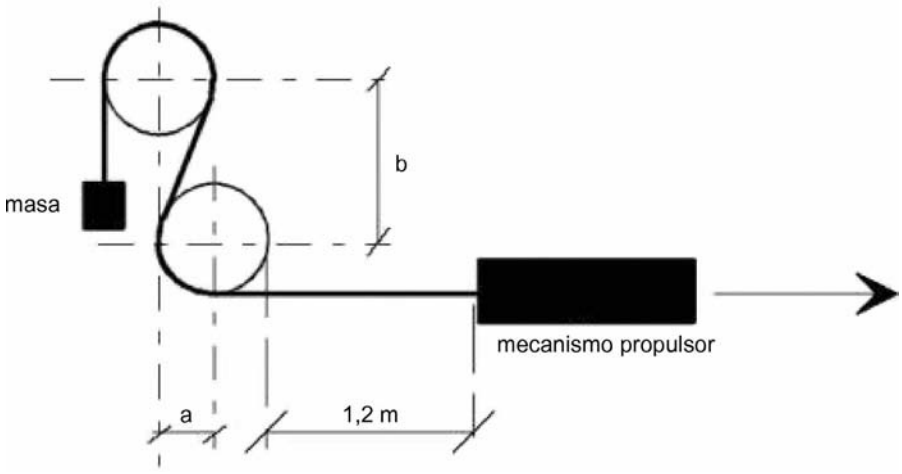
1.5.3. Ensayo de flexión

1.5.3.1. Una manguera vacía con una longitud aproximada de 3,5 m deberá soportar 3 000 veces la prueba de doblado alternativo descrita a continuación sin romperse. Después del ensayo, la manguera deberá ser capaz de resistir la presión indicada en el apartado 1.5.4.2. El ensayo se realizará en la manguera nueva y en la manguera después de envejecimiento, conforme a la norma ISO 188, con arreglo al apartado 1.4.2.3, y, después, conforme a la norma ISO 1817, con arreglo al apartado 1.4.2.2.

1.5.3.2.

Figura 1

(sólo como ejemplo)



Diámetro interior de la manguera [mm]	Radio de doblado [mm] (Figura 1)	Distancia entre centros [mm] (Figura 1)	
		Vertical b	Horizontal a
Hasta 13	102	241	102
De 13 a 16	153	356	153
De 16 a 20	178	419	178

1.5.3.3. La máquina de ensayo (figura 1) constará de un marco de acero provisto de dos ruedas de madera con una anchura del borde aproximada de 130 mm.

La circunferencia de las ruedas estará ranurada para servir de guía a la manguera.

El radio de las ruedas, medido en el fondo de la ranura, será el indicado en el apartado 1.5.3.2.

Los planos medios longitudinales de ambas ruedas estarán en el mismo plano vertical, y la distancia entre los centros de las ruedas será la indicada en el apartado 1.5.3.2.

Ambas ruedas girarán libremente alrededor de su centro de giro.

Un mecanismo de propulsión tirará de la manguera sobre las ruedas a una velocidad de 4 movimientos completos por minuto.

1.5.3.4. La manguera instalada sobre las ruedas tendrá forma de S (véase la figura 1).

El extremo que pase sobre la rueda superior tendrá suficiente masa para conseguir una completa adaptación de la manguera sobre las ruedas. La parte que pase por la rueda inferior estará fijada al mecanismo de propulsión.

Este mecanismo se ajustará de tal manera que la manguera recorra una distancia de 1,2 m en ambas direcciones.

1.5.4. Presión de ensayo hidráulico y designación de la presión mínima de rotura.

1.5.4.1. El ensayo se realizará de acuerdo con el método descrito en la norma ISO 1402.

1.5.4.2. Se aplicará una presión de ensayo de 1,5 veces la presión de trabajo (MPa) durante 10 minutos sin que se produzca ninguna fuga.

1.5.4.3. La presión de rotura no será inferior a 45 MPa.

1.6. **Acoplamientos**

1.6.1. Los acoplamientos serán de acero o latón y la superficie será resistente a la corrosión.

1.6.2. Los acoplamientos serán del tipo de fijación a presión.

1.6.2.1. La tuerca giratoria tendrá rosca U.N.F.

1.6.2.2. El cono de cierre de tuerca giratoria será del tipo de semiángulo vertical de 45°.

1.6.2.3. Los acoplamientos pueden ser de tuerca giratoria o de unión rápida.

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

1.7. **Montaje de manguera y acoplamientos**

1.7.1. La construcción de los acoplamientos se hará de tal manera que no sea necesario pelar la funda, a menos que el refuerzo de la funda sea de material resistente a la corrosión.

1.7.2. El conjunto de la manguera se someterá a un ensayo de impulsos según la norma ISO 1436.

1.7.2.1. El ensayo se realizará circulando aceite a una temperatura de 93 °C y a una presión mínima de 26 MPa.

1.7.2.2. La manguera se someterá a 150 000 impulsos.

1.7.2.3. Después del ensayo de impulsos, la manguera deberá soportar la presión de ensayo mencionada en el apartado 1.5.4.2.

1.7.3. Estanquidad al gas

1.7.3.1. El conjunto de la manguera (manguera con acoplamientos) deberá soportar durante 5 minutos una presión de gas de 1,5 veces la presión de trabajo (MPa) sin que se produzca ninguna fuga.

1.8. **Marcas**

1.8.1. Todas las mangueras llevarán, a distancias no superiores a 0,5 m las siguientes marcas de identificación claramente legibles e indelebles, formadas por caracteres, figuras o símbolos.

1.8.1.1. El nombre comercial o marca del fabricante.

1.8.1.2. El año y mes de fabricación.

1.8.1.3. La marca de tamaño y tipo.

1.8.1.4. La marca de identificación «GNC clase 0».

1.8.2. Todos los acoplamientos llevarán el nombre comercial o marca del fabricante que los haya montado.

2. MANGUERAS DE MEDIA PRESIÓN, CLASIFICACIÓN CLASE 1

2.1. **Especificaciones generales**

2.1.1. La manguera se diseñará para que soporte una presión máxima de trabajo 3 MPa.

2.1.2. La manguera se diseñará de manera que soporte las temperaturas especificadas en el anexo 5O.

2.1.3. El diámetro interior estará de acuerdo con el cuadro 1 de la norma ISO 1307.

2.2. **Construcción de la manguera**

2.2.1. La manguera estará formada por un tubo de superficie interior lisa y una funda de material sintético adecuado, reforzada con una o más capas intermedias.

2.2.2. Las capas intermedias de refuerzo estarán protegidas por una funda contra la corrosión.

Si se utiliza material resistente a la corrosión para las capas intermedias de refuerzo (es decir, acero inoxidable), no será necesaria una funda.

2.2.3. El revestimiento y la funda serán lisos y estarán exentos de poros, orificios y elementos extraños.

Un orificio realizado intencionadamente en la funda no se considerará como una imperfección.

2.3. **Especificaciones y pruebas para el revestimiento**

2.3.1. Resistencia a la tracción y alargamiento para el material de caucho y para los elastómeros termoplásticos (TPE)

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

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

i) Medio: n-pentano.

ii) Temperatura: 23 °C (tolerancia según ISO 1817).

iii) Período de inmersión: 72 horas.

Requisitos:

i) Cambio máximo en volumen: 20 %.

ii) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 25 %.

iii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 30 %.

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

2.3.1.3. Resistencia al envejecimiento según ISO 188 con las siguientes condiciones:

i) Temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = temperatura máxima de funcionamiento menos 10 °C).

ii) Período de exposición: 24 y 336 horas.

Después del envejecimiento, las probetas se acondicionarán a 23 °C y a una humedad relativa del 50 % durante un mínimo de 21 días antes de realizar el ensayo de resistencia a la tracción con arreglo al apartado 2.3.1.1.

Requisitos:

i) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 35 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con la resistencia a la tracción del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.

ii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 25 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con el alargamiento a la rotura del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.

2.3.2. Resistencia a la tracción y alargamiento específicos para material termoplástico

2.3.2.1. Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura según ISO 527-2 con las condiciones siguientes:

i) Tipo de probeta: 1 BA.

ii) Velocidad de tracción: 20 mm/min.

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

Requisito:

i) Resistencia a la tracción no inferior a 20 MPa.

ii) Alargamiento a la rotura no inferior al 100 %.

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

i) Medio: n-pentano

ii) Temperatura: 23 °C (tolerancia según ISO 1817).

iii) Período de inmersión: 72 horas.

Requisitos:

i) Cambio máximo en volumen: 2 %.

ii) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 10 %.

iii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 10 %.

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

2.3.2.3. Resistencia al envejecimiento según ISO 188 con las siguientes condiciones:

i) Temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = temperatura máxima de funcionamiento menos 10 °C).

ii) Período de exposición: 24 y 336 horas.

Después del envejecimiento, las probetas se acondicionarán a 23 °C y a una humedad relativa del 50 % durante un mínimo de 21 días antes de realizar el ensayo de resistencia a la tracción con arreglo al apartado 2.3.2.1.

Requisitos:

i) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 35 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con la resistencia a la tracción del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.

ii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 25 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con el alargamiento a la rotura del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.

2.4. **Especificaciones y método de ensayo para la funda.**

2.4.1. Resistencia a la tracción y alargamiento para el material de caucho y para los elastómeros termoplásticos (TPE)

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

2.4.1.2. Resistencia al n-hexano según ISO 1817 con las siguientes condiciones:

i) Medio: n-hexano.

ii) Temperatura: 23 °C (tolerancia según ISO 1817).

iii) Período de inmersión: 72 horas

Requisitos:

i) Cambio máximo en volumen: 30 %.

ii) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 35 %.

iii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 35 %.

2.4.1.3. Resistencia al envejecimiento según ISO 188 con las siguientes condiciones:

i) Temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = temperatura máxima de funcionamiento menos 10 °C).

ii) Período de exposición: 24 y 336 horas.

Después del envejecimiento, las probetas se acondicionarán a 23 °C y a una humedad relativa del 50 % durante un mínimo de 21 días antes de realizar el ensayo de resistencia a la tracción con arreglo al apartado 2.4.1.1.

Requisitos:

i) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 35 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con la resistencia a la tracción del material sometido a envejecimiento durante 24 horas

ii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 25 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con el alargamiento a la rotura del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.

2.4.2. Resistencia a la tracción y alargamiento específicos para material termoplástico

2.4.2.1. Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura según ISO 527-2 con las condiciones siguientes

i) Tipo de probeta: 1 BA.

ii) Velocidad de tracción: 20 mm/min.

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

Requisitos:

i) Resistencia a la tracción no inferior a 20 MPa.

ii) Alargamiento a la rotura no inferior al 100 %.

2.4.2.2. Resistencia al n-hexano según ISO 1817 con las siguientes condiciones:

i) Medio: n-hexano.

ii) Temperatura: 23 °C (tolerancia según ISO 1817).

iii) Período de inmersión: 72 horas.

Requisitos:

i) Cambio máximo en volumen: 2 %.

ii) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 10 %.

iii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 10 %.

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

2.4.2.3. Resistencia al envejecimiento según ISO 188 con las siguientes condiciones:

i) Temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = temperatura máxima de funcionamiento menos 10 °C).

ii) Período de exposición: 24 y 336 horas.

Después del envejecimiento, las probetas se acondicionarán a 23 °C y a una humedad relativa del 50 % durante un mínimo de 21 días antes de realizar el ensayo de resistencia a la tracción con arreglo al apartado 2.4.2.1.

Requisitos:

i) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 20 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con la resistencia a la tracción del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.

ii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 50 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con el alargamiento a la rotura del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.

2.4.3. Resistencia al ozono

2.4.3.1. El ensayo se realizará según la norma ISO 1431/1.

2.4.3.2. Las probetas, que deberán estirarse hasta un alargamiento del 20 %, se expondrán a aire a 40 °C con una concentración de ozono de 50 partes por 100 millones durante 120 horas.

2.4.3.3. No es admisible ningún agrietamiento de las probetas.

2.5. **Especificaciones para mangueras sin acoplar**

2.5.1. Estanquidad al gas (permeabilidad)

2.5.1.1. Se conectará una manguera con una longitud libre de 1 m a un recipiente relleno con propano líquido a una temperatura de 23° ± 2 °C.

2.5.1.2. El ensayo se realizará de acuerdo con el método descrito en la norma ISO 4080.

2.5.1.3. Las fugas a través de la pared de la manguera no serán superiores a 95 cm^3 por metro de manguera y por 24 h.

2.5.2. Resistencia a bajas temperaturas

2.5.2.1. El ensayo se realizará siguiendo el método descrito en la norma ISO 4672-1978, método B.

2.5.2.2. Temperatura de ensayo: − 40 °C ± 3 °C

o − 20 °C ± 3 °C, en su caso.

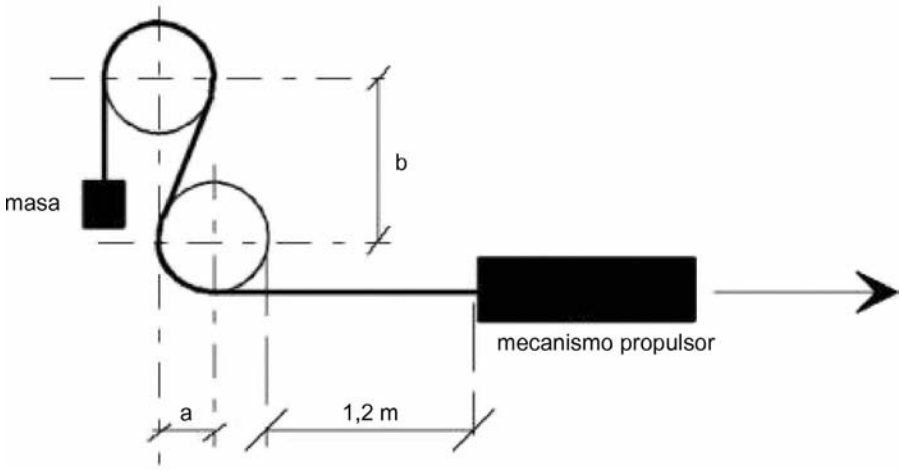
2.5.2.3. No es admisible ninguna grieta por rotura.

2.5.3. Ensayo de flexión

2.5.3.1. Una manguera vacía con una longitud aproximada de 3,5 m deberá soportar 3 000 veces la prueba de doblado alternativo descrita a continuación sin romperse. Después del ensayo, la manguera deberá ser capaz de resistir la presión indicada en el apartado 2.5.4.2. El ensayo se realizará en la manguera nueva y en la manguera después de envejecimiento, conforme a la norma ISO 188, con arreglo al apartado 2.4.2.3, y, después, conforme a la norma ISO 1817, con arreglo al apartado 2.4.2.2.

2.5.3.2. *Figura 2*

(sólo como ejemplo)



Diámetro interior de la manguera [mm]	Radio de doblado [mm] (Figura 2)	Distancia entre centros [mm] (Figura 2)	
		Vertical b	Horizontal a
Hasta 13	102	241	102
De 13 a 16	153	356	153
De 16 a 20	178	419	178

2.5.3.3. La máquina de ensayo (figura 2) constará de un marco de acero provisto de dos ruedas de madera con una anchura del borde aproximada de 130 mm.

La circunferencia de las ruedas estará ranurada para servir de guía a la manguera.

El radio de las ruedas, medido en el fondo de la ranura, deberá ser el indicado en el apartado 2.5.3.2.

Los planos medios longitudinales de ambas ruedas deberán estar en el mismo plano vertical, y la distancia entre los centros de las ruedas deberá ser la indicada en el apartado 2.5.3.2.

Ambas ruedas girarán libremente alrededor de su centro de giro.

Un mecanismo de propulsión tirará de la manguera sobre las ruedas a una velocidad de 4 movimientos completos por minuto.

2.5.3.4. La manguera instalada sobre las ruedas tendrá forma de S (véase la figura 2).

El extremo que pase sobre la rueda superior tendrá suficiente masa para conseguir una completa adaptación de la manguera sobre las ruedas. La parte que pase por la rueda inferior estará fijada al mecanismo de propulsión.

Este mecanismo se ajustará de tal manera que la manguera recorra una distancia de 1,2 m en ambas direcciones.

2.5.4. Presión de ensayo hidráulico

2.5.4.1. El ensayo se realizará de acuerdo con el método descrito en la norma ISO 1402.

2.5.4.2. Se aplicará una presión de ensayo de 3 MPa durante 10 minutos sin que se produzca ninguna fuga.

2.6. **Acoplamientos**

2.6.1. Si se monta un acoplamiento en la manguera, deberán cumplirse las siguientes condiciones:

2.6.2. Los acoplamientos serán de acero o latón y la superficie será resistente a la corrosión.

2.6.3. Los acoplamientos serán del tipo de fijación a presión.

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

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

2.7. **Montaje de manguera y acoplamientos**

2.7.1. La construcción de los acoplamientos se hará de tal manera que no sea necesario pelar la funda, a menos que el refuerzo de la funda sea de material resistente a la corrosión.

2.7.2. El conjunto de la manguera se someterá a un ensayo de impulsos según la norma ISO 1436.

2.7.2.1. El ensayo se realizará circulando aceite a una temperatura de 93 °C y a una presión mínima de 1,5 veces la presión máxima de trabajo.

2.7.2.2. La manguera se someterá a 150 000 impulsos.

2.7.2.3. Después del ensayo de impulsos, la manguera deberá soportar la presión de ensayo mencionada en el apartado 2.5.4.2.

2.7.3. Estanquidad al gas

2.7.3.1. El conjunto de la manguera (manguera con acoplamientos) deberá soportar durante 5 minutos una presión de gas de 3 MPa sin que se produzca ninguna fuga.

2.8. **Marcas**

2.8.1. Todas las mangueras llevarán, a distancias no superiores a 0,5 m las siguientes marcas de identificación claramente legibles e indelebles, formadas por caracteres, figuras o símbolos.

2.8.1.1. El nombre comercial o marca del fabricante.

2.8.1.2. El año y mes de fabricación.

2.8.1.3. La marca de tamaño y tipo.

2.8.1.4. La marca de identificación «GNC clase 1».

2.8.2. Todos los acoplamientos llevarán el nombre comercial o marca del fabricante que los haya montado.

3. MANGUERAS DE BAJA PRESIÓN, CLASIFICACIÓN CLASE 2

3.1. **Especificaciones generales**

3.1.1. La manguera se diseñará para que soporte una presión máxima de trabajo 450 kPa.

3.1.2. La manguera se diseñará de manera que soporte las temperaturas especificadas en el anexo 5O.

3.1.3. El diámetro interior estará de acuerdo con el cuadro 1 de la norma ISO 1307.

3.2. (No asignado)

3.3. **Especificaciones y ensayos para el revestimiento**

3.3.1. Resistencia a la tracción y alargamiento para el material de caucho y para los elastómeros termoplásticos (TPE)

3.3.1.1. Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura según ISO 37.

Resistencia a la tracción no inferior a 10 MPa y alargamiento a la rotura no inferior al 250 %.

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

i) Medio: n-pentano.

ii) Temperatura: 23 °C (tolerancia según ISO 1817).

iii) Período de inmersión: 72 horas.

Requisitos:

i) Cambio máximo en volumen: 20 %.

ii) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 25 %.

iii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 30 %.

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

3.3.1.3. Resistencia al envejecimiento según ISO 188 con las siguientes condiciones:

i) Temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = temperatura máxima de funcionamiento menos 10 °C).

ii) Período de exposición: 24 y 336 horas.

Después del envejecimiento, las probetas se acondicionarán a 23 °C y a una humedad relativa del 50 % durante un mínimo de 21 días antes de realizar el ensayo de resistencia a la tracción con arreglo al apartado 3.3.1.1.

Requisitos:

i) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 35 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con la resistencia a la tracción del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.

ii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 25 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con el alargamiento a la rotura del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.

3.3.2. Resistencia a la tracción y alargamiento específicos para material termoplástico

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

i) Tipo de probeta: 1 BA.

ii) Velocidad de tracción: 20 mm/min.

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

Requisito:

i) Resistencia a la tracción no inferior a 20 MPa.

ii) Alargamiento a la rotura no inferior al 100 %.

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

i) Medio: n-pentano

ii) Temperatura: 23 °C (tolerancia según ISO 1817).

iii) Período de inmersión: 72 horas.

Requisitos:

i) Cambio máximo en volumen: 2 %.

ii) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 10 %.

iii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 10 %.

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

3.3.2.3. Resistencia al envejecimiento según ISO 188 con las siguientes condiciones:

i) Temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = temperatura máxima de funcionamiento menos 10 °C).

ii) Período de exposición: 24 y 336 horas.

Después del envejecimiento, las probetas se acondicionarán a 23 °C y a una humedad relativa del 50 % durante un mínimo de 21 días antes de realizar el ensayo de resistencia a la tracción con arreglo al apartado 3.3.2.1.

Requisitos:

i) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 35 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con la resistencia a la tracción del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.

ii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 25 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con el alargamiento a la rotura del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.

3.4. **Especificaciones y método de ensayo para la funda.**

3.4.1. Resistencia a la tracción y alargamiento para el material de caucho y para los elastómeros termoplásticos (TPE)

3.4.1.1. Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura según ISO 37.

Resistencia a la tracción no inferior a 10 MPa y alargamiento a la rotura no inferior al 250 %.

3.4.1.2. Resistencia al n-hexano según ISO 1817 con las siguientes condiciones:

i) Medio: n-hexano.

ii) Temperatura: 23 °C (tolerancia según ISO 1817).

iii) Período de inmersión: 72 horas.

Requisitos:

i) Cambio máximo en volumen: 30 %.

ii) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 35 %.

iii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 35 %.

3.4.1.3. Resistencia al envejecimiento según ISO 188 con las siguientes condiciones:

i) Temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = temperatura máxima de funcionamiento menos 10 °C).

ii) Período de exposición: 24 y 336 horas.

Después del envejecimiento, las probetas se acondicionarán a 23 °C y a una humedad relativa del 50 % durante un mínimo de 21 días antes de realizar el ensayo de resistencia a la tracción con arreglo al apartado 3.4.1.1.

Requisitos:

i) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 35 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con la resistencia a la tracción del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.

ii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 25 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con el alargamiento a la rotura del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.

3.4.2. Resistencia a la tracción y alargamiento específicos para material termoplástico

3.4.2.1. Resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura según ISO 527-2 con las condiciones siguientes:

i) Tipo de probeta: 1 BA.

ii) Velocidad de tracción: 20 mm/min.

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

Requisitos:

i) Resistencia a la tracción no inferior a 20 MPa.

ii) Alargamiento a la rotura no inferior al 100 %.

3.4.2.2. Resistencia al n-hexano según ISO 1817 con las siguientes condiciones:

i) Medio: n-hexano.

ii) Temperatura: 23 °C (tolerancia según ISO 1817).

iii) Período de inmersión: 72 horas.

Requisitos:

i) Cambio máximo en volumen: 2 %.

ii) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 10 %.

iii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 10 %.

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

3.4.2.3. Resistencia al envejecimiento según ISO 188 con las siguientes condiciones:

i) Temperatura: 115 °C (temperatura de ensayo = temperatura máxima de funcionamiento menos 10 °C).

ii) Período de exposición: 24 y 336 horas.

Después del envejecimiento, las probetas se acondicionarán a 23 °C y a una humedad relativa del 50 % durante un mínimo de 21 días antes de realizar el ensayo de resistencia a la tracción con arreglo al apartado 3.4.2.1.

Requisitos:

i) Cambio máximo en resistencia a la tracción: 20 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con la resistencia a la tracción del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.

ii) Cambio máximo en alargamiento a la rotura: 50 % después de 336 horas de envejecimiento en comparación con el alargamiento a la rotura del material sometido a envejecimiento durante 24 horas.

3.4.3. Resistencia al ozono

3.4.3.1. El ensayo se realizará según la norma ISO 1431/1.

3.4.3.2. Las probetas, que deberán estirarse hasta un alargamiento del 20 %, se expondrán a aire a 40 °C, con una humedad relativa del 50 % ± 10 %, y con una concentración de ozono de 50 partes por 100 millones durante 120 horas.

3.4.3.3. No es admisible ningún agrietamiento de las probetas.

3.5. **Especificaciones para mangueras sin acoplar**

3.5.1. Estanquidad al gas (permeabilidad)

3.5.1.1. Se conectará una manguera con una longitud libre de 1 m a un recipiente relleno con propano líquido a una temperatura de 23° ± 2 °C.

3.5.1.2. El ensayo se realizará de acuerdo con el método descrito en la norma ISO 4080.

3.5.1.3. Las fugas a través de la pared de la manguera no serán superiores a 95 cm^3 por metro de manguera y por 24 h.

3.5.2. Resistencia a bajas temperaturas

3.5.2.1. El ensayo se realizará siguiendo el método descrito en la norma ISO 4672, método B.

3.5.2.2. Temperatura de ensayo: – 40 °C ± 3 °C

o – 20 °C ± 3 °C, en su caso.

3.5.2.3. No es admisible ninguna grieta por rotura.

3.5.3. Resistencia a altas temperaturas

3.5.3.1. Un trozo de manguera, a una presión de 450 kPa y con una longitud mínima de 0,5 m se colocará en un horno a una temperatura de 120 °C ± 2 °C, donde se mantendrá durante 24 horas. El ensayo se realizará en la manguera nueva y en la manguera después de envejecimiento, conforme a la norma ISO 188, con arreglo al apartado 3.4.2.3, y, después, conforme a la norma ISO 1817, con arreglo al apartado 3.4.2.2.

3.5.3.2. Las fugas a través de la pared de la manguera no serán superiores a 95 cm^3 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 cm^3 por metro de manguera y por 24 h.

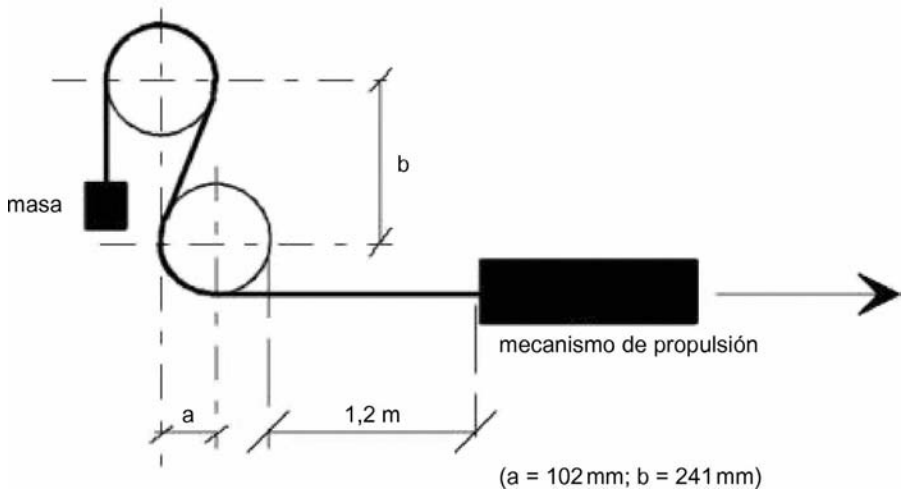
3.5.4. Ensayo de flexión

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

3.5.4.2.

Figura 3

(sólo como ejemplo)



La máquina de ensayo (figura 3) constará de un marco de acero provisto de dos ruedas de madera con una anchura del borde aproximada de 130 mm.

La circunferencia de las ruedas estará ranurada para servir de guía a la manguera.

El radio de las ruedas, medido en el fondo de la ranura, deberá ser de 102 mm.

Los planos medios longitudinales de ambas ruedas estarán en el mismo plano vertical, y la distancia entre los centros de las ruedas deberá ser de 241 mm en vertical y de 102 mm en horizontal.

Ambas ruedas girarán libremente alrededor de su centro de giro.

Un mecanismo de propulsión tirará de la manguera sobre las ruedas a una velocidad de 4 movimientos completos por minuto.

3.5.4.3. La manguera instalada sobre las ruedas tendrá forma de S (véase la figura 3).

El extremo que pase sobre la rueda superior tendrá suficiente masa para conseguir una completa adaptación de la manguera sobre las ruedas. La parte que pase por la rueda inferior estará fijada al mecanismo de propulsión.

Este mecanismo se ajustará de tal manera que la manguera recorra una distancia de 1,2 m en ambas direcciones.

3.6. **Marcas**

3.6.1. Todas las mangueras llevarán, a distancias no superiores a 0,5 m las siguientes marcas de identificación claramente legibles e indelebles, formadas por caracteres, figuras o símbolos.

3.6.1.1. El nombre comercial o marca del fabricante.

3.6.1.2. El año y mes de fabricación.

3.6.1.3. La marca de tamaño y tipo.

3.6.1.4. La marca de identificación «GNC clase 2».

3.6.2. Todos los acoplamientos llevarán el nombre comercial o marca del fabricante que los haya montado.

ANEXO 4C

DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DEL FILTRO DE GNC

1. El objeto del presente anexo es determinar las disposiciones relativas a la homologación del filtro de GNC.

2. Condiciones de funcionamiento

2.1. El filtro de GNC se diseñará para funcionar a las temperaturas especificadas en el anexo 5O.

2.2. El filtro de GNC se clasificará según la presión máxima de trabajo (ver el apartado 2 del presente Reglamento):

2.2.1. Clase 0: el filtro de GNC se diseñará para que soporte una presión de 1,5 veces la presión de trabajo (MPa).

2.2.2. Clase 1 y clase 2: el filtro de GNC se diseñará para que soporte una presión de 2 veces la presión de trabajo.

2.2.3. Clase 3: el filtro de GNC se diseñará para que soporte una presión equivalente al doble de la presión de disparo de la válvula limitadora de presión correspondiente.

2.3. Los materiales utilizados en el filtro de GNC que estén en contacto con GNC durante el funcionamiento serán compatibles con dicho gas (ver el anexo 5D).

2.4. El componente cumplirá los procedimientos de ensayo para los componentes de clase con arreglo al esquema de la figura 1-1 del apartado 2 del presente Reglamento.

ANEXO 4D

DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DEL REGULADOR DE PRESIÓN

1. El objeto del presente anexo es determinar las disposiciones relativas a la homologación del filtro del regulador de presión.

2. REGULADOR DE PRESIÓN

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

2.2. Los materiales constitutivos del regulador que estén en contacto con el medio de intercambio de calor del regulador durante el funcionamiento serán compatibles con dicho fluido.

2.3. El componente cumplirá los procedimientos de ensayo indicados para la clase 0 para los elementos sometidos a alta presión, y para las clases 1, 2, 3 y 4 para los elementos sometidos a media y baja presión.

3. CLASIFICACIÓN Y PRESIONES DE ENSAYO

3.1. El elemento del regulador de presión que esté en contacto con la presión existente en el recipiente se considerará de clase 0.

3.1.1. El elemento de clase 0 del regulador de presión será estanco (ver el anexo 5B) a una presión de hasta 1,5 veces la presión de trabajo (MPa), con las salidas de dicho elemento cerradas.

3.1.2. El elemento de clase 0 del regulador de presión soportará una presión de 1,5 veces la presión de trabajo (MPa).

3.1.3. Los elementos de clase 1 y clase 2 del regulador de presión serán estancos (ver el anexo 5B) a una presión de hasta dos veces la presión de trabajo.

3.1.4. Los elementos de clase 1 y clase 2 del regulador de presión soportarán una presión de hasta dos veces la presión de trabajo.

3.1.5. El elemento de clase 3 del regulador de presión soportará una presión máxima equivalente al doble de la presión de disparo de la válvula limitadora de presión correspondiente.

3.2. El regulador de presión se diseñará de tal manera que pueda funcionar a las temperaturas especificadas en el anexo 5O.

ANEXO 4E

DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DE LOS SENSORES DE PRESIÓN Y TEMPERATURA

1. El objeto de este anexo consiste en determinar las disposiciones relativas a la homologación de los sensores de presión y temperatura.

2. SENSORES DE PRESIÓN Y TEMPERATURA

2.1. El material constitutivo de los sensores de presión y temperatura que estén en contacto con el GNC durante el funcionamiento será compatible con el GNC de ensayo. Con objeto de verificar dicha compatibilidad, se utilizará el procedimiento del anexo 5D.

2.2. Los sensores de presión y temperatura están clasificados por clases según el esquema 1-1 del apartado 2 del presente Reglamento.

3. CLASIFICACIÓN Y PRESIONES DE ENSAYO

3.1. El elemento de los sensores de presión y temperatura que esté en contacto con la presión existente en el recipiente se considerará de clase 0.

3.1.1. Los elementos de clase 0 de los sensores de presión y temperatura serán estancos a una presión de hasta 1,5 veces la presión de trabajo (MPa) (véase el anexo 5B).

3.1.2. El elemento de clase 0 de los sensores de presión y temperatura soportará una presión de hasta 1,5 veces la presión de trabajo (MPa).

3.1.3. Los elementos de clase 1 y clase 2 de los sensores de presión y temperatura serán estancos a una presión equivalente al doble de la presión de trabajo (véase el anexo 5B).

3.1.4. Los elementos de clase 1 y clase 2 del regulador de presión soportarán una presión de hasta dos veces la presión de trabajo.

3.1.5. El elemento de clase 3 de los sensores de presión y temperatura soportará una presión máxima equivalente al doble de la presión de disparo de la válvula limitadora de presión correspondiente.

3.2. Los sensores de presión y temperatura se diseñarán de manera que puedan funcionar a las temperaturas especificadas en el anexo 5O.

3.3. El sistema eléctrico, si existe, estará aislado del cuerpo de los sensores de presión y temperatura. La resistencia del aislamiento será > 10 MΩ.

ANEXO 4F

DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DE LA UNIDAD DE LLENADO

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

El objeto del presente anexo consiste en determinar las disposiciones relativas a la homologación de la unidad de llenado.

2. UNIDAD DE LLENADO

2.1. El material constitutivo de la unidad de llenado que esté en contacto con el GNC cuando el dispositivo esté en servicio será compatible con el GNC. Con objeto de verificar dicha compatibilidad, se utilizará el procedimiento del anexo 5D.

2.2. La unidad de llenado cumplirá los requisitos de los componentes de clase 0.

3. PRESIONES DE ENSAYO

3.1. La unidad de llenado será considerada componente de clase 0.

3.1.1. La unidad de llenado no tendrá fugas a una presión de 1,5 veces la presión de trabajo (MPa) (véase el anexo 5B).

3.1.2. La unidad de llenado soportará una presión de 33 MPa.

3.2. La unidad de llenado se diseñará para funcionar a las temperaturas especificadas en el anexo 5O.

ANEXO 4G

DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DEL REGULADOR DE CAUDAL DE GAS Y DEL MEZCLADOR DE GAS/AIRE O INYECTOR DE GAS

1. El objeto del presente anexo consiste en determinar las disposiciones relativas a la homologación del regulador de caudal de gas y del mezclador de gas/aire o inyector de gas.

2. MEZCLADOR DE GAS/AIRE O INYECTOR DE GAS

2.1. El material constitutivo del mezclador de gas/aire o inyector que esté en contacto con el GNC será compatible con dicho gas. Con objeto de verificar la compatibilidad, se utilizará el procedimiento especificado en el anexo 5D.

2.2. El mezclador de gas/aire o inyector de gas cumplirá los requisitos de los componentes de clase 1 o clase 2, según su clasificación.

2.3. Presiones de ensayo

2.3.1. El mezclador de gas/aire o inyector de gas de clase 2 soportará una presión de 2 veces la presión de trabajo.

2.3.1.1. El mezclador de gas/aire o inyector de gas no presentará fugas a una presión de 2 veces la presión de trabajo.

2.3.2. El mezclador de gas/aire o inyector de gas de clase 1 o clase 2 se diseñará de tal manera que pueda funcionar a las temperaturas especificadas en el anexo 5O.

2.4. Los componentes alimentados eléctricamente y que contengan GNC tendrán lo siguiente:

i) Una conexión a tierra separada.

ii) El sistema eléctrico del componente estará aislado del cuerpo.

iii) El inyector de gas estará en posición cerrada siempre que la corriente eléctrica esté cortada.

3. REGULADOR DE CAUDAL DE GAS

3.1. El material constitutivo del regulador de caudal de gas que esté en contacto con el GNC será compatible con dicho gas. Con objeto de verificar la compatibilidad, se utilizará el procedimiento especificado en el anexo 5D.

3.2. El regulador de caudal de gas cumplirá los requisitos de los componentes de clase 1 o clase 2 de acuerdo con su clasificación.

3.3. Presiones de ensayo

3.3.1. El regulador de caudal de gas de clase 2 soportará una presión equivalente al doble de la presión de trabajo.

3.3.1.1. El regulador de caudal de gas de clase 2 no presentará fugas a una presión equivalente al doble la presión de trabajo.

3.3.2. El regulador de caudal de gas de clase 1 y clase 2 se diseñará de tal manera que pueda funcionar a las temperaturas especificadas en el anexo 5O.

3.4. Los componentes alimentados eléctricamente y que contengan GNC tendrán lo siguiente:

i) Una conexión a tierra separada.

ii) El sistema eléctrico del componente estará aislado del cuerpo.

ANEXO 4H

DISPOSICIONES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DE LA UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICO

1. El objeto del presente anexo consiste en determinar las disposiciones relativas a la homologación de la unidad de control electrónico.

2. UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICO

2.1. La unidad de control electrónico podrá ser cualquier dispositivo que controle la demanda de GNC del motor y que determine el cierre de la válvula automática en caso de rotura de un tubo de alimentación de combustible, en caso de que se cale el motor o en caso de colisión.

2.2. El retardo de cierre de la válvula automática después de calarse el motor no será superior a 5 segundos.

2.3. El dispositivo podrá estar equipado con un regulador automático de la temporización del avance del encendido, integrado en el módulo electrónico o separado de éste.

2.4. El dispositivo podrá incorporar inyectores pasivos (*dummy injectors*) para permitir el correcto funcionamiento de la unidad de control electrónico de gasolina durante el funcionamiento con GNC.

2.5. La unidad de control electrónico se diseñará de tal manera que pueda funcionar a las temperaturas especificadas en el anexo 5O.

ANEXO 5

PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO

1. CLASIFICACIÓN

1.1. Los componentes de GNC para vehículos se clasificarán según su presión máxima de trabajo y su función, con arreglo al apartado 2 del presente Reglamento.

1.2. La clasificación de los componentes determinará los ensayos que deban realizarse para la homologación tipo de componentes o piezas de los mismos.

2. PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO APLICABLES

En el cuadro 5.1 siguiente figuran los procedimientos de ensayo aplicables en función de la clasificación.

Cuadro 5.1

Ensayo	Clase 0	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Apartado
Sobrepresión o resistencia	X	X	X	X	O	5A
Fugas externas	X	X	X	X	O	5B
Fugas internas	A	A	A	A	O	5C
Ensayos de durabilidad	A	A	A	A	O	5L
Compatibilidad con el GNC	A	A	A	A	A	5D
Resistencia a la corrosión	X	X	X	X	X	5E
Resistencia al calor seco	A	A	A	A	A	5F
Envejecimiento por ozono	A	A	A	A	A	5G
Ensayos de rotura/destructivos	X	O	O	O	O	5M
Ciclos de temperatura	A	A	A	A	O	5H
Ciclo de presión	X	O	O	O	O	5I
Resistencia a las vibraciones	A	A	A	A	O	5N
Temperaturas de funcionamiento	X	X	X	X	X	5O

X = Aplicable
O = No aplicable
A = Según proceda

Observaciones:

a) Fugas internas: aplicable si la clase del componente consiste en asientos de válvulas internas que normalmente están cerradas cuando el motor está apagado.

b) Ensayo de durabilidad: aplicable si la clase del componente consiste en elementos integrales que se desplazarán repetidamente durante el funcionamiento del motor.

c) Compatibilidad con el GNC, resistencia al calor seco, envejecimiento por ozono: aplicable si la clase del componente consiste en elementos sintéticos o no metálicos.

d) Ensayo de ciclos de temperatura: aplicable si la clase del componente consiste en elementos sintéticos o no metálicos.

e) Ensayo de resistencia a las vibraciones: aplicable si la clase del componente consiste en elementos integrales que se desplazarán repetidamente durante el funcionamiento del motor.

Los materiales utilizados para los componentes dispondrán de especificaciones escritas que cumplan, al menos, o superen los requisitos (de ensayo) establecidos el presente anexo en relación con:

i) La temperatura.

ii) La presión.

iii) La compatibilidad con el GNC.

iv) La durabilidad.

3. REQUISITOS GENERALES

3.1. Los ensayos de fuga se realizarán con gas a presión como aire o nitrógeno.

3.2. Se podrá utilizar agua u otro fluido para obtener la presión requerida para el ensayo de resistencia hidrostática.

3.3. El período de ensayo para los ensayos de fugas y de resistencia hidrostática no será inferior a 3 minutos.

ANEXO 5A

PRUEBA DE SOBREPRESIÓN (PRUEBA DE RESISTENCIA)

1. Un componente que contenga GNC soportará sin ningún indicio visible de rotura o deformación permanente una presión hidráulica de 1,5-2 veces la presión máxima de trabajo durante un mínimo de 3 minutos a temperatura ambiente, con la salida de la parte de alta presión taponada. Como medio de prueba se podrá utilizar agua u otro fluido hidráulico adecuado.

2. Las muestras, sometidas previamente al ensayo de durabilidad del anexo 5L, se conectarán a una fuente de presión hidrostática. En la tubería de alimentación de presión hidrostática se instalará una válvula de cierre positivo y un manómetro que tenga una escala de presiones no inferior a 1,5 veces ni superior a 2 veces la presión de ensayo.

3. El cuadro 5.2 siguiente indica las presiones de ensayo de trabajo y de rotura correspondientes a la clasificación del apartado 2 del presente Reglamento.

Cuadro 5.2

Clasificación del componente	Presión de trabajo [kPa]	Sobrepresión [kPa]
Clase 0	3 000 < p < 26 000	1,5 veces la presión de trabajo
Clase 1	450 < p < 3 000	1,5 veces la presión de trabajo
Clase 2	20 < p < 450	2 veces la presión de trabajo
Clase 3	450 < p < 3 000	2 veces la presión límite

ANEXO 5B

ENSAYO DE FUGAS EXTERNAS

1. A cualquier presión aerostática comprendida entre 0 y la presión indicada en el cuadro 5.2, los componentes no presentarán fugas a través del vástago o de las juntas del cuerpo u otras juntas, ni presentarán indicios de porosidad en la fundición cuando se sometan a ensayo según se describe en los apartados 2 y 3 del presente anexo.

2. El ensayo se realizará en las siguientes condiciones:

   i) a temperatura ambiente

   ii) a la temperatura mínima de funcionamiento

   iii) a la temperatura máxima de funcionamiento.

   Las temperaturas máximas y mínimas de funcionamiento se indican en el anexos 5O.

3. Durante dicho ensayo, el equipo sometido a prueba (EUT) se conectará a una fuente de presión aerostática. En la tubería de alimentación de presión se instalará una válvula automática y un manómetro que tenga una escala de presiones no inferior a 1,5 veces ni superior a 2 veces la presión de ensayo. El manómetro se instalará entre la válvula automática y la muestra sometida a ensayo. Estando aplicada la presión de prueba, la muestra se sumergirá en agua para detectar fugas o se utilizará otro método de ensayo equivalente (medida de caudal o caída de presión).

4. Las fugas externas serán inferiores a los requisitos indicados en los anexos o, en caso de que no se indique ninguno, serán inferiores a 15 cm^3/hora.

5. Ensayo a alta temperatura

   Los componentes que contengan GNC no presentarán fugas superiores a 15 cm^3/hora con la salida taponada cuando se sometan a una presión de gas, a la temperatura máxima de funcionamiento indicada en el anexo 5º, igual a la presión máxima de trabajo. El componente se acondicionará a esta temperatura durante 8 horas, como mínimo.

6. Ensayo a baja temperatura

   Los componentes que contengan GNC no presentarán fugas superiores a 15 cm^3/hora con la salida taponada cuando se sometan a una presión de gas, a la temperatura mínima de funcionamiento, igual a la presión máxima de trabajo declarada por el fabricante. El componente se acondicionará a esta temperatura durante 8 horas, como mínimo.

ANEXO 5C

ENSAYO DE FUGAS INTERNAS

1. Los ensayos siguientes se realizarán en muestras de válvulas o de la unidad de llenado que se hayan sometido previamente al ensayo de fugas externas del anexo 5B anterior.

2. El asiento de las válvulas, cuando estén cerradas, no presentará ninguna fuga a cualquier presión aerostática comprendida entre 0 y 1,5 veces la presión de trabajo (kPa).

3. Las válvulas de retención con asiento flexible (elástico), cuando estén cerradas, no presentarán ninguna fuga a cualquier presión aerostática comprendida entre 0 y 1,5 veces la presión de trabajo (kPa).

4. Las válvulas de retención con asiento metal/metal, cuando estén cerradas, no presentarán fugas superiores a 0,47 dm^3/s cuando se sometan a una presión aerostática diferencial efectiva de 138 kPa.

5. El asiento de la válvula de retención superior utilizada en el conjunto de una unidad de llenado, cuando esté cerrada, no presentarán ninguna fuga a cualquier presión aerostática comprendida entre 0 y 1,5 veces la presión de trabajo (kPa).

6. Los ensayos de fugas internas se realizarán con la entrada de la válvula de muestra conectada a una fuente de presión aerostática, la válvula cerrada y la salida de la válvula abierta. En la tubería de alimentación de presión se instalará una válvula automática y un manómetro que tenga una escala de presiones no inferior a 1,5 veces ni superior a 2 veces la presión de ensayo. El manómetro se instalará entre la válvula automática y la muestra sometida a ensayo. Estando aplicada la presión de prueba, se observará la presencia de fugas con la salida abierta sumergida en agua, a menos que se indique otra cosa.

7. La conformidad con los apartados 2 y 5 se determinará conectando un trozo de tubo a la salida de la válvula. El extremo abierto de este tubo de salida se colocará dentro de una probeta graduada invertida calibrada en centímetros cúbicos. La probeta invertida estará cerrada mediante un cierre estanco al agua. El aparato se ajustará de la manera siguiente:

   (1) El extremo del tubo de salida estará situado aproximadamente 13 mm por encima del nivel de agua dentro de la probeta graduada invertida.

   (2) El agua dentro y fuera de la probeta graduada estará al mismo nivel. Hechos estos ajustes, se registrará el nivel de agua dentro de la probeta graduada. Con la válvula en la posición cerrada que se supone que es el resultado del funcionamiento normal, se aplicará aire o nitrógeno a la presión de prueba especificada a la entrada de la válvula durante un período de ensayo no inferior a 2 minutos. Durante este tiempo, se ajustará la posición de la probeta graduada, si es necesario, para mantener el mismo nivel de agua dentro y fuera de ella.

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

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

   donde:

   V_1 = caudal de fuga, centímetros cúbicos de aire o nitrógeno por hora.

   V_t = aumento de volumen dentro de la botella graduada durante el ensayo.

   t = duración del ensayo en minutos.

   P = presión barométrica durante la prueba, en kPa.

   T = temperatura ambiente durante la prueba, en K.

8. En lugar del método descrito anteriormente, podrán medirse las fugas con un caudalímetro instalado en el lado de entrada de la válvula sometida a ensayo. El caudalímetro podrá indicar con precisión, para el fluido de ensayo utilizado, los caudales máximos de fugas admisibles.

ANEXO 5D

ENSAYO DE COMPATIBILIDAD CON EL GNC

1. Las piezas sintéticas que estén en contacto con el GNC no presentarán un cambio de volumen o pérdida de peso excesivos.

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

   i) Medio: n-pentano.

   ii) Temperatura: 23 °C (tolerancia según ISO 1817).

   iii) Periodo de inmersión: 72 horas.

2. Requisitos:

   Cambio máximo en volumen: 20 %.

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

ANEXO 5E

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA CORROSIÓN

Procedimientos de ensayo:

1. Los componentes metálicos que contengan GNC cumplirán los ensayos de fugas mencionados en los anexos 5B y 5C después de haber sido sometidos al ensayo de rociado con sal de 144 horas según ISO 15500-2, con todas las conexiones cerradas.

2. Los componentes de cobre o latón que contengan GNC cumplirán los ensayos de fugas mencionados en los anexos 5B y 5C, después de haber estado sumergidos durante 24 horas en amoniaco, de acuerdo con ISO CD 15500-2 con todas las conexiones cerradas.

ANEXO 5F

RESISTENCIA AL CALOR SECO

1. El ensayo se efectuará según ISO 188. La probeta se expondrá al aire a una temperatura igual a la temperatura máxima de funcionamiento durante 168 horas.

2. El cambio admisible en resistencia a la tracción no será superior al + 25 %. El cambio admisible en alargamiento a la rotura no será superior a los siguientes valores:

Incremento máximo:	10 %.
Disminución máxima:	30 %.

ANEXO 5G

ENVEJECIMIENTO POR OZONO

1. El ensayo se realizará según ISO 1431/1.

   La probeta, que se estirará hasta un alargamiento del 20 %, se expondrá a aire a 40 °C con una concentración de ozono de 50 partes por cien millones durante 72 horas.

2. No es admisible ningún agrietamiento de la probeta.

ANEXO 5H

ENSAYO DE CICLOS DE TEMPERATURA

Las piezas no metálicas que contengan GNC cumplirán los ensayos de fugas mencionados en los anexos 5B y 5C después de haber sido sometidas durante 96 horas a un ciclo de temperatura consistente en pasar de la temperatura mínima de funcionamiento a la temperatura máxima de funcionamiento, con una duración del ciclo de 120 minutos, a la presión máxima de trabajo.

ANEXO 5I

ENSAYO DE CICLOS DE PRESIÓN APLICABLE EXCLUSIVAMENTE A BOTELLAS (VÉASE EL ANEXO 3)

ANEXOS 5J Y 5K

NO ASIGNADOS

ANEXO 5L

ENSAYO DE DURABILIDAD (FUNCIONAMIENTO CONTINUO)

Método de ensayo

El componente se conectará a una fuente de aire o nitrógeno seco a presión mediante un accesorio adecuado y se someterá al número de ciclos especificado para dicho componente concreto. Un ciclo estará formado por una apertura y un cierre del componente en un período no inferior a 10 ± 2 s.

a) *Ciclos a temperatura ambiente*

El componente se hará funcionar el 96 % del número total de ciclos a temperatura ambiente y a la presión de servicio nominal. Durante el cierre, se dejará disminuir la presión de salida del dispositivo de ensayo hasta el 50 % de la presión de ensayo. Después de esto, los componentes cumplirán el ensayo de fugas del anexo 5B a temperatura ambiente. Se permite interrumpir esta parte del ensayo a intervalos del 20 % para realizar el ensayo de fugas.

b) *Ciclos a alta temperatura*

El componente se hará funcionar el 2 % de los ciclos totales a la temperatura máxima apropiada y a la presión de servicio nominal. Al terminar los ciclos a alta temperatura, el componente cumplirá el ensayo de fugas del anexo 5B a la temperatura máxima apropiada.

c) *Ciclos a baja temperatura*

El componente se hará funcionar el 2 % de los ciclos totales a la temperatura mínima apropiada y a la presión de servicio nominal. Al terminar los ciclos a baja temperatura, el componente cumplirá el ensayo de fugas del anexo 5B a la temperatura mínima apropiada.

Después de la repetición de los ensayos de ciclos y fugas, el componente se podrá abrir y cerrar por completo aplicando un par no superior al especificado en el cuadro 5.3 a la palanca del componente en el sentido de abrirlo por completo y luego en sentido opuesto.

Cuadro 5.3

Tamaño de la entrada del componente (mm)	Par máximo (Nm)
6	1,7
8 o 10	2,3
12	2,8

Este ensayo se realizará a la temperatura máxima especificada apropiada y se repetirá a una temperatura de – 40 °C.

ANEXO 5M

ENSAYO DE ROTURA/DESTRUCTIVO APLICABLE SÓLO A BOTELLAS (VÉASE EL ANEXO 3)

ANEXO 5N

ENSAYO DE RESISTENCIA A LAS VIBRACIONES

Todos los componentes con piezas móviles no sufrirán daños, seguirán funcionando y cumplirán el ensayo de fugas del componente, después de ser sometidos a vibraciones durante 6 horas de acuerdo con el método de ensayo siguiente.

Método de ensayo

El componente se fijará a un aparato y se hará vibrar durante 2 horas a 17 Hz con una amplitud de 1,5 mm (0,06 pulgadas) en cada uno de los tres ejes de orientación. Después de las 6 horas de vibraciones, el componente cumplirá lo dispuesto en el apartado 5C.

ANEXO 5O

TEMPERATURAS DE FUNCIONAMIENTO

	Compartimento del motor	Montado en el motor	A bordo
Moderada	– 20 °C ÷ 105 °C	– 20 °C ÷ 120 °C	– 20 °C ÷ 85 °C
Fría	– 40 °C ÷ 105 °C	– 40 °C ÷ 120 °C	– 40 °C ÷ 85 °C

ANEXO 6

DISPOSICIONES RELATIVAS A LA MARCA DE IDENTIFICACIÓN GNC PARA VEHÍCULOS DE SERVICIO PÚBLICO



El signo consiste en una etiqueta adhesiva que deberá ser resistente a la intemperie.

El color y las dimensiones de la etiqueta adhesiva cumplirán los siguientes requisitos:

Colores:

Fondo:	verde
Borde:	blanco o blanco reflectante
Letras:	blanco o blanco reflectante

Dimensiones

Ancho del borde:	4-6 mm
Altura de los caracteres:	≥ 25 mm
Grosor de los caracteres:	≥ 4 mm
Ancho de la etiqueta adhesiva:	110-150 mm
Altura de la etiqueta adhesiva:	80-110 mm

Las letras «GNC» deberán estar centradas respecto a la etiqueta.