

II

(Actos não legislativos)

REGULAMENTOS

REGULAMENTO (UE) N.º 406/2010 DA COMISSÃO

de 26 de Abril de 2010

que dá execução ao Regulamento (CE) n.º 79/2009 do Parlamento Europeu e do Conselho relativo à homologação de veículos a motor movidos a hidrogénio

(Texto relevante para efeitos do EEE)

A COMISSÃO EUROPEIA,

Tendo em conta o Tratado sobre o Funcionamento da União Europeia,

Tendo em conta o Regulamento (CE) n.º 79/2009 do Parlamento Europeu e do Conselho de 14 de Janeiro de 2009 relativo à homologação de veículos a motor movidos a hidrogénio e que altera a Directiva 2007/46/CE ⁽¹⁾, e, nomeadamente, o seu artigo 12.º,

Considerando o seguinte:

- (1) O Regulamento (CE) n.º 79/2009 é um regulamento específico para efeitos do procedimento de homologação comunitária previsto na Directiva 2007/46/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Setembro de 2007, que estabelece um quadro para a homologação dos veículos a motor e seus reboques, e dos sistemas, componentes e unidades técnicas destinados a serem utilizados nesses veículos (Directiva-Quadro) ⁽²⁾.
- (2) O Regulamento (CE) n.º 79/2009 estabelece as disposições fundamentais relativas aos requisitos para a homologação de veículos a motor no que se refere à propulsão a hidrogénio, à homologação de sistemas e componentes para hidrogénio e à instalação desses componentes e sistemas.
- (3) A partir da entrada em vigor do presente regulamento, os fabricantes poderão requerer voluntariamente a homologação CE de veículos completos movidos a hidrogénio. No entanto, algumas das directivas específicas no âmbito do procedimento de homologação comunitária instituído nos termos da Directiva 2007/46/CE ou alguns dos seus requisitos não devem aplicar-se a veículos movidos a hidrogénio, uma vez que as características técnicas dos mesmos

diferem consideravelmente das dos veículos convencionais, para os quais se conceberam as referidas directivas de homologação. Enquanto não se proceder à alteração dessas directivas para que incluam disposições específicas e procedimentos de ensaio aplicáveis aos veículos movidos a hidrogénio, é necessário estabelecer disposições transitórias, a fim de isentar os veículos movidos a hidrogénio das prescrições dessas directivas ou de alguns dos seus requisitos.

- (4) É necessário adoptar normas harmonizadas sobre recipientes de hidrogénio, incluindo os recipientes concebidos para utilizarem hidrogénio líquido, a fim de assegurar o reabastecimento dos veículos movidos a hidrogénio de forma segura e fiável em toda a Comunidade.
- (5) As medidas previstas na presente directiva estão em conformidade com o parecer do Comité Técnico — Veículos a Motor,

ADOPTOU O PRESENTE REGULAMENTO:

Artigo 1.º

Definições

Para efeitos do presente regulamento, entende-se por:

1. «sensor de hidrogénio», um sensor utilizado para detectar a presença de hidrogénio no ar;
2. «componente de classe 0», componentes para hidrogénio a alta pressão, incluindo tubagem de alimentação e ligações que contenham hidrogénio a uma pressão nominal de serviço superior a 3,0 MPa;

⁽¹⁾ JO L 35 de 4.2.2009, p. 32.

⁽²⁾ JO L 263 de 9.10.2007, p. 1.

3. «componente de classe 1», componentes para hidrogénio a média pressão, incluindo tubagem de alimentação e ligações que contenham hidrogénio a uma pressão nominal de serviço superior a 0,45 MPa e inferior ou igual a 3,0 MPa;
4. «componente de classe 2», componentes para hidrogénio a baixa pressão, incluindo tubagem de alimentação e ligações que contenham hidrogénio a uma pressão nominal de serviço inferior ou igual a 0,45 MPa;
5. «bobinagem por inteiro», revestimento bobinado com os filamentos em torno do invólucro, tanto no sentido circunferencial como no sentido longitudinal do reservatório;
6. «bobinagem na parte cilíndrica», revestimento bobinado principalmente no sentido circunferencial em torno do troço cilíndrico do invólucro, de modo a que os filamentos de reforço não transmitam esforços significativos na direcção longitudinal do reservatório;
7. «Nm³» ou «Ncm³», volume de gás seco que ocupa um volume de 1 m³ ou 1 cm³ a uma temperatura de 273,15 K (0 °C) e a uma pressão absoluta de 101,325 kPa (1 atm);
8. «vida útil», período, em anos, durante o qual os reservatórios podem ser utilizados em segurança segundo as condições de serviço estabelecidas;
9. «tipo de sistema para hidrogénio», um grupo de sistemas para hidrogénio que não apresentam diferenças entre si tanto no que diz respeito à respectiva designação comercial ou marca do fabricante como no que diz respeito aos componentes para hidrogénio que os constituem;
10. «tipo de veículo no que se refere à propulsão a hidrogénio», um grupo de veículos que não apresentam diferenças entre si tanto no que diz respeito ao estado do hidrogénio utilizado como no que diz respeito às principais características do(s) seu(s) sistema(s) para hidrogénio;
11. «tipo de componente para hidrogénio», um grupo de componentes para hidrogénio que não apresentam diferenças entre si no que diz respeito aos seguintes aspectos:
 - a) marca ou designação comercial do fabricante;
 - b) classificação;
 - c) função principal;
12. «sistema de comando electrónico», uma combinação de unidades, concebidas para cooperar na execução da função de comando do referido veículo mediante o processamento electrónico de dados;
13. «sistemas complexos de comando electrónico de veículos», sistemas de comando electrónico que estão sujeitos a uma hierarquia de comando na qual uma função comandada electronicamente pode ser invalidada por um sistema ou uma função de nível superior e passar a integrar o sistema complexo;
14. «reservatório», qualquer sistema utilizado para o armazenamento de hidrogénio criogénico ou de hidrogénio gasoso comprimido, excluindo todos os outros componentes para hidrogénio que estejam ligados ao reservatório ou instalados no seu interior;
15. «conjunto de reservatórios», dois ou mais reservatórios com tubagens de alimentação de interligação integral, devidamente resguardados no interior de um invólucro ou uma estrutura de protecção.
16. «ciclo de funcionamento», um ciclo de arranque e paragem do(s) sistema(s) de conversão de hidrogénio;
17. «ciclo de enchimento», um aumento de pressão de mais de 25 % da pressão de serviço do reservatório devido a uma fonte externa de hidrogénio;
18. «regulador de pressão», um dispositivo destinado a controlar a pressão do combustível gasoso fornecido ao sistema de conversão de hidrogénio;
19. «primeiro regulador de pressão», o regulador de pressão cuja pressão de entrada seja a pressão do reservatório;
20. «válvula anti-retorno», uma válvula automática que permite a circulação do hidrogénio num só sentido;
21. «pressão», a pressão manométrica medida em MPa em relação à pressão atmosférica, salvo indicação em contrário.
22. «ligações», todos os dispositivos de conexão utilizados num sistema de canalizações, tubagens ou mangas;
23. «tubagem flexível de alimentação», um sistema de tubos ou mangas flexíveis através do qual circula o hidrogénio;
24. «permutador de calor», um dispositivo de aquecimento do hidrogénio;
25. «filtro de hidrogénio», um filtro utilizado para separar o óleo, a água e a sujidade do hidrogénio;
26. «válvula automática», uma válvula que não é accionada manualmente mas sim por meio de um actuador, com excepção das válvulas anti-retorno definidas no ponto 20;
27. «dispositivo limitador de pressão», um dispositivo de abertura irreversível, que uma vez activado nas condições especificadas, se utiliza para libertar o líquido de um sistema de hidrogénio pressurizado;
28. «válvula de decompressão», um dispositivo de reposição activado por pressão que, quando activado nas condições especificadas, se utiliza para libertar o líquido de um sistema de hidrogénio pressurizado;

29. «conexão ou recipiente de reabastecimento», um dispositivo para encher o reservatório no posto de reabastecimento;
30. «sistema de armazenagem amovível», um sistema amovível num veículo que alberga e protege um ou mais reservatórios ou um conjunto de reservatórios;
31. «conector do sistema de armazenagem amovível», o dispositivo de conexão do hidrogénio entre um sistema de armazenamento amovível e a secção do sistema para hidrogénio instalada em regime permanente no veículo;
32. «autofixação», o processo de aplicação de pressão utilizado no fabrico de reservatórios compósitos com invólucros metálicos, que consiste em esforçar o invólucro para além do seu limite de elasticidade, o suficiente para causar deformação plástica permanente, resultando em tensões de compressão no invólucro e tensões de tracção nas fibras, com pressão interna nula;
33. «invólucro», o recipiente utilizado como revestimento interior estanque ao gás, em torno do qual são bobinadas fibras de reforço (filamento) para se obter a necessária resistência;
34. «temperatura ambiente», a amplitude térmica correspondente a $20\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$;
35. «unidades», as mais pequenas divisões de componentes do sistema para efeitos do anexo VI, uma vez que estas combinações de componentes são tratadas como entidades únicas para efeitos de identificação, análise ou substituição;
36. «distância do veículo ao solo», a distância entre o plano de apoio e a parte inferior do veículo;
37. «dispositivo de segurança», um dispositivo que garante um funcionamento seguro no intervalo de funcionamento normal ou no intervalo de avarias admissíveis do sistema;
38. «sistema de conversão de hidrogénio», qualquer sistema concebido para converter hidrogénio em energia eléctrica, mecânica ou térmica como, por exemplo, o(s) sistema(s) de propulsão ou a unidade ou unidades de propulsão auxiliares;
39. «intervalo de avarias inadmissíveis» de uma variável de um processo, o intervalo no qual é de prever a ocorrência de um evento indesejado;
40. «gás de ensaio de estanquidade», hidrogénio, hélio ou uma mistura de gases inertes que contenha uma quantidade comprovadamente detectável de gás de hélio ou hidrogénio;
41. «intervalo de funcionamento normal» de uma variável de um processo, o intervalo previsto para os respectivos valores;
42. «pressão externa», a pressão exercida no lado convexo do reservatório interno ou da camisa exterior;
43. «camisa exterior», a parte do reservatório que envolve o(s) reservatório(s) interno(s) e o seu sistema de isolamento;
44. «tubagem rígida de alimentação», um sistema de tubos não projectado para flectir em condições normais de funcionamento, através do qual circula o hidrogénio;
45. «sistema de gestão de evaporações», o sistema que torna inofensivos os gases evaporados em condições normais;
46. «sistemas de segurança equipados com instrumentos», os sistemas de controlo de processos que, através de uma intervenção automática no processo, evitam que se atinja um intervalo de avarias inadmissíveis;
47. «lote», uma quantidade de reservatórios acabados produzidos sem interrupção, com os mesmos tamanho, concepção, materiais de construção especificados, processo de fabrico, equipamento para fabrico, e, se aplicável, condições de tempo, temperatura e atmosfera durante o tratamento térmico;
48. «equipamento do reservatório», todos os dispositivos fixados directamente ao reservatório interno ou à camisa exterior do reservatório;
49. «reservatório acabado», um reservatório representativo de uma produção normal, dotado de revestimento exterior, incluindo isolamento integral especificado pelo fabricante, mas sem isolamento ou protecção não integral;
50. «pressão de rebentamento», a pressão à qual ocorre a ruptura do reservatório;
51. «intervalo de avarias admissíveis» de uma variável de processo, o intervalo entre o intervalo de funcionamento normal e o intervalo de avarias inadmissíveis;
52. «sistema de evaporação», o sistema que, em condições normais, liberta o vapor antes da abertura do dispositivo limitador de pressão do reservatório;
53. «válvula manual», uma válvula accionada manualmente;
54. «conceito de segurança», as medidas concebidas para garantir um funcionamento seguro na eventualidade de ocorrência de uma avaria ou de defeitos aleatórios;
55. «sistemas de monitorização e controlo da utilização», o sistema que conta os ciclos de enchimento e evita que o veículo continue a ser utilizado uma vez ultrapassado um número predeterminado de ciclos de enchimento;
56. «linha de abastecimento de combustível», a linha que abastece de hidrogénio o(s) sistema(s) de conversão de hidrogénio;
57. «reservatório em materiais compósitos», um reservatório fabricado com mais de um material;

58. «bobinado», um filamento contínuo impregnado de resina, utilizado como reforço em torno de um invólucro;
59. «pressão de autofixação», a pressão no interior do reservatório bobinado, à qual se estabelece a distribuição pretendida de tensões entre o invólucro e o filamento bobinado;
60. «limite de funcionamento», os limites físicos exteriores dentro dos quais o sistema tem capacidade para manter o controlo;
61. «intervalo de controlo», o intervalo no qual é provável que o sistema exerça o controlo em relação a uma variável de saída;
62. «ligações de transmissão», os meios utilizados para interconectar as diferentes unidades para efeitos de transmissão de sinais e de dados operacionais ou de alimentação de energia;
63. «sistemas/funções de nível superior», controlos que utilizam dispositivos adicionais de processamento e/ou de detecção para modificar o comportamento do veículo ao determinarem variações nas funções normais do sistema de comando do veículo.

Artigo 2.º

Disposições administrativas relativas à homologação CE de um modelo de veículo no que diz respeito à propulsão a hidrogénio

1. O fabricante ou o seu representante devem apresentar à entidade homologadora o pedido de homologação CE de um modelo de veículo no que diz respeito à propulsão a hidrogénio.

2. O pedido deve ser elaborado em conformidade com o modelo de ficha de informações que consta da parte 1 do anexo I.

O fabricante deve fornecer a informação constante da parte 3 do anexo I para efeitos da revalidação periódica mediante inspeção durante a vida útil do veículo.

3. Uma vez cumpridos os requisitos pertinentes constantes da parte 1 do anexo III ou da parte 1 do anexo IV, do anexo V e do anexo VI, a entidade homologadora concede a homologação CE e emite um número de homologação em conformidade com o sistema de numeração estabelecido no anexo VII da Directiva 2007/46/CE.

Um Estado-Membro não pode atribuir o mesmo número a outro modelo de veículo.

4. Para efeitos do n.º 3, a entidade homologadora emite um certificado de homologação CE em conformidade com o modelo constante da parte 2 do anexo I.

Artigo 3.º

Disposições administrativas relativas à homologação CE de componente para sistemas e componentes para hidrogénio

1. O fabricante ou o seu representante devem apresentar à entidade homologadora o pedido de homologação CE de tipo de componente para um tipo de componente ou sistema para hidrogénio.

O pedido deve ser elaborado em conformidade com o modelo de ficha de informações que consta da parte 1 do anexo II.

2. Uma vez cumpridos os requisitos pertinentes constantes dos anexos III ou IV, a entidade homologadora concede a homologação CE de componente e emite um número de homologação em conformidade com o sistema de numeração estabelecido no anexo VII da Directiva 2007/46/CE.

Um Estado-Membro não pode atribuir o mesmo número a outro tipo de componente ou sistema para hidrogénio.

3. Para efeitos do n.º 2, a entidade homologadora emite um certificado de homologação CE em conformidade com o modelo constante da parte 2 do anexo II.

Artigo 4.º

Para efeitos da homologação CE de veículos completos movidos a hidrogénio em conformidade com os artigos 6.º e 9.º da Directiva 2007/46/CE, não são aplicáveis:

1. Directiva 80/1268/CEE do Conselho ⁽¹⁾;
2. Directiva 80/1269/CEE do Conselho ⁽²⁾, no que diz respeito aos veículos movidos a hidrogénio propulsionados por um motor de combustão interna;
3. Anexo I da Directiva 70/221/CEE ⁽³⁾ do Conselho;
4. N.º 3.3.5 do anexo II e n.º 4.3.2 do apêndice 1 do anexo II da Directiva 96/27/CE do Parlamento Europeu e do Conselho ⁽⁴⁾;
5. N.º 3.2.6 do anexo II e n.º 1.4.2.2 do apêndice 1 do anexo II da Directiva 96/79/CE do Parlamento Europeu e do Conselho ⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ JO L 375 de 31.12.1980, p. 36.

⁽²⁾ JO L 375 de 31.12.1980, p. 46.

⁽³⁾ JO L 76 de 6.4.1970, p. 23.

⁽⁴⁾ JO L 169 de 8.7.1996, p. 1.

⁽⁵⁾ JO L 18 de 21.1.1997, p. 7.

*Artigo 5.º***Marca de homologação CE de componente**

Qualquer componente para hidrogénio ou sistema para hidrogénio conforme a um tipo a que tenha sido concedida uma homologação CE de componente em aplicação do presente regulamento deve exibir uma marca de homologação CE de componente, tal como indicado na parte 3 do anexo II.

O presente regulamento é obrigatório em todos os seus elementos e directamente aplicável em todos os Estados-Membros.

Feito em Bruxelas, em 26 de Abril de 2010.

*Artigo 6.º***Entrada em vigor**

O presente regulamento entra em vigor no vigésimo dia seguinte ao da sua publicação no *Jornal Oficial da União Europeia*.

Pela Comissão

O Presidente

José Manuel BARROSO

LISTA DOS ANEXOS

ANEXO I	Documentos administrativos relativos à homologação CE de um modelo de veículo no que diz respeito à propulsão a hidrogénio
Parte 1	Ficha de informações
Parte 2	Certificado de homologação CE
Parte 3	Informações a prestar para efeitos de inspeção
ANEXO II	Documentos administrativos relativos à homologação CE de componente de sistemas e componentes para hidrogénio
Parte 1	Ficha de informações
Parte 2	Certificado de homologação CE
Parte 3	Marca de homologação CE de componente
ANEXO III	Requisitos aplicáveis aos componentes e sistemas para hidrogénio concebidos para utilizar hidrogénio líquido e à sua instalação em veículos movidos a hidrogénio
Parte 1	Requisitos aplicáveis à instalação de componentes e sistemas para hidrogénio concebidos para utilizar hidrogénio líquido em veículos movidos a hidrogénio
Parte 2	Requisitos para os reservatórios de hidrogénio concebidos para utilizar hidrogénio líquido
Parte 3	Requisitos aplicáveis aos componentes para hidrogénio, com excepção dos reservatórios concebidos para utilizar hidrogénio líquido
ANEXO IV	Requisitos aplicáveis aos componentes e sistemas para hidrogénio concebidos para utilizar hidrogénio (gasoso) comprimido e à sua instalação em veículos movidos a hidrogénio
Parte 1	Requisitos aplicáveis à instalação de componentes e sistemas para hidrogénio concebidos para utilizar hidrogénio líquido em veículos movidos a hidrogénio
Parte 2	Requisitos para os reservatórios de hidrogénio concebidos para utilizar hidrogénio (gasoso) comprimido
Parte 3	Requisitos para os componentes para hidrogénio, salvo os reservatórios concebidos para utilizar hidrogénio (gasoso) comprimido
ANEXO V	Requisitos aplicáveis à identificação do veículo
ANEXO VI	Requisitos de segurança aplicáveis aos sistemas complexos de comando electrónico de veículos
ANEXO VII	Normas a que o presente regulamento faz referência

ANEXO I

Documentos administrativos relativos à homologação CE de um modelo de veículo no que diz respeito à propulsão a hidrogénio

PARTE 1

MODELO

FICHA DE INFORMAÇÕES N.º ...

relativa à homologação CE de um modelo de veículo no que diz respeito à propulsão a hidrogénio

As seguintes informações devem ser fornecidas em triplicado e incluir um índice. Se houver desenhos, estes devem ser fornecidos à escala adequada e com pormenor suficiente, em formato A4 ou dobrados nesse formato. Se houver fotografias, estas devem ser suficientemente pormenorizadas.

No caso de os componentes possuírem controlos electrónicos, devem ser fornecidas as informações pertinentes relacionadas com o seu desempenho.

- 0. GENERALIDADES
 - 0.1. Marca (designação comercial do fabricante):
 - 0.2. Modelo/tipo:
 - 0.2.1 Designação(ões) comercial(ais) (se disponíveis):
 - 0.3. Meios de identificação do modelo, se marcados no veículo ⁽¹⁾ ^(b):
 - 0.3.1. Localização dessa marcação:
 - 0.4. Categoria do veículo ^(c):
 - 0.5. Nome e endereço do fabricante:
 - 0.8. Nome(s) e endereço(s) da ou das instalações de montagem:
 - 0.9. Nome e endereço do representante do fabricante (se aplicável):
- 1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DE CONSTRUÇÃO DO VEÍCULO
 - 1.1. Fotografias e/ou desenhos de um veículo representativo:
 - 1.3.3. Eixos motores (número, posição, interligação):
 - 1.4. Quadro (se existir) (desenho global):
- 3. MOTOR
 - 3.9. **Propulsão a hidrogénio**
 - 3.9.1. Sistema para hidrogénio concebido para utilizar hidrogénio líquido/Sistema para hidrogénio concebido para utilizar hidrogénio (gasoso) comprimido ⁽¹⁾
 - 3.9.1.1. Descrição e/ou desenhos do sistema para hidrogénio:
 - 3.9.1.2. Nome e endereço do(s) fabricante(s) do sistema para hidrogénio utilizado para a propulsão do veículo:
 - 3.9.1.3. Código(s) de motor do fabricante (conforme marcação no motor, ou outro meio de identificação):
 - 3.9.1.4. Válvula(s) de fecho automático: sim/não ⁽¹⁾
 - 3.9.1.4.1. Marca(s):
 - 3.9.1.4.2. Modelo/tipo:
 - 3.9.1.4.3. Pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) ⁽¹⁾ ⁽²⁾ MPA
 - 3.9.1.4.4. Pressão(ões) nominal(ais) de serviço e, se a jusante do primeiro regulador de pressão, a(s) pressão(ões) máxima(s) de serviço autorizada(s) ⁽¹⁾ ⁽²⁾: MPA
 - 3.9.1.4.5. Temperatura de funcionamento ⁽¹⁾:
 - 3.9.1.4.6. Número de ciclos de enchimento ou ciclos de funcionamento, consoante o caso ⁽¹⁾:
 - 3.9.1.4.7. Número de homologação:
 - 3.9.1.4.8. Material:
 - 3.9.1.4.9. Princípios de funcionamento:
 - 3.9.1.4.10. Descrição e desenhos:

3.9.1.5.	Válvula(s) de regulação ou válvula(s) anti-retorno: sim/não ⁽¹⁾	
3.9.1.5.1.	Marca(s):	
3.9.1.5.2.	Modelo/tipo:	
3.9.1.5.3.	Pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.5.4.	Pressão(ões) nominal(ais) de serviço e, se a jusante do primeiro regulador de pressão, a(s) pressão(ões) máxima(s) de serviço autorizada(s) ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.5.5.	Temperatura de funcionamento ⁽¹⁾ :	
3.9.1.5.6.	Número de ciclos de enchimento ou ciclos de funcionamento, consoante o caso ⁽¹⁾ :	
3.9.1.5.7.	Número de homologação:	
3.9.1.5.8.	Material:	
3.9.1.5.9.	Princípios de funcionamento:	
3.9.1.5.10.	Descrição e desenhos	
3.9.1.6.	Reservatório(s) e conjunto de reservatórios: sim/não ⁽¹⁾	
3.9.1.6.1.	Marca(s):	
3.9.1.6.2.	Modelo/tipo:	
3.9.1.6.3.	Pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.6.4.	Pressão nominal de serviço ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.6.5.	Número de ciclos de enchimento ⁽¹⁾ :	
3.9.1.6.6.	Temperatura de funcionamento ⁽¹⁾ :	
3.9.1.6.7.	Capacidade:	litros (água)
3.9.1.6.8.	Número de homologação:	
3.9.1.6.9.	Material:	
3.9.1.6.10.	Princípios de funcionamento:	
3.9.1.6.11.	Descrição e desenhos:	
3.9.1.7.	Ligações: sim/não ⁽¹⁾	
3.9.1.7.1.	Marca(s):	
3.9.1.7.2.	Modelo/tipo:	
3.9.1.7.3.	Pressão(ões) nominal(ais) de serviço e, se a jusante do primeiro regulador de pressão, a(s) pressão(ões) máxima(s) de serviço autorizada(s) ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.7.4.	Número de ciclos de enchimento ou ciclos de funcionamento, consoante o caso:	
3.9.1.7.5.	Número de homologação:	
3.9.1.7.6.	Material:	
3.9.1.7.7.	Princípios de funcionamento:	
3.9.1.7.8.	Descrição e desenhos:	
3.9.1.8.	Tubagens flexíveis de alimentação: sim/não ⁽¹⁾	
3.9.1.8.1.	Marca(s):	
3.9.1.8.2.	Modelo/tipo:	
3.9.1.8.3.	Pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.8.4.	Pressão(ões) nominal(ais) de serviço e, se a jusante do primeiro regulador de pressão, a(s) pressão(ões) máxima(s) de serviço autorizada(s) ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.8.5.	Temperatura de funcionamento ⁽¹⁾ :	
3.9.1.8.6.	Número de ciclos de enchimento ou ciclos de funcionamento, consoante o caso ⁽¹⁾ :	
3.9.1.8.7.	Número de homologação:	
3.9.1.8.8.	Material:	
3.9.1.8.9.	Princípios de funcionamento:	

3.9.1.8.10.	Descrição e desenhos:	
3.9.1.9.	Permutador(es) de calor: sim/não ⁽¹⁾	
3.9.1.9.1.	Marca(s):	
3.9.1.9.2.	Modelo/tipo:	
3.9.1.9.3.	Pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.9.4.	Pressão(ões) nominal(ais) de serviço e, se a jusante do primeiro regulador de pressão, a(s) pressão(ões) máxima(s) de serviço autorizada(s) ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.9.5.	Temperatura de funcionamento ⁽¹⁾ :	
3.9.1.9.6.	Número de ciclos de enchimento ou ciclos de funcionamento, consoante o caso ⁽¹⁾ :	
3.9.1.9.7.	Número de homologação:	
3.9.1.9.8.	Material:	
3.9.1.9.9.	Princípios de funcionamento:	
3.9.1.9.10.	Descrição e desenhos:	
3.9.1.10.	Filtro(s) de hidrogénio: sim/não ⁽¹⁾	
3.9.1.10.1.	Marca(s):	
3.9.1.10.2.	Modelo/tipo:	
3.9.1.10.3.	Pressão(ões) nominal(ais) de serviço e, se a jusante do primeiro regulador de pressão, a(s) pressão(ões) máxima(s) de serviço autorizada(s) ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.10.4.	Número de ciclos de enchimento ou ciclos de funcionamento, consoante o caso ⁽¹⁾ :	
3.9.1.10.5.	Número de homologação:	
3.9.1.10.6.	Material:	
3.9.1.10.7.	Princípios de funcionamento:	
3.9.1.10.8.	Descrição e desenhos:	
3.9.1.11.	Sensores de deteção de fugas de hidrogénio:	
3.9.1.11.1.	Marca(s):	
3.9.1.11.2.	Modelo/tipo:	
3.9.1.11.3.	Pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.11.4.	Pressão(ões) nominal(ais) de serviço e, se a jusante do primeiro regulador de pressão, a(s) pressão(ões) máxima(s) de serviço autorizada(s) ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.11.5.	Temperatura de funcionamento ⁽¹⁾ :	
3.9.1.11.6.	Número de ciclos de enchimento ou ciclos de funcionamento, consoante o caso ⁽¹⁾ :	
3.9.1.11.7.	Valores de regulação	
3.9.1.11.8.	Número de homologação:	
3.9.1.11.9.	Material:	
3.9.1.11.10.	Princípios de funcionamento:	
3.9.1.11.11.	Descrição e desenhos:	
3.9.1.12.	Válvula(s) manual(ais) ou automática(s): sim/não ⁽¹⁾	
3.9.1.12.1.	Marca(s)	
3.9.1.12.2.	Modelo/tipo:	
3.9.1.12.3.	Pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.12.4.	Pressão(ões) nominal(ais) de serviço e, se a jusante do primeiro regulador de pressão, a(s) pressão(ões) máxima(s) de serviço autorizada(s) ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.12.5.	Temperatura de funcionamento ⁽¹⁾ :	
3.9.1.12.6.	Número de ciclos de enchimento ou ciclos de funcionamento, consoante o caso ⁽¹⁾ :	
3.9.1.12.7.	Número de homologação:	
3.9.1.12.8.	Material:	

3.9.1.12.9.	Princípios de funcionamento:	
3.9.1.12.10.	Descrição e desenhos:	
3.9.1.13.	Sensores de pressão e/ou de temperatura e/ou de hidrogénio e/ou de fluxo ⁽¹⁾ : sim/não ⁽¹⁾ ..	
3.9.1.13.1.	Marca(s):	
3.9.1.13.2.	Modelo/tipo:	
3.9.1.13.3.	Pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) ⁽¹⁾ ⁽²⁾	MPa
3.9.1.13.4.	Pressão(ões) nominal(ais) de serviço e, se a jusante do primeiro regulador de pressão, a(s) pressão(ões) máxima(s) de serviço autorizada(s) ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.13.5.	Temperatura de funcionamento ⁽¹⁾ :	
3.9.1.13.6.	Número de ciclos de enchimento ou ciclos de funcionamento, consoante o caso ⁽¹⁾ :	
3.9.1.13.7.	Valores de regulação:	
3.9.1.13.8.	Número de homologação:	
3.9.1.13.9.	Material:	
3.9.1.13.10.	Princípios de funcionamento:	
3.9.1.13.11.	Descrição e desenhos:	
3.9.1.14.	Regulador(es) de pressão: sim/não ⁽¹⁾	
3.9.1.14.1.	Marca(s):	
3.9.1.14.2.	Modelo/tipo:	
3.9.1.14.3.	Número de pontos de regulação principais:	
3.9.1.14.4.	Descrição dos princípios de regulação por meio dos pontos de regulação principais:	
3.9.1.14.5.	Número de pontos de regulação principais:	
3.9.1.14.6.	Descrição dos princípios de regulação por meio dos pontos de regulação principais:	
3.9.1.14.7.	Outras possibilidades de regulação: em caso afirmativo, descrevê-las e juntar esquemas:	
3.9.1.14.8.	Pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.14.9.	Pressão(ões) nominal(ais) de serviço e, se a jusante do primeiro regulador de pressão, a(s) pressão(ões) máxima(s) de serviço autorizada(s) ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.14.10.	Temperatura de funcionamento ⁽¹⁾ :	
3.9.1.14.11.	Número de ciclos de enchimento ou ciclos de funcionamento, consoante o caso ⁽¹⁾ :	
3.9.1.14.12.	Pressão de entrada e de saída:	
3.9.1.14.13.	Número de homologação:	
3.9.1.14.14.	Material:	
3.9.1.14.15.	Princípios de funcionamento:	
3.9.1.14.16.	Descrição e desenhos:	
3.9.1.15.	Dispositivo limitador de pressão: sim/não ⁽¹⁾	
3.9.1.15.1.	Marca(s):	
3.9.1.15.2.	Modelo/tipo:	
3.9.1.15.3.	Pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.15.4.	Temperatura de funcionamento ⁽¹⁾ :	
3.9.1.15.5.	Pressão de regulação ⁽¹⁾ :	
3.9.1.15.6.	Temperatura de regulação ⁽¹⁾ :	
3.9.1.15.7.	Capacidade de purga ⁽¹⁾ :	
3.9.1.15.8.	Temperatura máxima em condições normais de funcionamento: ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	°C
3.9.1.15.9.	Pressão(ões) nominal(ais) de serviço ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.15.10.	Número de ciclos de enchimento (apenas para componentes de classe 0) ⁽¹⁾ :	
3.9.1.15.11.	Número de homologação:	

3.9.1.15.12.	Material:	
3.9.1.15.13.	Princípios de funcionamento:	
3.9.1.15.14.	Descrição e desenhos:	
3.9.1.16.	Válvula de descompressão: sim/não ⁽¹⁾	
3.9.1.16.1.	Marca(s):	
3.9.1.16.2.	Modelo/tipo:	
3.9.1.16.3.	Pressão(ões) nominal(ais) de serviço e, se a jusante do primeiro regulador de pressão, a(s) pressão(ões) máxima(s) de serviço autorizada(s) ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.16.4.	Pressão de regulação ⁽¹⁾ :	
3.9.1.16.5.	Número de ciclos de enchimento ou ciclos de funcionamento, consoante o caso ⁽¹⁾ :	
3.9.1.16.6.	Número de homologação:	
3.9.1.16.7.	Material:	
3.9.1.16.8.	Princípios de funcionamento:	
3.9.1.16.9.	Descrição e desenhos:	
3.9.1.17.	Conexão ou recipiente de reabastecimento: sim/não ⁽¹⁾	
3.9.1.17.1.	Marca(s):	
3.9.1.17.2.	Modelo/tipo:	
3.9.1.17.3.	Pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.17.4.	Temperatura de funcionamento ⁽¹⁾ :	
3.9.1.17.5.	Pressão(ões) nominal(ais) de serviço ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.17.6.	Número de ciclos de enchimento (apenas para componentes de classe 0) ⁽¹⁾ :	
3.9.1.17.7.	Número de homologação:	
3.9.1.17.8.	Material:	
3.9.1.17.9.	Princípios de funcionamento:	
3.9.1.17.10.	Descrição e desenhos:	
3.9.1.18.	Conector do sistema de armazenagem amovível: sim/não ⁽¹⁾	
3.9.1.18.1.	Marca(s):	
3.9.1.18.2.	Modelo/tipo:	
3.9.1.18.3.	Pressão(ões) nominal(ais) de serviço e pressão(ões) máxima(s) de serviço autorizada(s) ⁽²⁾ : ...	MPa
3.9.1.18.4.	Número de ciclos de funcionamento:	
3.9.1.18.5.	Número de homologação:	
3.9.1.18.6.	Material:	
3.9.1.18.7.	Princípios de funcionamento:	
3.9.1.18.8.	Descrição e desenhos:	
3.9.2.	Outra documentação:	
3.9.2.1.	Diagrama de processo (fluxograma) do sistema para hidrogénio:	
3.9.2.2.	Disposição do sistema, incluindo ligações eléctricas e outros sistemas externos (entradas e/ou saídas, etc.):	
3.9.2.3.	Chave dos símbolos utilizados na documentação:	
3.9.2.4.	Dados de regulação dos dispositivos limitadores de pressão e dos reguladores de pressão: ...	
3.9.2.5.	Disposição do(s) sistema(s) de aquecimento/arrefecimento, incluindo a pressão nominal de serviço autorizada ou a pressão máxima de serviço autorizada (PNSA ou PMSA) e as temperaturas de funcionamento:	
3.9.2.6.	Desenhos descritivos dos requisitos de instalação e operação.	

Notas explicativas:

⁽¹⁾ Riscar o que não interessa (há casos em que nada precisa de ser suprimido, quando for aplicável mais de uma entrada).

⁽²⁾ Especificar a tolerância.

^(b) Se os meios de identificação do modelo contiverem caracteres não relevantes para a descrição do modelo de veículo ou do tipo de componente ou unidade técnica autónoma a que se refere a presente ficha de informações, esses caracteres devem ser indicados na documentação por meio do símbolo «?» (por exemplo, ABC??123??).

^(c) Classificação de acordo com as definições dadas na parte A do anexo II da Directiva 2007/46/CE.

Apêndice da ficha de informações

Declaração de serviço relativa aos reservatórios de hidrogénio

Fabricante Identificação	Nome do fabricante: Endereço do fabricante:
Reservatório Identificação	Identificação do reservatório: Pressão nominal de serviço: MPa Tipo: Diâmetro (1): mm Comprimento (1): mm Volume interno: litros Massa em vazio: kg Roscagens do reservatório:
Reservatório Vida útil	Vida útil máxima: anos Número máximo de ciclos de enchimento: ciclos
Reservatório Instruções especiais	Fabricante do dispositivo limitador de pressão: Identificação do dispositivo limitador de pressão: Número(s) do desenho do dispositivo limitador de pressão:
Reservatório Gases de apoio	Modo de suporte: Montagem no gargalo/cilindro (2) Número(s) do desenho do suporte:
Reservatório Dispositivo de protecção	Finalidade da protecção: Número(s) do desenho do revestimento de protecção:
Reservatório Descrição	Número(s) do(s) desenho(s) do reservatório: Os desenhos do reservatório devem fornecer pelo menos os seguintes elementos: — Referência ao presente regulamento e ao tipo de reservatório — Dimensões geométricas principais e respectivas tolerâncias — Materiais do reservatório — Massa e volume interno do reservatório, incluindo tolerâncias — Dados pormenorizados do revestimento exterior de protecção — Sistema de protecção contra incêndios do reservatório
Reservatório Resistência à corrosão	Utilização de inibidores de corrosão do reservatório: sim/não (2) Fabricante dos inibidores de corrosão: Identificação dos inibidores de corrosão:
Informações adicionais:	1. Dados relativos ao fabrico, incluindo tolerâncias, se for caso disso: — Extrusão dos tubos, deformação a frio, concepção dos tubos, enformação das extremidades, soldadura, tratamento térmico e processos de limpeza aplicáveis ao fabrico do metal de todos os reservatórios concebidos para o uso de hidrogénio líquido e dos reservatórios de tipo 1, 2 e 3 concebidos para o uso de hidrogénio (gasoso) comprimido — Referência ao processo de fabrico — Critérios de aceitação do controlo não destrutivo (CND) — Processos de fabrico de compósitos e autofixação em conformidade com o ponto 3.7.2. da parte 2 do anexo IV no que respeita ao fabrico dos reservatórios de tipo 2, 3 e 4 concebidos para o uso de hidrogénio (gasoso) comprimido — Inspeção de fabrico final do acabamento superficial, pormenores da roscagem e dimensões principais 2. Um quadro de síntese dos resultados da análise de tensões

Declaração de serviço do reservatório	<p>O fabricante declara que o modelo do reservatório é adequado para uso durante a vida útil especificada nas condições de serviço estabelecidas no ponto 2.7 do anexo IV do Regulamento (UE) n.º 406/2010.</p> <p>Fabricante:</p> <p>Nome, cargo e assinatura:</p> <p>Local, data:</p>
---------------------------------------	---

Notas explicativas:

(¹) Pode ser substituído por outras dimensões que caracterizem a forma do reservatório.

(²) Riscar o que não interessa.

PARTE 2

MODELO

Formato máximo: A4 (210 × 297 mm)

CERTIFICADO DE HOMOLOGAÇÃO CE

Carimbo da entidade responsável pela homologação

Comunicação relativa à:

- | | | |
|--|---|---|
| — homologação CE ⁽¹⁾ | } | de um modelo de veículo no que diz respeito à propulsão a hidrogénio ⁽¹⁾ |
| — extensão da homologação CE ⁽¹⁾ | | |
| — recusa da homologação CE ⁽¹⁾ | | |
| — revogação da homologação CE ⁽¹⁾ | | |

em aplicação do Regulamento (CE) n.º 79/2009, aplicado pelo Regulamento (UE) n.º 406/2010.

Número da homologação CE:

Razão da extensão:

PARTE I

- 0.1. Marca (designação comercial do fabricante):
- 0.2. Tipo:
 - 0.2.1. Designação(ões) comercial(ais) (se disponíveis):
- 0.3. Meios de identificação do modelo, se marcados no veículo ⁽²⁾:
 - 0.3.1. Localização dessa marcação:
- 0.4. Categoria do veículo ⁽³⁾:
- 0.5. Nome e endereço do fabricante:
- 0.8. Nome(s) e endereço(s) da ou das instalações de montagem:
- 0.9. Nome e endereço do representante do fabricante (se aplicável):

PARTE II

1. Informação suplementar (se aplicável): ver Adenda
2. Serviço técnico responsável pela realização dos ensaios:

⁽¹⁾ Riscar o que não interessa.⁽²⁾ Se os meios de identificação do modelo contiverem caracteres não relevantes para a descrição do modelo de veículo ou do tipo de componente ou unidade técnica autónoma a que se refere a presente ficha de informações, esses caracteres devem ser indicados na documentação por meio do símbolo «?» (por exemplo, ABC??123??).⁽³⁾ Conforme definido na parte A do anexo II da Directiva 2007/46/CE.

3. Data do relatório de ensaio:
4. Número do relatório de ensaio:
5. Observações (se for caso disso): ver Adenda
6. Local:
7. Data:
8. Assinatura:

Anexos: Dossier de homologação.
Relatório de ensaio.

*Adenda***ao certificado de homologação CE n.º ...****relativa à homologação CE de um modelo de veículo no que diz respeito à propulsão a hidrogénio**

1. Informações adicionais:
 - 1.1. Veículo equipado com um sistema para hidrogénio concebido para utilizar hidrogénio líquido/sistema de hidrogénio concebido para utilizar hidrogénio (gasoso) comprimido ⁽¹⁾
2. Número de homologação CE de cada componente ou unidade técnica instalados no modelo de veículo para fins de conformidade com o presente regulamento
 - 2.1. Sistema(s) para hidrogénio:
 - 2.2. Válvula(s) de fecho automático:
 - 2.3. Válvula(s) de regulação ou válvula(s) anti-retorno:
 - 2.4. Reservatório(s) e conjunto de reservatórios:
 - 2.5. Ligações:
 - 2.6. Tubagens flexíveis de alimentação:
 - 2.7. Permutador(es) de calor:
 - 2.8. Filtro(s) de hidrogénio:
 - 2.9. Sensores de deteção de fugas de hidrogénio:
 - 2.10. Válvula(s) manual(ais) ou automática(s):
 - 2.11. Sensores de pressão e/ou de temperatura e/ou de hidrogénio e/ou de fluxo ⁽¹⁾:
 - 2.12. Regulador(es) de pressão:
 - 2.13. Dispositivo limitador de pressão:
 - 2.14. Válvula de descompressão:
 - 2.15. Conexão ou recipiente de reabastecimento:
 - 2.16. Conector do sistema de armazenagem amovível:
3. Observações:

⁽¹⁾ Riscar o que não interessa.

PARTE 3

Informações a prestar para efeitos de inspecção

1. Os fabricantes devem facultar:
 - a) recomendações em matéria de inspecção ou ensaio do sistema para hidrogénio durante a sua vida útil;
 - b) informação sobre a necessidade de realizar inspecções periódicas, bem como sobre a respectiva frequência, no manual do utilizador do veículo ou aposta numa etiqueta colocada perto da chapa regulamentar prescrita pela Directiva 76/114/CEE ⁽¹⁾.
2. As informações especificadas na parte 1 são disponibilizadas pelos fabricantes às entidades homologadoras e às autoridades competentes dos Estados-Membros responsáveis pela inspecção periódica dos veículos, sob a forma de manuais ou através de meios electrónicos (como, por exemplo, CD-ROM e serviços em linha).

⁽¹⁾ JO L 24 de 30.1.1976, p. 1.

ANEXO II

Documentos administrativos relativos à homologação CE de componente de sistemas e componentes para hidrogénio

PARTE 1

MODELO

FICHA DE INFORMAÇÕES N.º ...

relativa à homologação CE de componente de um sistema ou componente para hidrogénio

As seguintes informações devem ser fornecidas em triplicado e incluir um índice. Se houver desenhos, estes devem ser fornecidos à escala adequada e com pormenor suficiente, em formato A4 ou dobrados nesse formato. Se houver fotografias, estas devem ser suficientemente pormenorizadas.

No caso de os componentes possuírem controlos electrónicos, devem ser fornecidas as informações pertinentes relacionadas com o seu desempenho.

0.	GENERALIDADES	
0.1.	Marca (designação comercial do fabricante):	
0.2.	Modelo/tipo:	
0.2.1	Designação(ões) comercial(ais) (se disponíveis):	
0.2.2	Número de referência ou de peça do componente ⁽¹⁾ :	
0.2.3	Número(s) de referência ou de peça do(s) componente(s) do sistema: ⁽¹⁾	
0.2.4	Número de referência ou de peça do sistema ⁽¹⁾ :	
0.5.	Nome(s) e endereço(s) do fabricante:	
0.7.	Localização e método de afixação da(s) marca(s) de homologação CE:	
0.8.	Nome(s) e endereço(s) da ou das instalações de montagem:	
0.9.	Nome e endereço do representante do fabricante (se existir):	
3.9.	Propulsão a hidrogénio ⁽¹⁾ :	
3.9.1.	Sistema para hidrogénio concebido para utilizar hidrogénio líquido/Sistema para hidrogénio concebido para utilizar hidrogénio (gasoso) comprimido/Componente para hidrogénio concebido para utilizar hidrogénio líquido/Componente para hidrogénio concebido para utilizar hidrogénio (gasoso) comprimido ⁽¹⁾ :	
3.9.1.1.	Descrição e/ou desenhos do sistema para hidrogénio ⁽¹⁾ :	
3.9.1.2.	Nome e endereço do(s) fabricante(s) do sistema para hidrogénio ⁽¹⁾ :	
3.9.1.3.	Código(s) do fabricante para o sistema (conforme marcação no sistema, ou outro meio de identificação) ⁽¹⁾ :	
3.9.1.4.	Válvula(s) de fecho automático: sim/não ⁽¹⁾	
3.9.1.4.1.	Marca(s):	
3.9.1.4.2.	Modelo/tipo:	
3.9.1.4.3.	Pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.4.4.	Pressão(ões) nominal(ais) de serviço e, se a jusante do primeiro regulador de pressão, a(s) pressão(ões) máxima(s) de serviço autorizada(s) ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.4.5.	Temperatura de funcionamento ⁽¹⁾ :	
3.9.1.4.6.	Número de ciclos de enchimento ou ciclos de funcionamento, consoante o caso ⁽¹⁾ :	
3.9.1.4.7.	Número de homologação:	
3.9.1.4.8.	Material:	
3.9.1.4.9.	Princípios de funcionamento:	
3.9.1.4.10.	Descrição e desenhos:	
3.9.1.5.	Válvula(s) de regulação ou válvula(s) anti-retorno: sim/não ⁽¹⁾	
3.9.1.5.1.	Marca(s):	
3.9.1.5.2.	Modelo/tipo:	
3.9.1.5.3.	Pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa

3.9.1.5.4.	Pressão(ões) nominal(ais) de serviço e, se a jusante do primeiro regulador de pressão, a(s) pressão(ões) máxima(s) de serviço autorizada(s) ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.5.5.	Temperatura de funcionamento ⁽¹⁾ :	
3.9.1.5.6.	Número de ciclos de enchimento ou ciclos de funcionamento, consoante o caso ⁽¹⁾ :	
3.9.1.5.7.	Número de homologação:	
3.9.1.5.8.	Material:	
3.9.1.5.9.	Princípios de funcionamento:	
3.9.1.5.10.	Descrição e desenhos:	
3.9.1.6.	Reservatório(s) e conjunto de reservatórios: sim/não ⁽¹⁾	
3.9.1.6.1.	Marca(s):	
3.9.1.6.2.	Modelo/tipo:	
3.9.1.6.3.	Pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.6.4.	Pressão nominal de serviço ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.6.5.	Número de ciclos de enchimento ⁽¹⁾ :	
3.9.1.6.6.	Temperatura de funcionamento ⁽¹⁾ :	
3.9.1.6.7.	Capacidade:	litros (água)
3.9.1.6.8.	Número de homologação:	
3.9.1.6.9.	Material:	
3.9.1.6.10.	Princípios de funcionamento:	
3.9.1.6.11.	Descrição e desenhos:	
3.9.1.7.	Ligações: sim/não ⁽¹⁾	
3.9.1.7.1.	Marca(s):	
3.9.1.7.2.	Modelo/tipo:	
3.9.1.7.3.	Pressão(ões) nominal(ais) de serviço e, se a jusante do primeiro regulador de pressão, a(s) pressão(ões) máxima(s) de serviço autorizada(s) ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.7.4.	Número de ciclos de enchimento ou ciclos de funcionamento, consoante o caso:	
3.9.1.7.5.	Número de homologação:	
3.9.1.7.6.	Material:	
3.9.1.7.7.	Princípios de funcionamento:	
3.9.1.7.8.	Descrição e desenhos:	
3.9.1.8.	Tubagens flexíveis de alimentação: sim/não ⁽¹⁾	
3.9.1.8.1.	Marca(s):	
3.9.1.8.2.	Modelo/tipo:	
3.9.1.8.3.	Pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.8.4.	Pressão(ões) nominal(ais) de serviço e, se a jusante do primeiro regulador de pressão, a(s) pressão(ões) máxima(s) de serviço autorizada(s) ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.8.5.	Temperatura de funcionamento ⁽¹⁾ :	
3.9.1.8.6.	Número de ciclos de enchimento ou ciclos de funcionamento, consoante o caso ⁽¹⁾ :	
3.9.1.8.7.	Número de homologação:	
3.9.1.8.8.	Material:	
3.9.1.8.9.	Princípios de funcionamento:	
3.9.1.8.10.	Descrição e desenhos:	
3.9.1.9.	Permutador(es) de calor: sim/não ⁽¹⁾	
3.9.1.9.1.	Marca(s):	
3.9.1.9.2.	Modelo/tipo:	

3.9.1.9.3.	Pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.9.4.	Pressão(ões) nominal(ais) de serviço e, se a jusante do primeiro regulador de pressão, a(s) pressão(ões) máxima(s) de serviço autorizada(s) ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.9.5.	Temperatura de funcionamento ⁽¹⁾ :	
3.9.1.9.6.	Número de ciclos de enchimento ou ciclos de funcionamento, consoante o caso ⁽¹⁾ :	
3.9.1.9.7.	Número de homologação:	
3.9.1.9.8.	Material:	
3.9.1.9.9.	Princípios de funcionamento:	
3.9.1.9.10.	Descrição e desenhos:	
3.9.1.10.	Filtro(s) de hidrogénio: sim/não ⁽¹⁾	
3.9.1.10.1.	Marca(s):	
3.9.1.10.2.	Modelo/tipo:	
3.9.1.10.3.	Pressão(ões) nominal(ais) de serviço e, se a jusante do primeiro regulador de pressão, a(s) pressão(ões) máxima(s) de serviço autorizada(s) ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.10.4.	Número de ciclos de enchimento ou ciclos de funcionamento, consoante o caso ⁽¹⁾ :	
3.9.1.10.5.	Número de homologação:	
3.9.1.10.6.	Material:	
3.9.1.10.7.	Princípios de funcionamento:	
3.9.1.10.8.	Descrição e desenhos:	
3.9.1.11.	Sensores de detecção de fugas de hidrogénio:	
3.9.1.11.1.	Marca(s):	
3.9.1.11.2.	Modelo/tipo:	
3.9.1.11.3.	Pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.11.4.	Pressão(ões) nominal(ais) de serviço e, se a jusante do primeiro regulador de pressão, a(s) pressão(ões) máxima(s) de serviço autorizada(s) ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.11.5.	Temperatura de funcionamento ⁽¹⁾ :	
3.9.1.11.6.	Número de ciclos de enchimento ou ciclos de funcionamento, consoante o caso ⁽¹⁾ :	
3.9.1.11.7.	Valores de regulação:	
3.9.1.11.8.	Número de homologação:	
3.9.1.11.9.	Material:	
3.9.1.11.10.	Princípios de funcionamento:	
3.9.1.11.11.	Descrição e desenhos:	
3.9.1.12.	Válvula(s) manual(ais) ou automática(s): sim/não ⁽¹⁾	
3.9.1.12.1.	Marca(s):	
3.9.1.12.2.	Modelo/tipo:	
3.9.1.12.3.	Pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.12.4.	Pressão(ões) nominal(ais) de serviço e, se a jusante do primeiro regulador de pressão, a(s) pressão(ões) máxima(s) de serviço autorizada(s) ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.12.5.	Temperatura de funcionamento ⁽¹⁾ :	
3.9.1.12.6.	Número de ciclos de enchimento ou ciclos de funcionamento, consoante o caso ⁽¹⁾ :	
3.9.1.12.7.	Número de homologação:	
3.9.1.12.8.	Material:	
3.9.1.12.9.	Princípios de funcionamento:	
3.9.1.12.10.	Descrição e desenhos:	

3.9.1.13.	Sensores de pressão e/ou de temperatura e/ou de hidrogénio e/ou de fluxo ⁽¹⁾ : sim/não ⁽¹⁾ ..	
3.9.1.13.1.	Marca(s):	
3.9.1.13.2.	Modelo/tipo:	
3.9.1.13.3.	Pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.13.4.	Pressão(ões) nominal(ais) de serviço e, se a jusante do primeiro regulador de pressão, a(s) pressão(ões) máxima(s) de serviço autorizada(s) ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.13.5.	Temperatura de funcionamento ⁽¹⁾ :	
3.9.1.13.6.	Número de ciclos de enchimento ou ciclos de funcionamento, consoante o caso ⁽¹⁾ :	
3.9.1.13.7.	Valores de regulação:	
3.9.1.13.8.	Número de homologação:	
3.9.1.13.9.	Material:	
3.9.1.13.10.	Princípios de funcionamento:	
3.9.1.13.11.	Descrição e desenhos:	
3.9.1.14.	Regulador(es) de pressão: sim/não ⁽¹⁾	
3.9.1.14.1.	Marca(s):	
3.9.1.14.2.	Modelo/tipo:	
3.9.1.14.3.	Número de pontos de regulação principais:	
3.9.1.14.4.	Descrição dos princípios de regulação por meio dos pontos de regulação principais:	
3.9.1.14.5.	Número de pontos de regulação principais:	
3.9.1.14.6.	Descrição dos princípios de regulação por meio dos pontos de regulação principais:	
3.9.1.14.7.	Outras possibilidades de regulação: em caso afirmativo, descrevê-las e juntar esquemas:	
3.9.1.14.8.	Pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.14.9.	Pressão(ões) nominal(ais) de serviço e, se a jusante do primeiro regulador de pressão, a(s) pressão(ões) máxima(s) de serviço autorizada(s) ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.14.10.	Temperatura de funcionamento ⁽¹⁾ :	
3.9.1.14.11.	Número de ciclos de enchimento ou ciclos de funcionamento, consoante o caso ⁽¹⁾ :	
3.9.1.14.12.	Pressão de entrada e de saída:	
3.9.1.14.13.	Número de homologação:	
3.9.1.14.14.	Material:	
3.9.1.14.15.	Princípios de funcionamento:	
3.9.1.14.16.	Descrição e desenhos:	
3.9.1.15.	Dispositivo limitador de pressão: sim/não ⁽¹⁾	
3.9.1.15.1.	Marca(s):	
3.9.1.15.2.	Modelo/tipo:	
3.9.1.15.3.	Pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.15.4.	Temperatura de funcionamento ⁽¹⁾ :	
3.9.1.15.5.	Pressão de regulação ⁽¹⁾ :	
3.9.1.15.6.	Temperatura de regulação ⁽¹⁾ :	
3.9.1.15.7.	Capacidade de purga ⁽¹⁾ :	
3.9.1.15.8.	Temperatura de funcionamento ⁽¹⁾ :	
3.9.1.15.9.	Temperatura máxima em condições normais de funcionamento: ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	°C
3.9.1.15.10.	Pressão(ões) nominal(ais) de serviço ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.15.11.	Número de ciclos de enchimento (apenas para componentes de classe 0) ⁽¹⁾ :	
3.9.1.15.12.	Número de homologação:	
3.9.1.15.13.	Material:	

3.9.1.15.14.	Princípios de funcionamento:	
3.9.1.15.15.	Descrição e desenhos:	
3.9.1.16.	Válvula de descompressão: sim/não ⁽¹⁾	
3.9.1.16.1.	Marca(s):	
3.9.1.16.2.	Modelo/tipo:	
3.9.1.16.3.	Pressão(ões) nominal(ais) de serviço e, se a jusante do primeiro regulador de pressão, a(s) pressão(ões) máxima(s) de serviço autorizada(s) ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.16.4.	Pressão de regulação ⁽¹⁾ :	
3.9.1.16.5.	Número de ciclos de enchimento ou ciclos de funcionamento, consoante o caso ⁽¹⁾ :	
3.9.1.16.6.	Número de homologação:	
3.9.1.16.7.	Material:	
3.9.1.16.8.	Princípios de funcionamento:	
3.9.1.16.9.	Descrição e desenhos:	
3.9.1.17.	Conexão ou recipiente de reabastecimento: sim/não ⁽¹⁾	
3.9.1.17.1.	Marca(s):	
3.9.1.17.2.	Modelo/tipo:	
3.9.1.17.3.	Pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.17.4.	Temperatura de funcionamento ⁽¹⁾ :	
3.9.1.17.5.	Pressão(ões) nominal(ais) de serviço ⁽¹⁾ ⁽²⁾ :	MPa
3.9.1.17.6.	Número de ciclos de enchimento (apenas para componentes de classe 0) ⁽¹⁾ :	
3.9.1.17.7.	Número de homologação:	
3.9.1.17.8.	Material:	
3.9.1.17.9.	Princípios de funcionamento:	
3.9.1.17.10.	Descrição e desenhos:	
3.9.1.18.	Conector do sistema de armazenagem amovível: sim/não ⁽¹⁾	
3.9.1.18.1.	Marca(s):	
3.9.1.18.2.	Modelo/tipo:	
3.9.1.18.3.	Pressão(ões) nominal(ais) de serviço e pressão(ões) máxima(s) de serviço autorizada(s) ⁽²⁾ : ...	MPa
3.9.1.18.4.	Número de ciclos de funcionamento:	
3.9.1.18.5.	Número de homologação:	
3.9.1.18.6.	Material:	
3.9.1.18.7.	Princípios de funcionamento:	
3.9.1.18.8.	Descrição e desenhos:	
3.9.2.	Outra documentação:	
3.9.2.1.	Diagrama de processo (fluxograma) do sistema para hidrogénio:	
3.9.2.2.	Disposição do sistema, incluindo ligações eléctricas e outros sistemas externos (entradas e/ou saídas, etc.):	
3.9.2.3.	Chave dos símbolos utilizados na documentação:	
3.9.2.4.	Dados de regulação dos dispositivos limitadores de pressão e dos reguladores de pressão: ...	
3.9.2.5.	Disposição do(s) sistema(s) de aquecimento/arrefecimento, incluindo a pressão nominal de serviço autorizada ou a pressão máxima de serviço autorizada (PNSA ou PMSA) e as temperaturas de funcionamento:	
3.9.2.6.	Desenhos descritivos dos requisitos de instalação e operação.	

Notas explicativas:

⁽¹⁾ Riscar o que não interessa (há casos em que nada precisa de ser suprimido, quando for aplicável mais de uma entrada).

⁽²⁾ Especificar a tolerância.

Apêndice da ficha de informações

Declaração de serviço relativa aos reservatórios de hidrogénio

Identificação do fabricante	Nome do fabricante: Endereço do fabricante:
Identificação do reservatório	Identificação do reservatório: Pressão nominal de serviço: MPa Tipo: Diâmetro ⁽¹⁾ : mm Comprimento ⁽¹⁾ : mm Volume interno: litros Massa em vazio: kg Roscagens do reservatório:
Vida útil do reservatório	Vida útil máxima: anos Número máximo de ciclos de enchimento: ciclos
Sistema de protecção contra incêndios do reservatório	Fabricante do dispositivo limitador de pressão: Identificação do dispositivo limitador de pressão: Número(s) do desenho do dispositivo limitador de pressão:
Modo de suporte do reservatório	Modo de suporte: Montagem no gargalo/cilindro ⁽²⁾ Número(s) do desenho do suporte:
Revestimentos de protecção do reservatório	Finalidade da protecção: Número(s) do desenho do revestimento de protecção:
Descrição do modelo de reservatório	Número(s) do(s) desenho(s) do reservatório: Os desenhos do reservatório devem fornecer pelo menos os seguintes elementos: — Referência ao presente regulamento e ao tipo de reservatório — Dimensões geométricas principais e respectivas tolerâncias — Materiais do reservatório — Massa e volume interno do reservatório, incluindo tolerâncias — Dados pormenorizados do revestimento exterior de protecção — Sistema de protecção contra incêndios do reservatório.
Inibidores de corrosão do reservatório	Utilização de inibidores de corrosão do reservatório: sim/não ⁽²⁾ Fabricante dos inibidores de corrosão: Identificação dos inibidores de corrosão:
Informações adicionais	1. Dados relativos ao fabrico, incluindo tolerâncias, se for caso disso: — Extrusão dos tubos, deformação a frio, concepção dos tubos, enformação das extremidades, soldadura, tratamento térmico e processos de limpeza aplicáveis ao fabrico do metal de todos os reservatórios concebidos para o uso de hidrogénio líquido e dos reservatórios de tipo 1, 2 e 3 concebidos para o uso de hidrogénio (gasoso) comprimido — Referência ao processo de fabrico — Critérios de aceitação do controlo não destrutivo (CND) — Processos de fabrico de compósitos e autofixação em conformidade com o ponto 3.7.2 da parte 2 do anexo IV no que respeita ao fabrico dos reservatórios de tipo 2, 3 e 4 concebidos para o uso de hidrogénio (gasoso) comprimido — Inspeção de fabrico final do acabamento superficial, pormenores da roscagem e dimensões principais. 2. Um quadro de síntese dos resultados da análise de tensões

Declaração de serviço do reservatório	<p>O fabricante declara que o modelo do reservatório é adequado para uso durante a vida útil especificada nas condições de serviço estabelecidas no ponto 2.7 do anexo IV do Regulamento (UE) n.º 406/2010.</p> <p>Fabricante:</p> <p>Nome, cargo e assinatura:</p> <p>Local, data:</p>
---------------------------------------	---

Notas explicativas:

(1) Pode ser substituído por outras dimensões que caracterizem a forma do reservatório.

(2) Riscar o que não interessa.

Especificações relativas aos reservatórios concebidos para a utilização de hidrogénio (gasoso) comprimido

Especificações relativas ao material	Aplicáveis ao material						Informações
	Aço	Liga de alumínio	Invólucro de plástico	Fibra	Resinas	Revestimento	
Fabricante do material	✓	✓	✓	✓	✓		
Tipo de material	✓	✓	✓	✓	✓		
Identificação do material	✓	✓	✓	✓	✓		
Definição do tratamento térmico	✓	✓					
Composição química	✓	✓					
Processo de enformação a frio ou a muito baixas temperaturas	✓						
Definição do processo de soldadura	✓	✓					

Especificações relativas aos ensaios do material	Aplicáveis ao material						Valor do material especificado
	Aço	Liga de alumínio	Invólucro de plástico	Fibra	Resinas	Revestimento	
Ensaio de tracção	✓	✓	✓				
Ensaio de resiliência Charpy	✓						
Ensaio de flexão	✓	✓					
Exame macroscópico	✓						
Ensaio de corrosão		✓					
Ensaio de resistência à fissuração sob o efeito de carga		✓					
Ensaio de temperatura de deformação			✓				
Ensaio de temperatura de transição vítrea					✓		
Ensaio de resistência da resina ao cisalhamento					✓		
Ensaio do revestimento						✓	
Ensaio de compatibilidade com o hidrogénio	✓	✓	✓	✓	✓		

Especificações relativas aos ensaios do reservatório	Valor de projecto especificado
Ensaio de ruptura	
Ensaio de ciclos de pressão à temperatura ambiente	
Ensaio de comportamento «fuga antes de ruptura» (<i>Leak Before Break</i> ou LBB)	
Ensaio de inflamação	
Ensaio de penetração	
Ensaio de exposição aos agentes químicos	
Ensaio de resistência do compósito ao entalhe	
Ensaio de fluência acelerada	
Ensaio de ciclos de pressão a temperaturas extremas	
Ensaio de queda (resistência a impacto ou choque)	
Ensaio de estanquidade	
Ensaio de permeabilidade	
Ensaio do binário de aperto	
Ensaio de ciclos de pressão com gás de hidrogénio	

PARTE 2

MODELO

Formato máximo: A4 (210 x 297 mm)

CERTIFICADO DE HOMOLOGAÇÃO CE

Carimbo da entidade responsável pela homologação

Comunicação relativa à:

- | | | |
|--|---|---|
| — homologação CE ⁽¹⁾ | } | de um tipo de componente
para hidrogénio |
| — extensão da homologação CE ⁽¹⁾ | | |
| — recusa da homologação CE ⁽¹⁾ | | |
| — revogação da homologação CE ⁽¹⁾ | | |

em aplicação do Regulamento (CE) n.º 79/2009, aplicado pelo Regulamento (UE) n.º 406/2010.

Número da homologação CE:

Razão da extensão:

PARTE I

- 0.1. Marca (designação comercial do fabricante):
- 0.2. Tipo:
- 0.3. Meios de identificação do tipo, se marcados no componente ⁽²⁾:
 - 0.3.1. Localização dessa marcação:
- 0.5. Nome e endereço do fabricante:
- 0.7. No caso de componentes e unidades técnicas, localização e método de fixação da marca de homologação CE:
- 0.8. Nome(s) e endereço(s) da ou das instalações de montagem:
- 0.9. Nome e endereço do representante do fabricante (se existir):

PARTE II

1. Informação suplementar (se aplicável): ver Adenda
2. Serviço técnico responsável pela realização dos ensaios:

⁽¹⁾ Riscar o que não interessa.

⁽²⁾ Se os meios de identificação do modelo contiverem caracteres não relevantes para a descrição do modelo de veículo ou do tipo de componente ou unidade técnica autónoma a que se refere a presente ficha de informações, esses caracteres devem ser indicados na documentação por meio do símbolo «?» (por exemplo, ABC??123??).

3. Data do relatório de ensaio:
4. Número do relatório de ensaio:
5. Observações (se for caso disso): ver Adenda
6. Local:
7. Data:
8. Assinatura:

Anexos: Dossier de homologação.
Relatório de ensaio.

Adenda

ao certificado de homologação CE n.º ...

relativa à homologação CE de componente de um sistema ou componente para hidrogénio

1. Informações adicionais:
 - 1.1. Sistema para hidrogénio concebido para utilizar hidrogénio líquido/Sistema para hidrogénio concebido para utilizar hidrogénio (gasoso) comprimido/Componente para hidrogénio concebido para utilizar hidrogénio líquido/ Componente para hidrogénio concebido para utilizar hidrogénio (gasoso) comprimido ⁽¹⁾
2. Especificações e resultados dos ensaios
 - 2.1. Reservatórios concebidos para a utilização de hidrogénio (gasoso) comprimido
 - 2.1.1. Especificações relativas ao material do reservatório

Especificações relativas ao material	Aplicáveis ao material						Informações
	Aço	Liga de alumínio	Invólucro de plástico	Fibra	Resinas	Revestimento	
Fabricante do material	✓	✓	✓	✓	✓		
Tipo de material	✓	✓	✓	✓	✓		
Identificação do material	✓	✓	✓	✓	✓		
Definição do tratamento térmico	✓	✓					
Composição química	✓	✓					
Processo de enformação a frio ou a muito baixas temperaturas	✓						
Definição do processo de soldadura	✓	✓					

- 2.1.2. Resultados do ensaio ao material do reservatório

Ensaio do material	Aplicáveis ao material						Valor do material especificado	Valor do ensaio
	Aço	Liga de alumínio	Invólucro de plástico	Fibra	Resinas	Revestimento		
Ensaio de tracção	✓	✓	✓					
Ensaio de resiliência Charpy	✓							
Ensaio de flexão	✓	✓						
Exame macroscópico	✓							

(1) Riscar o que não interessa.

Ensaio do material	Aplicáveis ao material						Valor do material especificado	Valor do ensaio
	Aço	Liga de alumínio	Invólucro de plástico	Fibra	Resinas	Revestimento		
Ensaio de corrosão		✓						
Ensaio de resistência à fissuração sob o efeito de carga		✓						
Ensaio de temperatura de deformação			✓					
Ensaio de temperatura de transição vítrea					✓			
Ensaio de resistência da resina ao cisalhamento					✓			
Ensaio do revestimento						✓		
Ensaio de compatibilidade com o hidrogénio	✓	✓	✓	✓	✓			

2.1.3. Resultados do ensaio do reservatório

Ensaio do reservatório	Valor de projecto especificado	Resultado do ensaio
Ensaio de ruptura		
Ensaio de ciclos de pressão à temperatura ambiente		
Ensaio de comportamento «fuga antes de ruptura» (<i>Leak Before Break</i> ou LBB)		
Ensaio de inflamação		
Ensaio de penetração		
Ensaio de exposição aos agentes químicos		
Ensaio de resistência do compósito ao entalhe		
Ensaio de fluência acelerada		
Ensaio de ciclos de pressão a temperaturas extremas		
Ensaio de queda (resistência a impacto ou choque)		
Ensaio de estanquidade		
Ensaio de permeabilidade		
Ensaio do binário de aperto		
Ensaio de ciclos de pressão com gás de hidrogénio		

3. Restrições ao uso do dispositivo (caso existam):

4. Observações:

PARTE 3

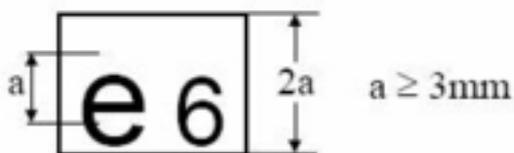
Marca de homologação CE de componente

1. A marca de homologação CE de componente deve ser constituída:
 - 1.1. por um rectângulo envolvendo a letra minúscula «e» seguida das letras ou número distintivos do Estado-Membro que procedeu à homologação CE de componente:

1	para a Alemanha	19	para a Roménia
2	para a França	20	para a Polónia
3	para a Itália	21	para Portugal
4	para os Países Baixos	23	para a Grécia
5	para a Suécia	24	para a Irlanda
6	para a Bélgica	26	para a Eslovénia
7	para a Hungria	27	para a Eslováquia
8	para a República Checa	29	para a Estónia
9	para a Espanha	32	para a Letónia
11	para o Reino Unido	34	para a Bulgária
12	para a Áustria	36	para a Lituânia
13	para o Luxemburgo	49	para Chipre
17	para a Finlândia	50	para Malta
18	para a Dinamarca		
 - 1.2. Na proximidade do rectângulo, o «número de homologação de base» incluído na parte 4 do número de homologação, precedido de dois algarismos indicando o número de ordem atribuído ao presente regulamento ou à mais recente alteração técnica significativa do Regulamento (CE) n.º 79/2009 ou do presente regulamento. O número sequencial correspondente ao presente regulamento é 00.
2. A marca de homologação CE de componente deve ser aposta no sistema ou no componente por forma a ser indelével e claramente legível.
3. A adenda contém um exemplo de uma marca de homologação CE de componente.

Adenda ao Apêndice 1

Exemplo de marca de homologação de componente



00 0004

The number '00 0004' is shown. A vertical dimension line on the right indicates the height of the '4' as 'a'.

Significado: esta homologação de componente foi emitida pela Bélgica com o número 0004. Os dois primeiros algarismos (00) indicam que o componente foi homologado com base no presente regulamento.

ANEXO III

Requisitos aplicáveis aos componentes e sistemas para hidrogénio concebidos para utilizar hidrogénio líquido e à sua instalação em veículos movidos a hidrogénio

1. INTRODUÇÃO

O presente anexo estabelece os requisitos e os procedimentos de ensaio aplicáveis aos componentes e sistemas para hidrogénio concebidos para utilizar hidrogénio líquido e à sua instalação em veículos movidos a hidrogénio.

2. REQUISITOS GERAIS

- 2.1. Os materiais utilizados num componente ou sistema para hidrogénio devem ser compatíveis com o hidrogénio no seu estado líquido e/ou gasoso, em conformidade com o ponto 4.11 da parte 3.

PARTE 1

Requisitos aplicáveis à instalação de componentes e sistemas para hidrogénio concebidos para utilizar hidrogénio líquido em veículos movidos a hidrogénio**1. Requisitos gerais**

- 1.1. Todos os componentes e sistemas para hidrogénio devem ser instalados no veículo e ligados em conformidade com as melhores práticas.
- 1.2. O sistema ou sistemas para hidrogénio não devem apresentar fugas para além do vapor à pressão máxima de serviço autorizada (PMSA), isto é, devem permanecer sem bolhas quando aspergidos com um detector de fugas.
- 1.3. As temperaturas de serviço devem ser as seguintes:

Combustão interna Compartimento do motor	A bordo (Todos os tipos de sistemas de propulsão)
- 40 °C to + 120 °C	- 40 °C to + 85 °C

- 1.4. Devem ser tomadas medidas automáticas adequadas em coordenação com o posto de reabastecimento, a fim de garantir que não se produza uma libertação descontrolada de hidrogénio durante a operação de enchimento.
- 1.5. Em caso de fuga ou libertação de hidrogénio, este não se pode acumular nos espaços fechados ou semi-fechados do veículo.

2. Instalação do reservatório de hidrogénio num veículo

- 2.1. O reservatório pode estar integrado no projecto do veículo para proporcionar funções complementares. Nesses casos, o reservatório deve ser concebido por forma a preencher os requisitos das funções integradas e os requisitos aplicáveis ao reservatório constantes da parte 2.
- 2.2. Com o veículo em condições de utilização, a parte inferior do reservatório de hidrogénio não poderá reduzir a distância do veículo ao solo. Isto não se aplica se o reservatório de hidrogénio for adequadamente protegido à frente e dos lados e nenhum dos seus elementos se localizar abaixo da estrutura de protecção.
- 2.3. O(s) reservatório(s) de hidrogénio e os dispositivos de segurança nele(s) afixados deve(m) ser montado(s) e fixado(s) de modo que as seguintes acelerações possam ser absorvidas sem que as fixações se partam ou os reservatórios se soltem (a demonstrar mediante ensaio ou cálculos). A massa utilizada será representativa de um reservatório ou conjunto de reservatórios integralmente equipado e atestado.

Veículos das categorias M₁ e N₁:

- a) 20 g no sentido da deslocação;
- b) 8 g numa horizontal perpendicular ao sentido de deslocação.

Veículos das categorias M₂ e N₂:

- a) 10 g no sentido da deslocação;
- b) 5 g numa horizontal perpendicular ao sentido de deslocação.

Veículos das categorias M₃ e N₃:

- a) 6,6 g no sentido da deslocação;
- b) 5 g numa horizontal perpendicular ao sentido de deslocação.

- 2.4. As disposições do ponto 2.3 não se aplicam a veículos homologados ao abrigo das Directivas 96/27/CE do Parlamento Europeu e do Conselho ⁽¹⁾ e 96/79/CE do Parlamento Europeu e do Conselho ⁽²⁾.

⁽¹⁾ JO L 169 de 8.7.1996, p. 1.

⁽²⁾ JO L 83 de 25.3.1997, p. 23.

3. Acessórios instalados no reservatório de hidrogénio

3.1. Válvulas de fecho automático e válvulas anti-retorno

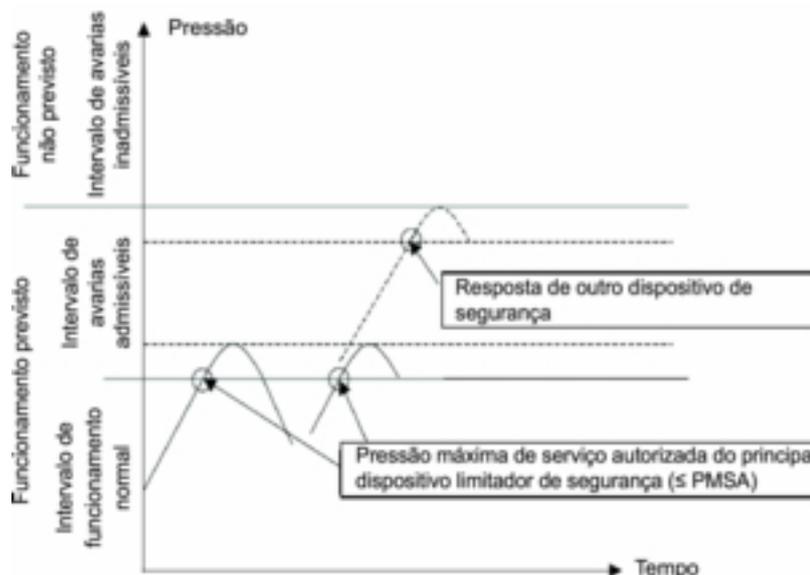
- 3.1.1. As válvulas de fecho automático, que serão utilizadas em conformidade com o ponto 6 do anexo VI do Regulamento (CE) n.º 79/2009, excepto no caso do sistema de gestão de evaporações, são válvulas fechadas em repouso.
- 3.1.2. As conexões ou os recipientes de reabastecimento devem ser utilizados em conformidade com o ponto 4 do anexo VI do Regulamento (CE) n.º 79/2009.
- 3.1.3. Caso o reservatório se desloque, o primeiro dispositivo de isolamento e, se aplicável, a tubagem que o liga ao reservatório, devem estar protegidos de forma a manter em funcionamento a função de interrupção e impedir a ruptura da conexão entre o dispositivo e o reservatório.
- 3.1.4. As válvulas automáticas estarão fechadas em repouso (dispositivo de segurança *fail-safe*).
- 3.1.5. Quando outro sistema de conversão de hidrogénio estiver desligado, independentemente da posição da chave de ignição, o abastecimento de combustível ao respectivo sistema de conversão de hidrogénio deve estar cortado e assim permanecer até que o respectivo sistema de conversão de hidrogénio seja novamente posto a funcionar.

3.2. Dispositivos limitadores de pressão

- 3.2.1. Os dispositivos limitadores de pressão accionados por pressão devem ser adaptados ao(s) reservatório(s) de hidrogénio de modo a poder descarregar para uma tubagem à pressão atmosférica e daí expelir para o exterior do veículo. Não devem descarregar para uma fonte de calor, como o escape. Além disso, a descarga deve efectuar-se de forma a que o hidrogénio não possa entrar no veículo nem/ou acumular-se num espaço fechado. Acresce ainda que o primeiro dispositivo limitador de pressão não deve descarregar num espaço parcialmente fechado. Caso o dispositivo limitador de pressão secundário seja um disco de rotura instalado no depósito interno, é indispensável uma saída de escape adequada na camisa exterior.
- 3.2.2. No caso dos depósitos internos, o intervalo de funcionamento normal da pressão do depósito interno varia entre 0 MPa e a pressão de regulação do dispositivo de segurança primário, que é inferior ou igual à pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) do depósito interno.
- 3.2.3. No caso dos depósitos internos em aço, o limite mínimo do intervalo de avarias inadmissíveis corresponde a uma pressão superior a 136 % da pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) do depósito interno caso se utilize uma válvula de segurança como dispositivo limitador de pressão secundário. No caso dos depósitos internos em aço, o limite mínimo do intervalo de avarias inadmissíveis corresponde a uma pressão superior a 150 % da pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) do depósito interno, caso se utilize um disco de ruptura como dispositivo limitador de pressão secundário. No que diz respeito a outros materiais, deve aplicar-se um nível de segurança equivalente. O intervalo de avarias inadmissíveis corresponde à pressão à qual ocorre a deformação ou a ruptura do depósito interno, como se ilustra na figura 3.2.

Figura 3.2

Intervalos de um depósito interno em aço



- 3.3. *Cobertura estanque ao gás no(s) reservatório(s) de hidrogénio.*
- 3.3.1. Todas as ligações não soldadas de componentes que transportam hidrogénio e de componentes que possam apresentar fugas, montados no habitáculo, no porta-bagagens ou noutro compartimento não ventilado devem estar protegidos por uma cobertura estanque ao gás.
- 3.3.2. A cobertura estanque ao gás é purgada para o exterior.
- 3.3.3. A abertura de ventilação da cobertura estanque ao gás deve localizar-se no ponto mais alto da cobertura e não pode descarregar para fontes de calor, como o escape. Além disso, a descarga deve efectuar-se de forma a que o hidrogénio não possa entrar no veículo nem/ou acumular-se num espaço fechado ou parcialmente fechado.
- 3.3.4. No interior da cobertura estanque ao gás não haverá fontes de ignição sem protecção.
- 3.3.5. Todos os sistemas de ligação e tubos de evacuação na carroçaria do veículo utilizados para a ventilação da cobertura estanque ao gás devem ter, no mínimo, a mesma área da secção transversal que a tubagem do dispositivo limitador de pressão.
- 3.3.6. Para efeitos de ensaio, a cobertura deve ser selada hermeticamente e estanque ao gás a uma pressão de 0,5 kPa, ou seja, deve permanecer sem bolhas durante um minuto e não apresentar qualquer deformação permanente.
- 3.3.7. A manga de ligação deve ser fixada por ganchos ou outros meios à cobertura estanque e ao tubo de evacuação, de modo a formar uma junta estanque ao gás.
- 4. Tubagem rígida e flexível de alimentação de combustível**
- 4.1. As tubagens rígidas de alimentação devem ser fixadas de modo a não ficar sujeitas a abrasões, vibrações críticas e/ou outras tensões.
- 4.2. As tubagens flexíveis devem ser fixadas de modo a não serem sujeitas a forças de torção, a evitar a abrasão e a não serem comprimidas em condições normais de utilização.
- 4.3. Os pontos de fixação, quer da tubagem flexível quer da rígida, devem ser dispostos de modo a não haver contacto entre metais, a fim de evitar a corrosão galvânica e a corrosão nas aberturas.
- 4.4. As tubagens rígidas e flexíveis devem ser orientadas de modo a minimizar de forma razoável a exposição a danos acidentais, tanto no interior do veículo, por exemplo, devido à colocação ou à deslocação da bagagem ou de outras cargas, como no exterior, por exemplo, devido a um terreno acidentado ou à utilização do macaco do veículo.
- 4.5. Em pontos de atravessamento, quer da carroçaria do veículo quer de outros componentes para hidrogénio, a tubagem de alimentação deve ser provida de bainhas ou outro material de protecção.
- 5. Ligações de gás entre os componentes**
- 5.1. Entre tubos de aço inoxidável deve haver unicamente ligações de aço inoxidável.
- 5.2. O número de juntas deve ser limitado ao mínimo.
- 5.3. As juntas devem localizar-se em pontos em que seja possível o acesso para inspecção e realização de ensaio de estanquidade.
- 5.4. Nos habitáculos ou nos porta-bagagens fechados, a tubagem de alimentação não deve ter comprimento superior ao razoavelmente necessário.
- 6. Conexão ou recipiente de reabastecimento**
- 6.1. A conexão ou o recipiente de reabastecimento devem ser fixados de modo a impedir posições defeituosas e estar protegidos contra a sujidade e a água. Devem estar protegidos contra erros de manipulação.
- 6.2. A conexão ou o recipiente de reabastecimento não devem ser instalados no compartimento do motor, no habitáculo ou em qualquer outro compartimento sem ventilação.
- 6.3. A tubagem de alimentação deve ser fixada ao reservatório como descrito no ponto 3.1.1.

- 6.4. A conexão ou o recipiente de reabastecimento devem dispor de um dispositivo de isolamento em conformidade com o ponto 3.1.2.
- 6.5. Deve garantir-se que o sistema de propulsão não funcione e o veículo permaneça imobilizado enquanto a conexão ou o recipiente de reabastecimento estiverem ligados à estação de serviço.

7. **Instalação eléctrica**

- 7.1. Os componentes eléctricos do sistema de hidrogénio devem ser protegidos contra sobrecargas.
- 7.2. Nos casos em que existam componentes para hidrogénio ou se possam produzir fugas de hidrogénio, as ligações da fonte de alimentação devem ser estanques à admissão de hidrogénio.

8. **Evaporação em condições normais**

- 8.1. Os gases evaporados devem tornar-se inofensivos mediante um sistema de gestão de evaporações.
- 8.2. O sistema de gestão de evaporações deve ser concebido para aceitar o débito de evaporação do(s) reservatório(s) em condições normais de funcionamento.
- 8.3. No arranque e durante o funcionamento do veículo, será activado um sistema de alerta que avisará o condutor na eventualidade de uma avaria do sistema de gestão das evaporações.

9. **Outros requisitos**

- 9.1. Todos os dispositivos limitadores de pressão e as tubagens de ventilação devem, tanto quanto for razoavelmente possível, ser protegidos contra actos de vandalismo.
- 9.2. O habitáculo, o porta-bagagens e todos os componentes essenciais em matéria de segurança (por exemplo, o sistema de travagem e o isolamento eléctrico) devem ser protegidos contra os efeitos adversos da temperatura devido ao combustível criogénico. Aquando da avaliação do nível de protecção necessário há que considerar a possibilidade de uma fuga do combustível criogénico.
- 9.3. Os materiais inflamáveis utilizados no veículo devem ser protegidos do ar liquefeito que se possa condensar nos elementos não isolados do sistema de alimentação de combustível.
- 9.4. A avaria do circuito de aquecimento do permutador de calor não dará azo a fugas do sistema para hidrogénio.

10. **Sistemas de segurança equipados com instrumentos**

- 10.1. Os sistemas de segurança equipados com instrumentos devem ser à prova de avarias, redundantes ou com auto-controlo.
- 10.2. Se os sistemas de segurança equipados com instrumentos ao abrigo do ponto 10.1 forem sistemas electrónicos com auto-controlo ou à prova de avaria, são aplicáveis os requisitos específicos do anexo VI do presente regulamento.

11. **Requisitos relativos à inspecção do sistema para hidrogénio**

- 11.1. Cada sistema de hidrogénio é inspecionado, pelo menos, de 48 em 48 meses após a data da sua entrada em serviço, assim como aquando de qualquer reinstalação.
- 11.2. A inspecção deve ser realizada por um serviço técnico, em conformidade com as especificações do fabricante estabelecidas na parte 3 do anexo I.

PARTE 2

Requisitos para os reservatórios de hidrogénio concebidos para utilizar hidrogénio líquido

1. INTRODUÇÃO

A presente parte estabelece os requisitos e procedimentos de ensaio aplicáveis aos reservatórios de hidrogénio concebidos para a utilização de hidrogénio líquido.

2. REQUISITOS TÉCNICOS

2.1. A validação do projecto de reservatório mediante cálculo será efectuada em conformidade com a norma EN 1251-2.

2.2. **Tensões mecânicas**

Os elementos do reservatório deverão suportar as seguintes tensões mecânicas:

2.2.1. *Reservatório interno*2.2.1.1. *Pressão de ensaio*

O depósito interno resistirá à pressão de ensaio P_{ensaio} :

$$P_{\text{ensaio}} = 1,3 (PMSA + 0,1 \text{ MPa})$$

em que PMSA corresponde à pressão máxima de serviço autorizada do depósito interno, em MPa.

2.2.1.2. *Pressão externa*

Se o depósito interno e o respectivo equipamento puderem funcionar no vácuo, tanto o primeiro como o segundo deverão resistir a uma pressão externa de 0,1 MPa.

2.2.2. *Camisa exterior*

2.2.2.1. A camisa exterior deve resistir à pressão máxima de serviço autorizada (PMSA), que corresponde à pressão de regulação do seu dispositivo de segurança.

2.2.2.2. A camisa exterior deve resistir a uma pressão externa de 0,1 MPa.

2.2.3. *Suportes externos*

Os suportes externos do reservatório cheio devem resistir às acelerações referidas no ponto 2.3 da parte 1 sem que ocorram rupturas, em cujo caso a tensão admissível nos elementos de suporte calculada em conformidade com o modelo de tensão linear não deve ultrapassar:

$$\sigma \leq 0,5 R_m$$

2.2.4. *Suportes internos*

Os suportes internos do reservatório cheio devem resistir às acelerações referidas no ponto 2.3 da parte 1 sem que ocorram rupturas, em cujo caso a tensão admissível nos elementos de suporte calculada em conformidade com o modelo de tensão linear não deve ultrapassar:

$$\sigma \leq 0,5 R_m$$

2.2.5. Os requisitos dos pontos 2.2.3 e 2.2.4 não são aplicáveis se puder demonstrar-se que o depósito suporta as acelerações referidas no ponto 2.3 da parte 1 sem que se produza qualquer fuga no depósito interno e em todas as tubagens a montante de dispositivos de segurança automáticos, válvulas de fecho automático e válvulas anti-retorno.

2.2.6. A prova do dimensionamento dos suportes do reservatório pode ser efectuada mediante cálculos ou por método experimental.

2.3. **Temperatura de projecto**

2.3.1. *Depósito interno e camisa exterior*

A temperatura de projecto do depósito interno e da camisa exterior será de 20 °C.

2.3.2. *Equipamentos diversos*

Para o restante equipamento a que não se faça referência no ponto 2.3.1, a temperatura de projecto corresponderá respectivamente temperatura de funcionamento mais baixa ou mais elevada possível prevista no ponto 1.3 da parte 1.

2.3.3. Ter-se-ão em conta as tensões térmicas decorrentes das condições de serviço como o enchimento ou a remoção, ou durante os processos de arrefecimento.

2.4. **Compatibilidade química**

2.4.1. Os materiais do reservatório e o respectivo equipamento devem ser compatíveis com:

- a) o hidrogénio, se os elementos com ele entrarem em contacto;
- b) a atmosfera, se os elementos com ela entrarem em contacto;
- c) quaisquer outros meios com os quais os elementos entrem em contacto (por exemplo, líquido de arrefecimento etc.).

3. MATERIAIS

3.1. Os materiais devem ser compostos, fabricados e tratados posteriormente de forma a que:

- a) os produtos acabados revelem as propriedades mecânicas exigidas
- b) os produtos acabados utilizados em componentes pressurizados e que estão em contacto com o hidrogénio resistam às tensões térmicas, químicas e mecânicas a que possam ser sujeitos. Em especial, os materiais dos componentes que entrem em contacto com temperaturas criogénicas devem ser compatíveis com as temperaturas criogénicas nos termos da norma EN 1252-1.

3.2. **Características**

3.2.1. Os materiais utilizados a baixas temperaturas devem respeitar os requisitos de resistência previstos na norma EN 1252-1. No que diz respeito aos materiais não metálicos, a adequação a baixas temperaturas deve ser validada por um método experimental, tendo em conta as condições de serviço.

3.2.2. Os materiais utilizados na camisa exterior devem assegurar a integridade do sistema de isolamento e o seu alongamento de ruptura num ensaio de tensão deve corresponder a, pelo menos, 12 % à temperatura do azoto líquido.

3.2.3. Não se exige qualquer tolerância à corrosão para o depósito interno. Também não se exige uma tolerância à corrosão noutras superfícies se estas estiverem devidamente protegidas contra a mesma.

3.3. **Certificados e provas das características do material**

3.3.1. Os materiais de adição devem ser compatíveis com o material de origem, de modo a formar conjuntos soldados com propriedades equivalentes às especificadas para o material de origem relativamente a todas as temperaturas a que o material possa estar sujeito.

3.3.2. O fabricante deve obter e fornecer certificados da análise química de vazamento e das propriedades mecânicas do aço e de outros materiais utilizados no fabrico dos elementos do reservatório sujeitos a pressão. No caso de materiais metálicos, o certificado deve ser, no mínimo, de tipo 3.1, em conformidade com a norma EN 10204 ou norma equivalente. No que diz respeito aos materiais não metálicos, o certificado deve ser de tipo equivalente.

- 3.3.3. O serviço técnico pode realizar análises e exames. Estes serão efectuados quer a amostras do material no estado em que é fornecido ao fabricante do reservatório, quer a reservatórios acabados.
- 3.3.4. O fabricante deve disponibilizar ao serviço técnico os resultados dos ensaios e das análises metalúrgicas e mecânicas dos materiais de origem e de adição efectuados em conjuntos soldados.
- 3.3.5. Nas fichas relativas aos materiais devem constar, no mínimo:
- a identificação do fabricante,
 - o número de identificação do material,
 - o número do lote,
 - a identificação do inspector.

3.4. **Cálculos de concepção**

- 3.4.1. Disposições relativas ao depósito interno:
- A concepção do depósito interno deve obedecer às regras de concepção previstas na norma EN 1251-2.
- 3.4.2. Disposições relativas à camisa exterior
- A concepção da camisa exterior deve obedecer às regras de concepção previstas na norma EN 1251-2.
- 3.4.3. São aplicáveis as tolerâncias gerais da norma ISO 2768-1.

4. FABRICO E MONTAGEM DO RESERVATÓRIO

- 4.1. Os fabricantes de reservatórios soldados devem aplicar um sistema de qualidade da soldadura que tenha em conta os requisitos de qualidade da soldadura previstos nas normas EN 729-2:1994 ou EN 729-3:1994.
- 4.2. O processo de soldadura deve ser aprovado pelo serviço técnico em conformidade com as normas EN 288-3:1992/A1:1997, EN 288-4:1992/A1:1997 e EN 288-8:1995.
- 4.3. Os soldadores devem ser aprovados pelo serviço técnico em conformidade com as normas EN 287 1:1992/A1:1997 e EN 287-2:1992/A1:1997 e, no que diz respeito aos operadores de soldadura automática, com a norma EN 1418:1997.
- 4.4. As operações de fabrico (por exemplo, enformação e tratamento térmico, soldadura) devem ser realizadas em conformidade com a norma EN 1251-2.
- 4.5. Inspecções e ensaios das tubagens internas entre o depósito interno e a camisa exterior: todas as juntas soldadas das tubagens devem ser objecto de uma inspecção não destrutiva a 100 %, sempre que possível mediante exame radiográfico ou, em alternativa, ensaios ultra-sónicos, controlos por líquidos penetrantes, ensaios de estanquidade com hélio, etc.
- 4.6. O número de juntas deve ser reduzido ao mínimo. Não são autorizadas juntas no espaço vazio entre o depósito interno e a camisa exterior, salvo se estiverem soldadas ou coladas.
- 4.7. O equipamento do reservatório deve ser montado de forma a que o sistema e os seus componentes funcionem de forma correcta e segura e sejam estanques ao gás.
- 4.8. O reservatório deve ser limpo e seco antes de entrar em funcionamento em conformidade com a norma EN 12300.

5. OUTROS REQUISITOS

5.1. **Protecção da camisa exterior**

A camisa exterior deve ser protegida mediante um dispositivo que evite a ruptura da camisa exterior ou a desagregação do depósito interno.

5.2. Disposições relativas ao isolamento

- 5.2.1. A formação de gelo na parede externa do reservatório em condições normais de funcionamento não é admissível, em circunstância alguma. Na zona da tubagem de descompressão, é admissível a formação localizada de gelo no exterior da tubagem.

5.3. Manómetro

- 5.3.1. Um manómetro instalado no painel de instrumentos do condutor deve indicar o nível de líquido no reservatório com uma precisão de $\pm 10\%$.
- 5.3.2. Se o sistema incluir um flutuador, este deve resistir a uma pressão externa superior à pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) do depósito interno com um coeficiente de segurança de, no mínimo, 2 no que diz respeito aos critérios de ruptura por encurvadura.

5.4. Nível de enchimento máximo

- 5.4.1. Deve incluir-se um sistema que impeça o enchimento excessivo do reservatório. Este sistema pode funcionar em conjunto com o posto de reabastecimento. Ao sistema deve ser aposta uma marca permanente indicando o tipo de reservatório para o qual foi projectado e, se aplicável, a posição e orientação de montagem.
- 5.4.2. O processo de enchimento não deve dar azo a que os dispositivos limitadores de pressão entrem em funcionamento, independentemente do período decorrido durante ou após o referido processo. O processo de enchimento não deve dar azo a condições de serviço para as quais o sistema de gestão de evaporações não tenha sido concebido e, por conseguinte, não tenha resposta.

5.5. Marcação

- 5.5.1. Para além da marca de homologação CE de componente prevista na parte 3 do anexo II, cada reservatório deve também dispor de um rótulo com os seguintes dados claramente legíveis e indeléveis:

5.5.1.1. Depósito interno:

- a) o nome e a endereço do fabricante do depósito interno;
- b) o número de série.

5.5.1.2. Camisa exterior

- a) o rótulo previsto no ponto 3.1 do anexo V;
- b) a proibição de realizar operações adicionais de soldadura, fresagem e impressão;
- c) a orientação autorizada do depósito no veículo;
- d) uma placa de identificação com as seguintes informações:
 - i) nome do fabricante
 - ii) número de série
 - iii) volume de água, em litros
 - iv) pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) [MPa]
 - v) ano e mês do fabrico (p. ex.: 2009/01)
 - vi) gama de temperaturas de funcionamento

uma vez instalada, a placa de identificação deve ser legível.

- 5.5.2. O método de marcação não deve provocar picos de tensão localizados na estrutura do depósito interno ou da camisa exterior.

5.6. Aberturas para inspecção

Não são necessárias aberturas para inspecção no depósito interno ou na camisa exterior.

6. ENSAIOS E INSPECÇÃO**6.1. Ensaios e inspecções para efeitos de homologação**

Para efeitos de homologação, o serviço técnico realiza os ensaios e as inspecções previstos nos pontos 6.3.1 a 6.3.6 a duas amostras de reservatórios. As amostras devem ser fornecidas no estado exigido para a realização das inspecções. Para efeitos de homologação, as amostras de reservatórios são objecto dos ensaios previstos nos pontos 6.3.7 a 6.3.9 na presença do serviço técnico.

6.2. Ensaios e inspecções na fase de fabrico

Cada reservatório é objecto dos ensaios e das inspecções previstos nos pontos 6.3.1. a 6.3.6.

6.3. Processos de ensaio**6.3.1. Ensaio de pressão.**

6.3.1.1. O depósito interno e as tubagens localizadas entre o depósito interno e a camisa exterior são sujeitos a um ensaio de pressão interna por qualquer método adequado à temperatura ambiente, em conformidade com as seguintes prescrições:

A pressão de ensaio P_{ensaio} corresponderá a:

$$P_{\text{ensaio}} = 1,3 (PMSA + 0,1 \text{ MPa})$$

em que PMSA corresponde à pressão máxima de serviço autorizada do depósito interno, em MPa.

6.3.1.2. O ensaio de pressão deve ser executado antes da montagem da camisa exterior.

6.3.1.3. A pressão no depósito interno deve aumentar a um ritmo regular até atingir a pressão de ensaio.

6.3.1.4. O depósito interno deve permanecer à pressão de ensaio durante, pelo menos, 10 minutos, a fim de atestar que a pressão não decresce.

6.3.1.5. No final do ensaio, o depósito interno não deve evidenciar sinais de deformação permanente ou rupturas manifestas.

6.3.1.6. Um depósito interno que não cumpra os requisitos do ensaio devido a uma deformação permanente deve ser rejeitado e não ser reparado.

6.3.1.7. Um depósito interno que não cumpra os requisitos do ensaio devido a uma fuga poderá ser aceite para homologação após reparação e realização de um novo ensaio.

6.3.1.8. No caso do ensaio hidráulico, uma vez concluído este ensaio, deve esvaziar-se e secar-se o reservatório até que o ponto de condensação no seu interior atinja $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, em conformidade com a norma EN 12300.

6.3.1.9. Elaborar-se-á um relatório de ensaio e os serviços de inspecção aporão uma marca no depósito interno se este for aprovado.

6.3.2. Ensaio de fugas (ou de estanquidade)

Após a montagem final, o reservatório de hidrogénio sé submetido ao ensaio de estanquidade com uma mistura de gás contendo, no mínimo, 10 % de hélio.

6.3.3. Verificação das dimensões

Verificar-se-ão as seguintes dimensões:

- no que respeita aos reservatórios cilíndricos, a circularidade do depósito interno, em conformidade com o ponto 5.4 da norma EN 1251-2:2000,
- o empenamento do depósito interno e da camisa exterior, em conformidade com o ponto 5.4 da norma EN 1251-2:2000.

- 6.3.4. *Ensaio destrutivos e não-destrutivos dos cordões de soldadura*
- Os ensaios devem ser efectuados de acordo com a norma EN 1251-2.
- 6.3.5. *Inspecção visual*
- Os cordões de soldadura e as superfícies interna e externa das camisas interior e exterior do reservatório devem ser objecto de uma inspecção visual. As superfícies não devem apresentar quaisquer danos ou falhas críticos.
- 6.3.6. *Marcação*
- A marcação deve ser verificada em conformidade com o ponto 5.5.
- 6.3.7. *Ensaio de ruptura*
- O ensaio de ruptura deve ser realizado numa amostra do depósito interno que não esteja integrada na respectiva camisa exterior nem esteja isolada.
- 6.3.7.1. *Critérios*
- 6.3.7.1.1. Nestes cálculos, a pressão de rebentamento será pelo menos equivalente à pressão de rebentamento utilizada nos cálculos mecânicos. No caso dos depósitos em aço, esta corresponde à:
- pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) (em MPa) mais 0,1 MPa multiplicada por 3,25;
 - ou, à pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) (em MPa), mais 0,1 MPa multiplicada por 1,5 e multiplicada por R_m/R_p , em que R_m é a tensão de rotura à tracção e R_p a tensão limite de elasticidade.
- 6.3.7.1.2. Os reservatórios de hidrogénio noutros materiais que não o aço devem fazer prova de um comportamento tão seguro como os reservatórios que respeitam os requisitos dos pontos 6.3.7.1.1 e 6.3.7.1.2.
- 6.3.7.2. *Procedimento*
- 6.3.7.2.1. O depósito objecto de ensaio deve ser representativo do projecto e do processo de fabrico do tipo a homologar.
- 6.3.7.2.2. O ensaio reveste a forma de um ensaio hidráulico.
- 6.3.7.2.3. As tubagens podem ser modificadas por forma a permitir a realização do ensaio (purga de volume morto, introdução do líquido, fecho das tubagens não utilizadas, etc.).
- 6.3.7.2.4. O depósito deve estar cheio com água. A pressão deve aumentar a um ritmo regular que não ultrapasse 0,5 MPa/min até à ruptura. Uma vez atingida a pressão máxima de serviço autorizada (PMSA), deve haver um período de espera de, pelo menos, dez minutos a uma pressão constante, a fim de verificar a deformação do depósito.
- 6.3.7.2.5. Um sistema deverá permitir a verificação das eventuais deformações.
- 6.3.7.2.6. A pressão deve ser registada ou anotada durante todo o ensaio.
- 6.3.7.3. *Resultados*
- As condições de ensaio e a pressão de rebentamento devem ser registadas num certificado de ensaio assinado pelo fabricante e pelo serviço técnico.
- 6.3.8. *Ensaio de inflamação*
- 6.3.8.1. *Critérios*
- 6.3.8.1.1. Não pode ocorrer uma ruptura do depósito e a pressão do depósito interno não ultrapassará o intervalo de avarias admissíveis deste último. No caso dos depósitos internos em aço, o dispositivo limitador de pressão secundário limitará a pressão no interior do depósito a 136 % da pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) do depósito interno, caso se utilize uma válvula de segurança como dispositivo limitador de pressão secundário.

No caso dos depósitos internos em aço, o dispositivo limitador de pressão secundário limitará a pressão no interior do depósito a 150 % da pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) do depósito interno, caso se utilize um disco de ruptura no exterior da zona de vácuo como dispositivo limitador de pressão secundário.

No caso dos depósitos internos em aço, o dispositivo limitador de pressão secundário limitará a pressão no interior do depósito a 150 % da pressão máxima de serviço autorizada mais 0,1 MPa (PMSA + 0,1 MPa) do depósito interno, caso se utilize um disco de ruptura no interior da zona de vácuo como dispositivo limitador de pressão secundário.

Se forem utilizados outros materiais, deve ser fazer-se prova de um nível de segurança equivalente.

O dispositivo limitador de pressão secundário não funcionará abaixo de 110 % da pressão de regulação do dispositivo limitador de pressão primário.

6.3.8.2. Procedimento

6.3.8.2.1. O depósito objecto de ensaio deve ser representativo do projecto e do processo de fabrico do tipo a homologar.

6.3.8.2.2. Deve ter sido completamente acabado em fábrica e ser montado com todo o equipamento.

6.3.8.2.3. O depósito deve ter sido previamente arrefecido e o depósito interno deve estar à mesma temperatura que o hidrogénio líquido. Nas 24 horas que antecedem o ensaio, o depósito deverá conter um volume de hidrogénio líquido equivalente, no mínimo, a metade do volume de água do depósito interno.

6.3.8.2.3.1. Deve encher-se o depósito com hidrogénio líquido para que a quantidade de hidrogénio líquido medida pelo método de medição da massa corresponda a metade da quantidade máxima admissível contida no depósito interno.

6.3.8.2.3.2. A fonte ígnea deve estar sob o depósito, a uma distância de 0,1 m. As dimensões da fonte ígnea devem exceder em 0,1 m as dimensões do reservatório, tanto em comprimento como em largura. A temperatura mínima das chamas deve ser de 590 °C. As chamas devem manter-se uniformes durante todo o ensaio.

6.3.8.2.3.3. A pressão do depósito no início do ensaio deve oscilar entre 0 MPa e 0,01 MPa no ponto de ebulição do hidrogénio no depósito interno.

6.3.8.2.3.4. Uma vez activado o dispositivo de segurança, o ensaio continuará até que o referido dispositivo conclua a purga. No decurso do ensaio, não pode ocorrer uma ruptura do depósito e a pressão do depósito interno não pode ultrapassar o intervalo de avarias admissíveis deste último. No caso dos depósitos internos em aço, a pressão do depósito não pode ultrapassar 136 % da pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) do depósito interno. Se forem utilizados outros materiais, deve aplicar-se um nível de segurança equivalente.

6.3.8.3. Resultados

As condições de ensaio e a pressão máxima atingida no interior do depósito durante a sua realização devem ser registadas num certificado de ensaio assinado pelo fabricante e pelo serviço técnico.

6.3.9. Ensaio de enchimento máximo

6.3.9.1. Critérios

No decurso de todos os ensaios realizados para efeitos da homologação, o processo de enchimento não deve dar azo a que os dispositivos limitadores de pressão entrem em funcionamento, independentemente do período decorrido durante ou após o referido processo. O processo de enchimento não deve dar azo a condições de serviço para as quais o sistema de gestão de evaporações não tenha sido concebido e, por conseguinte, não tenha resposta.

6.3.9.2. Procedimento

6.3.9.2.1. O depósito objecto de ensaio deve ser representativo do projecto e do processo de fabrico do tipo a homologar.

6.3.9.2.2. Deve ter sido completamente acabado em fábrica e ser instalado com todo o equipamento, em especial, o manómetro.

6.3.9.2.3. O depósito deve ter sido previamente arrefecido e o depósito interno deve estar à mesma temperatura que o hidrogénio líquido. Nas 24 horas que antecederem o ensaio, o depósito deverá conter um volume de hidrogénio líquido equivalente, no mínimo, a metade do volume de água do depósito interno.

- 6.3.9.2.4. A massa de hidrogénio ou o caudal mássico nos orifícios de entrada e saída do depósito serão medidos com uma exactidão superior a 1 % da massa máxima de enchimento do reservatório objecto de ensaio.
- 6.3.9.2.5. Enche-se completamente o depósito dez vezes com hidrogénio líquido em equilíbrio com o respectivo vapor. Entre cada enchimento deve esvaziar-se pelo menos um quarto do hidrogénio líquido do depósito.
- 6.3.9.3. Resultados

As condições de ensaio e os dez níveis máximos medidos pelo sistema devem ser registados num certificado de ensaio assinado pelo fabricante e pelo serviço técnico.

PARTE 3

Requisitos aplicáveis aos componentes para hidrogénio, com excepção dos reservatórios concebidos para utilizar hidrogénio líquido

1. INTRODUÇÃO

A presente parte estabelece os requisitos e procedimentos de ensaio aplicáveis aos componentes para hidrogénio, com excepção dos reservatórios concebidos para utilizar hidrogénio líquido.

2. REQUISITOS GERAIS

- 2.1. Os materiais utilizados nos componentes para hidrogénio devem ser compatíveis com o hidrogénio, em conformidade com o ponto 4.11.
- 2.2. O sistema de hidrogénio a montante do primeiro regulador de pressão, com excepção do reservatório de hidrogénio, deve ter uma pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) igual à pressão máxima a que o componente é sujeito mas que corresponda, no mínimo, a 1,5 vezes a pressão de regulação do dispositivo de segurança primário do depósito interno, bem como um coeficiente de segurança que não pode ser inferior ao do depósito interno.
- 2.3. Os componentes a jusante do(s) regulador(es) de pressão devem estar protegidos contra a sobrepresurização e ser concebidos para suportar, no mínimo, 1,5 vezes a pressão de saída [pressão máxima de serviço autorizada (PMSA)] do primeiro regulador de pressão a montante.
- 2.4. O isolamento dos componentes deve evitar a condensação do ar em contacto com as superfícies externas, salvo se existir um sistema para a recolha e volatilização do ar liquefeito. Nesse caso, os materiais dos componentes circundantes devem ser compatíveis com uma atmosfera enriquecida com oxigénio nos termos da norma EN 1797.

3. REQUISITOS TÉCNICOS

3.1. Dispositivos limitadores de pressão

3.1.1. Dispositivos limitadores de pressão do depósito interno

- 3.1.1.1. O dispositivo limitador de pressão primário do depósito interno limita a pressão no interior do depósito a, no máximo, 110 % da pressão máxima de serviço autorizada (PMSA), mesmo no caso de uma súbita perda de vácuo. Este dispositivo, que assume a forma de uma válvula de segurança ou equivalente, deve estar ligado directamente à parte gasosa em condições normais de funcionamento.
- 3.1.1.2. O dispositivo limitador de pressão secundário do depósito interno é instalado por forma a garantir que a pressão no depósito não exceda, em circunstância alguma, o intervalo de avarias admissíveis do depósito interno. No caso dos depósitos internos em aço, o dispositivo limitador de pressão secundário limita a pressão no depósito a 136 % da pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) do depósito interno, caso se utilize uma válvula de segurança como dispositivo limitador de pressão secundário. No caso dos depósitos internos em aço, o dispositivo limitador de pressão secundário limita a pressão no depósito a 150 % da pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) do depósito interno, caso se utilize um disco de ruptura no exterior da zona de vácuo como dispositivo limitador de pressão secundário. No caso dos depósitos internos em aço, o dispositivo limitador de pressão secundário limita a pressão no depósito a 150 % da pressão máxima de serviço autorizada mais 0,1 MPa (PMSA + 0,1 MPa) do depósito interno, caso se utilize um disco de ruptura no interior da zona de vácuo como dispositivo limitador de pressão secundário. Se forem utilizados outros materiais, deve ser fazer-se prova de um nível de segurança equivalente. O dispositivo limitador de pressão secundário não funcionará abaixo de 110 % da pressão de regulação do dispositivo limitador de pressão primário.
- 3.1.1.3. O dimensionamento dos dispositivos de segurança será efectuado em conformidade com a norma EN 13648-3.
- 3.1.1.4. Os dois dispositivos referidos nos pontos 3.1.1.1 e 3.1.1.2 podem ser ligados ao depósito interno pela mesma tubagem de alimentação.
- 3.1.1.5. A capacidade dos dispositivos limitadores de pressão deve estar claramente indicada. Para impedir intervenções abusivas, os dispositivos devem dispor de um selo de chumbo ou um sistema equivalente.
- 3.1.1.6. Após a descarga, as válvulas de descompressão devem fechar a uma pressão superior a 90 % da pressão de regulação da válvula de descompressão. Os dispositivos devem manter-se fechados a todas as pressões mais baixas.

- 3.1.1.7. As válvulas de descompressão devem ser instaladas na zona da fracção gasosa do depósito de hidrogénio.
- 3.1.2. *Dispositivos limitadores de pressão de outros componentes*
- 3.1.2.1. Sempre que haja o risco de que o vapor ou o líquido criogénico fique aprisionado entre duas peças do equipamento numa tubagem, deve instalar-se um dispositivo limitador de pressão ou uma medida que assegure um nível de segurança equivalente.
- 3.1.2.2. A montante do primeiro regulador de pressão, a pressão de regulação do dispositivo de segurança que evita a sobrepressurização não ultrapassará a pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) das tubagens nem será inferior a 120 % da pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) do depósito, a fim de evitar que essas válvulas se abram em vez dos dispositivos limitadores de pressão do depósito interno.
- 3.1.2.3. A capacidade dos dispositivos limitadores de pressão a jusante do(s) regulador(es) de pressão não ultrapassará a pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) dos componentes a jusante do regulador de pressão.
- 3.1.2.4. Após a descarga, as válvulas de descompressão devem fechar a uma pressão superior a 90 % da pressão de regulação da válvula de descompressão. Os dispositivos devem manter-se fechados a todas as pressões mais baixas.
- 3.1.3. *Disposições relativas à homologação dos dispositivos limitadores de pressão*
- 3.1.3.1. O projecto, o fabrico e o controlo dos dispositivos limitadores de pressão devem obedecer ao disposto nas normas EN 13648-1 e EN 13648-2.
- 3.1.3.2. Se, paralelamente ao dispositivo de segurança primário, existir um sistema de evaporação, a válvula de segurança deve ser um dispositivo de segurança de categoria B, caso contrário será um dispositivo de segurança de categoria A nos termos da norma EN 13648.
- 3.1.3.3. Pressão máxima de serviço autorizada (PMSA): 1,5 vezes a pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) do depósito interno ou a pressão máxima a que o componente é sujeito.
- 3.1.3.4. Pressão de regulação
- 3.1.3.4.1. Dispositivos primários do depósito interno: em conformidade com o ponto 3.1.1.1.
- 3.1.3.4.2. Dispositivos secundários do depósito interno: em conformidade com o ponto 3.1.1.2.
- 3.1.3.4.3. Dispositivos limitadores de pressão de outros componentes excepto o depósito: em conformidade com o ponto 3.1.2.
- 3.1.3.5. Temperaturas de projecto
- 3.1.3.5.1. Temperatura externa: em conformidade com o ponto 1.3 da parte 1.
- 3.1.3.5.2. Temperatura interna: - 253 °C a + 85 °C.
- 3.1.3.6. Métodos de ensaio aplicáveis:
- | | |
|--|---|
| Ensaio de pressão | ponto 4.2 |
| Ensaio de estanquidade (fugas) para o exterior | ponto 4.3 |
| Ensaio de funcionamento | ponto 4.5 |
| Resistência à corrosão | ponto 4.6, apenas para peças metálicas e apenas para o equipamento no exterior da cobertura estanque ao gás |
| Ensaio de ciclo de temperatura | ponto 4.9, aplicável apenas a partes não metálicas |
- 3.1.4. *Tubagens com dispositivos limitadores de pressão*
- 3.1.4.1. Não se instalará qualquer dispositivo de isolamento entre o componente protegido e o dispositivo limitador de pressão.
- 3.1.4.2. As tubagens situadas antes de e após os dispositivos limitadores de pressão não devem impedir o seu funcionamento e devem ser compatíveis com os critérios previstos nos pontos 3.1.1 a 3.1.3.

3.2. Válvulas**3.2.1. Disposições relativas à homologação das válvulas para hidrogénio**

3.2.1.1. O projecto, o fabrico e o controlo das válvulas para hidrogénio criogénico devem obedecer ao disposto nas normas EN 13648-1 e EN 13648-2.

3.2.1.2. Pressão máxima de serviço autorizada (PMSA): 1,5 vezes a pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) do depósito interno ou a pressão máxima a que a válvula é sujeita.

3.2.1.3. Temperaturas de projecto

3.2.1.3.1. Temperatura externa: em conformidade com o ponto 1.3 da parte 1.

3.2.1.3.2. Temperatura interna:

– 253 °C a + 85 °C para as válvulas situadas antes do permutador de calor

– 40 °C a + 85 °C para as válvulas situadas após o permutador de calor

3.2.1.4. Métodos de ensaio aplicáveis:

Ensaio de pressão ponto 4.2

Ensaio de estanquidade (fugas) para o exterior ponto 4.3

Ensaio de fadiga ponto 4.4
(com 6 000 ciclos de funcionamento no caso das válvulas manuais)
(com 20 000 ciclos de funcionamento no caso das válvulas automáticas)

Resistência à corrosão ponto 4.6 apenas para peças metálicas e apenas para o equipamento no exterior da cobertura estanque ao gás

Resistência ao calor seco ponto 4.7, aplicável apenas a peças não metálicas

Envelhecimento pelo ozono ponto 4.8, aplicável apenas a peças não metálicas

Ensaio de ciclo de temperatura ponto 4.9, aplicável apenas a peças não metálicas

Ensaio de estanquidade da sede ponto 4.12

3.3. Permutadores de calor

3.3.1. Sem prejuízo do disposto no ponto 2.1, a pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) do permutador de calor deve ser a mais elevada dos diferentes circuitos.

3.3.2. Em caso algum podem os gases de escape do sistema de propulsão ser directamente utilizados no permutador de calor.

3.3.3. Incluir-se-á um sistema de segurança a fim de: evitar avarias do permutador de calor e evitar que qualquer líquido ou gás criogénico entre no outro circuito e no sistema localizado a jusante do mesmo, se não tiver sido concebido para o efeito.

3.3.4. Disposições relativas à homologação das válvulas para hidrogénio

3.3.4.1. Pressão máxima de serviço autorizada (PMSA): 1,5 vezes a pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) do depósito interno ou a pressão máxima a que o componente é sujeito.

3.3.4.2. Temperaturas de projecto

3.3.4.2.1. Temperatura externa: em conformidade com o ponto 1.3 da parte 1.

3.3.4.2.2. Temperatura interna: – 253 °C a + 85 °C.

3.3.4.3. Procedimentos de ensaio aplicáveis

Ensaio de pressão	ponto 4.2
Ensaio de estanquidade (fugas) para o exterior	ponto 4.3
Resistência à corrosão	ponto 4.6, aplicável apenas a peças metálicas
Resistência ao calor seco	ponto 4.7, aplicável apenas a peças não metálicas
Envelhecimento pelo ozono	ponto 4.8, aplicável apenas a peças não metálicas
Ensaio de ciclo de temperatura	ponto 4.9, aplicável apenas a peças não metálicas

3.3.4.4. O fabrico e a montagem do permutador de calor devem ser homologados em conformidade com os pontos 4.3 a 4.5 da parte 2.

3.4. Conexões ou recipientes de reabastecimento

3.4.1. As conexões ou os recipientes de reabastecimento devem ser protegidos contra a contaminação.

3.4.2. *Disposições relativas à homologação de conexões ou recipientes de reabastecimento*

3.4.2.1. Pressão máxima de serviço autorizada (PMSA): 1,5 vezes a pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) do depósito interno ou a pressão máxima a que o componente é sujeito.

3.4.2.2. Temperaturas de projecto

3.4.2.2.1. Temperatura externa: em conformidade com o ponto 1.3 da parte 1.

3.4.2.2.2. Temperatura interna: - 253 °C a + 85 °C

3.4.2.3. Procedimentos de ensaio aplicáveis

Ensaio de pressão	ponto 4.2
Ensaio de estanquidade (fugas) para o exterior	ponto 4.3
Ensaio de fadiga	ponto 4.4 (com 3 000 ciclos de funcionamento)
Resistência à corrosão	ponto 4.6, aplicável apenas a peças metálicas
Resistência ao calor seco	ponto 4.7, aplicável apenas a peças não metálicas
Envelhecimento pelo ozono	ponto 4.8, aplicável apenas a peças não metálicas
Ensaio de ciclo de temperatura	ponto 4.9, aplicável apenas a peças não metálicas
Ensaio de estanquidade da sede	ponto 4.12

3.5. Reguladores de pressão

3.5.1. *Disposições relativas à homologação dos reguladores de pressão*

3.5.1.1. Pressão máxima de serviço autorizada (PMSA): 1,5 vezes a pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) do depósito interno ou a pressão máxima a que o componente é sujeito.

3.5.1.2. Temperaturas de projecto

3.5.1.2.1. Temperatura externa: em conformidade com o ponto 1.3 da parte 1.

3.5.1.2.2. Temperatura interna: no mínimo, a temperatura prevista no ponto 1.3 da parte 1.

3.5.1.3. Procedimentos de ensaio aplicáveis

Ensaio de pressão	ponto 4.2
Ensaio de estanquidade (fugas) para o exterior	ponto 4.3
Ensaio de fadiga	ponto 4.4 (com 20 000 ciclos de funcionamento)
Resistência à corrosão	ponto 4.6, apenas para peças metálicas e apenas para o equipamento no exterior da cobertura estanque ao gás
Resistência ao calor seco	ponto 4.7, aplicável apenas a peças não metálicas
Envelhecimento pelo ozono	ponto 4.8, aplicável apenas a peças não metálicas
Ensaio de ciclo de temperatura	ponto 4.9, aplicável apenas a peças não metálicas
Ensaio de estanquidade da sede	ponto 4.12

3.6. Sensores

3.6.1. Disposições relativas à homologação dos sensores

3.6.1.1. Pressão máxima de serviço autorizada (PMSA): 1,5 vezes a pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) do depósito interno ou a pressão máxima a que o componente é sujeito.

3.6.1.2. Temperaturas de projecto

3.6.1.2.1. Funcionamento à temperatura ambiente: em conformidade com o ponto 1.3 da parte 1.

3.6.1.2.2. Funcionamento a temperatura criogénica: temperatura de funcionamento mais baixa: - 253 °C, temperatura máxima: + 85 °C ou + 120 °C, como previsto no ponto 1.3 da parte 1.

3.6.1.3. Procedimentos de ensaio aplicáveis

Ensaio de pressão	ponto 4.2, apenas para o equipamento que entre em contacto directo com o hidrogénio
Ensaio de estanquidade (fugas) para o exterior	ponto 4.3, apenas para o equipamento que entre em contacto directo com o hidrogénio
Resistência à corrosão	ponto 4.6, apenas para peças metálicas e apenas para o equipamento no exterior da cobertura estanque ao gás
Resistência ao calor seco	ponto 4.7
Envelhecimento pelo ozono	ponto 4.8, aplicável apenas a peças não metálicas
Ensaio de ciclo de temperatura	ponto 4.9, aplicável apenas a peças não metálicas

3.7. Tubagem flexível de alimentação

3.7.1. Disposições relativas à homologação da tubagem flexível (mangas) de alimentação

3.7.1.1. O projecto, o fabrico e o controlo da tubagem flexível de alimentação criogénica devem obedecer ao disposto na norma EN 12434.

3.7.1.2. Pressão máxima de serviço autorizada (PMSA): 1,5 vezes a pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) do depósito interno ou a pressão máxima a que o componente é sujeito.

3.7.1.3. Temperaturas de projecto

3.7.1.3.1. Funcionamento à temperatura ambiente: em conformidade com o ponto 1.3 da parte 1.

3.7.1.3.2. Funcionamento a temperatura criogénica: temperatura de funcionamento mais baixa: - 253 °C, temperatura máxima: 85 °C ou 120 °C, como previsto no ponto 1.3 da parte 1.

3.7.1.4. Procedimentos de ensaio aplicáveis

Ensaio de pressão	ponto 4.2
Ensaio de estanquidade (fugas) para o exterior	ponto 4.3
Resistência à corrosão	ponto 4.6, apenas para peças metálicas e apenas para o equipamento no exterior da cobertura estanque ao gás
Resistência ao calor seco	ponto 4.7, aplicável apenas a peças não metálicas
Envelhecimento pelo ozono	ponto 4.8, aplicável apenas a peças não metálicas
Ensaio de ciclo de temperatura	ponto 4.9, aplicável apenas a peças não metálicas
Ciclos de pressão	ponto 4.10

3.8. Disposições relativas aos componentes eléctricos do sistema de hidrogénio

3.8.1. Prevenção de faíscas:

- a) os dispositivos accionados electricamente devem ser isolados de forma a impedir a passagem de corrente através das partes que contêm o hidrogénio;
- b) o sistema eléctrico do dispositivo accionado electricamente deve estar isolado da carroçaria do veículo;
- c) a resistência de isolamento do circuito eléctrico (excluindo baterias e pilhas de combustível) deve exceder 1 k Ω por cada volt de tensão nominal.

3.8.2. Nos casos em que uma ligação eléctrica isolada e segura requeira uma bucha isoladora da fonte de alimentação, a ligação eléctrica deve ser de tipo hermeticamente selado.

4. PROCEDIMENTO DE ENSAIO

4.1. Disposições de carácter geral

- 4.1.1. Os ensaios de estanquidade devem ser realizados com um gás pressurizado, como ar ou azoto, que contenha, no mínimo, 10 % de hélio.
- 4.1.2. Pode utilizar-se água ou outro fluido para obter a pressão necessária ao ensaio de pressão.
- 4.1.3. Os registos dos ensaios devem indicar, se for caso disso, o tipo de meio de ensaio.
- 4.1.4. Os ensaios de estanquidade e de pressão devem durar, no mínimo, mais três minutos do que o tempo de resposta do sensor.
- 4.1.5. Salvo indicação em contrário, todos os ensaios devem ser realizados à temperatura ambiente.
- 4.1.6. Os diversos componentes devem ser devidamente limpos antes de serem submetidos ao ensaio de estanquidade.

4.2. Ensaio de pressão

- 4.2.1. Um componente contendo hidrogénio deve suportar, sem qualquer sinal visível de ruptura ou deformação, uma pressão de ensaio 1,5 vezes superior à sua pressão máxima de serviço autorizada (PMSA), estando vedados os orifícios de saída de alta pressão. Aumentar-se-á então a pressão de 1,5 para 3 vezes a pressão máxima de serviço autorizada (PMSA). O componente não pode apresentar quaisquer sinais visíveis de ruptura ou fissuras.
- 4.2.2. No sistema de alimentação da pressão, instala-se uma válvula de fecho directo e um manómetro com capacidade de medição entre 1,5 e 2 vezes a pressão de ensaio e uma exactidão correspondente a 1 % do intervalo de pressões.
- 4.2.3. Se os componentes devem ser submetidos a um ensaio de estanquidade, este deverá preceder o ensaio de pressão.

4.3. Ensaio de fugas (estanquidade) para o exterior

- 4.3.1. Um componente não deve apresentar fugas através das juntas de haste, de corpo ou outras, nem sinais de porosidade das partes moldadas, quando sujeito a ensaio nos termos do ponto 4.4.3, a uma pressão de gás entre 0 e a sua pressão máxima de serviço autorizada (PMSA).
- 4.3.2. O ensaio realizar-se-á com o mesmo equipamento nas seguintes condições:
- 4.3.2.1. à temperatura ambiente;
- 4.3.2.2. à temperatura mínima de funcionamento ou à temperatura do azoto líquido uma vez decorrido o tempo necessário a esta temperatura para assegurar a estabilidade térmica;
- 4.3.2.3. à temperatura máxima de funcionamento, uma vez decorrido o tempo necessário a esta temperatura para assegurar a estabilidade térmica;
- 4.3.3. Durante este ensaio, o equipamento a ensaiar é ligado a uma fonte de pressão de gás. Na tubagem de alimentação da pressão, instala-se uma válvula de fecho directo e um manómetro com capacidade de medição entre 1,5 e 2 vezes a pressão de ensaio e uma exactidão correspondente a 1 % do intervalo de pressões. O manómetro deve ficar entre a válvula de fecho directo e a amostra ensaiada.
- 4.3.4. No decurso do ensaio, analisar-se-á a estanquidade da amostra com um tensioactivo: não se deverão produzir bolhas ou deverá registar-se um débito de fuga inferior a 10 cm³/hora.

4.4. Ensaio de resistência

- 4.4.1. Um componente para hidrogénio deve cumprir o disposto nos pontos 4.3 e 4.12 em matéria de ensaios de estanquidade, uma vez sujeito ao número de ciclos de funcionamento previsto para o referido componente nos pontos 3.1 a 3.7 da parte 3.
- 4.4.2. Os ensaios pertinentes de estanquidade externa e de estanquidade da sede, referidos nos pontos 4.3 e 4.12, devem ser realizados imediatamente após o ensaio de resistência à fadiga.
- 4.4.3. O componente é ligado firmemente a uma fonte pressurizada de ar seco ou azoto e sujeito ao número de ciclos especificado a seu respeito nos pontos 3.1 a 3.7 da parte 3. Um ciclo consiste numa operação de abertura e fecho do componente durante, pelo menos, 10 ± 2 segundos.
- 4.4.4. O componente é posto em funcionamento, durante 96 % da totalidade dos ciclos, à temperatura ambiente e à PMSA do componente. Durante o fecho, a pressão a jusante do aparelho de ensaio deixa-se cair até 50 % da PMSA do componente.
- 4.4.5. O componente é posto em funcionamento, durante 2 % da totalidade dos ciclos, à temperatura máxima do material (em conformidade com o ponto 1.3 da parte 1), uma vez decorrido o tempo necessário a esta temperatura para assegurar a estabilidade térmica, e à PMSA. No final dos ciclos a alta temperatura, o componente deve satisfazer os pontos 4.3 e 4.12 à temperatura máxima do material aplicável (em conformidade com o ponto 1.3 da parte 1).
- 4.4.6. O componente é posto em funcionamento, durante 2 % da totalidade dos ciclos, à temperatura mínima do material (em conformidade com o ponto 1.3 da parte 1), que não poderá ser inferior à temperatura do azoto líquido uma vez decorrido o tempo necessário a esta temperatura para assegurar a estabilidade térmica, e à PMSA do componente. No final dos ciclos a baixa temperatura, o componente deve satisfazer os pontos 4.3 e 4.12 à temperatura mínima do material aplicável (em conformidade com o ponto 1.3 da parte 1).

4.5. Ensaio de funcionamento

- 4.5.1. O ensaio de funcionamento deve realizar-se em conformidade com as normas EN 13648-1 ou EN 13648 2. São aplicáveis os requisitos específicos da norma.

4.6. Ensaio de resistência à corrosão

- 4.6.1. Um componente metálico destinado a conter hidrogénio deve satisfazer as exigências dos ensaios de estanquidade mencionados nos pontos 4.3 e 4.12, após ter sido sujeito, durante 144 horas, ao ensaio de nevoeiro salino nos termos da norma ISO 9227, com todas as ligações fechadas.

4.6.2. Um componente de cobre ou latão destinado a conter hidrogénio deve satisfazer as exigências dos ensaios de estanquidade mencionados nos pontos 4.3 e 4.12, após ter sido sujeito, durante 24 horas, a uma imersão em amoníaco, nos termos da norma ISO 6957, com todas as ligações fechadas.

4.7. **Ensaio de resistência ao calor seco**

O ensaio realizar-se-á em conformidade com a norma ISO 188. A amostra a ensaiar é exposta ao ar, durante 168 horas, a uma temperatura igual à temperatura máxima de funcionamento. A variação admissível da resistência à tracção não deve exceder + 25 %. A variação admissível do alongamento de ruptura não deve exceder os seguintes valores:

- acréscimo máximo: 10 %,
- decréscimo máximo: 30 %.

4.8. **Envelhecimento (desagregação) pelo ozono**

4.8.1. O ensaio tem de ser realizado em conformidade com a norma ISO 1431-1. A amostra a ensaiar é esticada até um alongamento de 20 % e exposta ao ar, a + 40 °C, com uma concentração de 50 partes de ozono por cem milhões, durante 120 horas.

4.8.2. Não são permitidas fissurações na amostra.

4.9. **Ensaio de ciclos térmicos**

Um componente não metálico destinado a conter hidrogénio deve satisfazer os ensaios de estanquidade mencionados nos pontos 4.3 e 4.12, após ser sujeito, durante 96 horas, a um ensaio de alternância entre as temperaturas mínima e máxima de funcionamento, em ciclos de 120 minutos, à pressão máxima de serviço autorizada (PMSA).

4.10. **Ensaio de ciclos de pressão**

4.10.1. As tubagens flexíveis de alimentação devem cumprir o disposto no ponto 4.3 em matéria de ensaios de estanquidade, uma vez sujeitas a 6 000 ciclos de pressão.

4.10.2. A pressão deve subir da pressão atmosférica à pressão máxima de serviço autorizada (PMSA) do depósito em menos de cinco segundos, e após um período mínimo de cinco segundos, deve baixar para a pressão atmosférica em menos de cinco segundos.

4.10.3. Os ensaios pertinentes de estanquidade externa referidos nos pontos 4.3 devem ser realizados imediatamente após o ensaio de resistência à fadiga.

4.11. **Ensaio de compatibilidade com o hidrogénio**

4.11.1. A compatibilidade com o hidrogénio deve ser demonstrada em conformidade com a norma ISO 11114-4.

4.11.2. Os materiais dos componentes que entrem em contacto com temperaturas criogénicas devem ser compatíveis com as temperaturas criogénicas nos termos da norma EN 1252-1.

4.12. **Ensaio de estanquidade da sede**

4.12.1. Os ensaios de estanquidade da sede devem ser efectuados em amostras que já tenham sido sujeitas ao ensaio de estanquidade externa previsto no ponto 4.3.

4.12.2. Os ensaios de estanquidade da sede são realizados com o orifício de admissão da válvula-amostra ligado a uma fonte de pressão de gás, com a válvula fechada e com o orifício de saída aberto. Na tubagem de alimentação da pressão, instala-se uma válvula de fecho directo e um manómetro com capacidade de medição entre 1,5 e 2 vezes a pressão de ensaio e uma exactidão correspondente a 1 % do intervalo de pressões. O manómetro deve ficar entre a válvula de fecho directo e a amostra ensaiada. Atingida a pressão de ensaio, que corresponderá à pressão máxima de serviço autorizada (PMSA), as fugas são detectadas submergindo em água o orifício aberto ou utilizando um fluxímetro (caudalímetro) instalado na válvula, junto ao orifício de admissão. O fluxímetro deve indicar, com uma exactidão de ± 1 %, o débito máximo de fuga admissível para o fluido utilizado no ensaio.

- 4.12.3. Quando fechadas, as sedes das válvulas de fecho não devem apresentar fugas de débito superior a $10 \text{ cm}^3/\text{hora}$, a uma pressão de gás entre zero e a pressão máxima de serviço autorizada (PMSA).
 - 4.12.4. Quando fechada, uma válvula de regulação ou anti-retorno não deve apresentar fugas ao ser sujeita a uma pressão aerostática entre 50 kPa e a respectiva pressão máxima de serviço autorizada (PMSA).
 - 4.12.5. As válvulas anti-retorno, se usadas como dispositivos de segurança, ou as conexões ou recipientes de reabastecimento não devem apresentar fugas de débito superior a $10 \text{ cm}^3/\text{hora}$ durante o ensaio.
 - 4.12.6. Os dispositivos limitadores de pressão não devem apresentar fugas de débito superior a $10 \text{ cm}^3/\text{hora}$, a uma pressão de gás entre zero e a pressão de regulação menos 10 %.
-

ANEXO IV

Requisitos aplicáveis aos componentes e sistemas para hidrogénio concebidos para utilizar hidrogénio (gasoso) comprimido e à sua instalação em veículos movidos a hidrogénio

1. INTRODUÇÃO

O presente anexo estabelece os requisitos e procedimentos de ensaio aplicáveis aos componentes e sistemas para hidrogénio concebidos para utilizar hidrogénio (gasoso) comprimido.

2. REQUISITOS GERAIS

2.1. O número de componentes para hidrogénio, as conexões e o comprimento das tubagens serão limitados ao mínimo compatível com a segurança e o funcionamento correcto do sistema para hidrogénio.

2.2. O fabricante deve assegurar que os materiais utilizados num componente ou sistema para hidrogénio sejam compatíveis com o hidrogénio, bem como com possíveis aditivos e contaminantes na fase de fabrico e com as temperaturas e pressões previstas.

2.3. A compatibilidade dos materiais com as condições de serviço estabelecidas no ponto 2.7 será demonstrada pelos ensaios aplicáveis previstos nas partes 2 e 3.

2.4. **Classificação da pressão**

Os componentes para hidrogénio são classificados segundo a pressão nominal de serviço e a função, em conformidade com as alíneas 2), 3) e 4) do artigo 1.º

2.5. O fabricante deve garantir um amplitude térmica em conformidade com o ponto 2.7.5.

2.6. A documentação e os relatórios de ensaio devem ser suficientemente pormenorizados para que os laboratórios de ensaio de terceiros independentes possam reproduzir os ensaios de homologação pertinentes e os respectivos resultados.

2.7. **Condições de serviço**

Salvo especificações em contrário, são aplicáveis no presente anexo as seguintes condições de serviço:

2.7.1. *Vida útil*

A vida útil dos reservatórios de hidrogénio deve ser definida pelo fabricante, podendo variar consoante as aplicações sem, contudo, exceder 20 anos.

2.7.2. *Pressão de serviço*

O fabricante do veículo especifica a pressão ou pressões nominais de serviço dos componentes e sistemas para hidrogénio. Para os componentes a jusante do primeiro regulador de pressão deve também indicar-se a PMSA.

A(s) PMSA devem ser iguais ou superiores à pressão de regulação do sistema de protecção em caso de sobrepressão referido no ponto 1.8 da parte 1.

2.7.3. *Superfícies externas*

Os efeitos nas superfícies externas dos componentes para hidrogénio, nas suas posições de instalação, devem ser considerados em relação aos seguintes factores:

- a) água — quer por imersão intermitente, quer por aspersão nas rodovias;
- b) sal, devido à operação do veículo perto do mar ou à utilização deste produto para fusão de gelo na estrada;
- c) radiações ultravioletas e térmicas da luz solar;

- d) projecção de gravilha;
- e) solventes, ácidos e álcalis e fertilizantes;
- f) fluidos para automóveis, incluindo gasolina, fluidos hidráulicos, ácido de bateria, glicol e óleos;
- g) gases de escape.

2.7.4. Composição do gás

O gás de hidrogénio comprimido utilizado nos ensaios deve corresponder ou ter uma pureza superior à composição de gás de grau A, tipo 1 prevista na norma ISO/TS 14687-2.

2.7.5. Temperaturas

2.7.5.1. Temperaturas do material

A gama de temperaturas de funcionamento dos materiais utilizados nos componentes para hidrogénio estará compreendida entre $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$, salvo se:

- a) o fabricante do veículo especificar uma temperatura inferior a $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- b) os componentes para hidrogénio estejam localizados no compartimento do motor de combustão interna ou directamente expostos à temperatura de funcionamento de um motor de combustão interna, em cujo caso a gama de temperaturas estará compreendida entre $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $+120\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2.7.5.2. Temperaturas do gás

A temperatura média do gás estará compreendida entre $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ em condições normais, incluindo operações de enchimento e descarga, salvo se o fabricante do veículo especificar uma temperatura inferior a $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2.7.6. Ciclos de enchimento

Este ponto é aplicável apenas aos componentes para hidrogénio de classe 0.

2.7.6.1. Disposições de carácter geral

O número de ciclos de enchimento dos componentes para hidrogénio é de 5 000 ciclos, excepto nas situações previstas nos pontos 2.7.6.2 e 2.7.6.3.

2.7.6.2. Número de ciclos de enchimento em caso de instalação do sistema de monitorização e controlo da utilização

Contanto que um sistema de monitorização e controlo da utilização faça parte do sistema para hidrogénio, o fabricante especificará o número de ciclos de enchimento dos componentes para hidrogénio, que poderão ser menos de 5 000 mas nunca menos de 1 000 ciclos, podendo variar consoante as aplicações com base na quilometragem projectada para o tempo de vida útil do veículo e a autonomia para a capacidade máxima de combustível.

O sistema de monitorização e controlo da utilização deve impedir que o veículo continue a ser utilizado uma vez ultrapassado o número especificado de ciclos de enchimento, até os componentes que ultrapassaram esse valor serem substituídos por novos componentes para hidrogénio.

O conceito de segurança do sistema de monitorização e controlo da utilização será homologado nos termos do disposto no anexo VI.

2.7.6.3. Número reduzido de ciclos de enchimento

O fabricante do veículo pode especificar um número reduzido de ciclos de enchimento para os componentes para hidrogénio, calculado mediante a seguinte fórmula:

Número de ciclos de enchimento considerando uma vida útil de 20 anos: 5 000

Vida útil de projecto: x anos; $x \geq 1$

Número reduzido de ciclos de enchimento: $1\ 000 + 200 \cdot x$

Os componentes para hidrogénio serão substituídos antes de ultrapassarem a vida útil especificada.

2.7.7. Ciclos de funcionamento

2.7.7.1. Disposições de carácter geral

O número de ciclos de funcionamento dos componentes para hidrogénio é de 50 000 ciclos, excepto nas situações previstas nos pontos 2.7.7.2 e 2.7.7.3.

2.7.7.2. Número de ciclos de funcionamento em caso de instalação do sistema de monitorização e controlo da utilização

Contanto que um sistema de monitorização e controlo da utilização faça parte do sistema para hidrogénio, o fabricante do veículo poderá reduzir o número de ciclos de funcionamento dos componentes para hidrogénio para menos de 50 000 mas nunca menos de 10 000 ciclos, com base no tempo de vida útil de projecto do componente.

O sistema de monitorização e controlo da utilização deve impedir que o veículo continue a ser utilizado uma vez ultrapassado o número especificado de ciclos de funcionamento, até os componentes que ultrapassaram esse valor serem substituídos por novos componentes para hidrogénio.

O conceito de segurança do sistema de monitorização e controlo da utilização será homologado nos termos do disposto no anexo VI.

2.7.7.3. Número reduzido de ciclos de funcionamento

O fabricante do veículo pode especificar um número reduzido de ciclos de funcionamento para cada componente para hidrogénio, calculado mediante a seguinte fórmula:

Número de ciclos de funcionamento considerando uma vida útil de 20 anos: 50 000

Vida útil de projecto: x anos; $x \geq 1$

Número reduzido de ciclos de funcionamento:

$$10\,000 + 2\,000 \cdot x$$

Os componentes para hidrogénio devem ser substituídos antes de ultrapassarem a vida útil especificada.

PARTE 1

Requisitos aplicáveis à instalação de componentes e sistemas para hidrogénio concebidos para utilizar hidrogénio (gasoso) comprimido em veículos movidos a hidrogénio

1. REQUISITOS GERAIS
 - 1.1. Devem ser tomadas precauções razoáveis a fim de evitar a avaria de outros circuitos pertinentes para o sistema de hidrogénio.
 - 1.2. O sistema para hidrogénio é pressurizado à pressão nominal de serviço utilizando exclusivamente hidrogénio (100 %), e submetido a um ensaio de estanquidade, excluindo o reservatório, quer com um tensioactivo durante três minutos sem dar azo à formação de bolhas, quer por outro método equivalente comprovado.
 - 1.3. Em caso de fuga ou libertação de hidrogénio, este não se pode acumular nos espaços fechados ou semifechados do veículo.
 - 1.4. Os componentes para hidrogénio que possam eventualmente deixar escapar hidrogénio e estejam montados no habitáculo, no porta-bagagens ou noutro compartimento não ventilado devem estar protegidos por uma cobertura estanque ao gás em conformidade com o ponto 10 ou por uma solução equivalente.
 - 1.5. No reservatório ou conjunto de reservatórios deve manter-se uma pressão mínima de 0,2 MPa à temperatura ambiente.
 - 1.6. Todos os dispositivos limitadores de pressão, outros componentes de segurança e as tubagens de ventilação devem, tanto quanto for razoavelmente possível, ser protegidos contra actos de vandalismo.
 - 1.7. Em caso de falha de activação da válvula automática, a válvula deve comutar para o modo de funcionamento mais seguro da aplicação em causa.
 - 1.8. O sistema de hidrogénio a jusante de um regulador de pressão deve estar protegido contra uma sobrepressão originada por uma eventual avaria do regulador de pressão. Se se utilizar um sistema de protecção em caso de sobrepressão, a respectiva pressão de regulação deve ser inferior ou igual à PMSA da secção correspondente do sistema de hidrogénio.
 - 1.9. Deve incluir-se um sistema que detecte avarias em ambos os circuitos de um permutador de calor e evite que o hidrogénio penetre no(s) outro(s) circuito(s) se as interfaces não tiverem capacidade para suportar a perda de pressão nos referidos circuitos.
2. INSTALAÇÃO DE UM RESERVATÓRIO NUM VEÍCULO
 - 2.1. O reservatório ou conjunto de reservatórios podem preencher funções integradas do veículo. O reservatório ou reservatório integrado devem ser concebidos por forma a preencher os requisitos das funções integradas e os requisitos aplicáveis ao reservatório constantes da parte 2.
 - 2.2. O reservatório ou conjunto de reservatórios e os dispositivos de segurança devem ser montados e fixados de modo que as seguintes acelerações possam ser absorvidas sem que as fixações se partam ou os reservatórios se soltem (a demonstrar mediante ensaio ou cálculos). A massa utilizada será representativa de um reservatório ou conjunto de reservatórios integralmente equipado e atestado.

Veículos das categorias M₁ e N₁:

- a) +/- 20 g no sentido da deslocação
- b) +/- 8 g numa horizontal perpendicular ao sentido da deslocação

Veículos das categorias M₂ e N₂:

- a) +/- 10 g no sentido da deslocação
- b) +/- 5 g numa horizontal perpendicular ao sentido da deslocação

Veículos das categorias M₃ e N₃:

- a) +/- 6,6 g no sentido da deslocação
 - b) +/- 5 g numa horizontal perpendicular ao sentido da deslocação
- 2.3. As disposições do ponto 2.2 não se aplicam a veículos homologados ao abrigo das Directivas 96/27/CE e 96/79/CE Parlamento Europeu e do Conselho.
- 2.4. Os dispositivos limitadores de pressão previstos no ponto 5 devem constituir o sistema de protecção contra incêndios do reservatório ou conjunto de reservatórios, que visa evitar rupturas. Nem o isolamento térmico, nem outras medidas de protecção devem influenciar a resposta e o comportamento dos dispositivos limitadores de pressão.
- 2.5. Um reservatório ou conjunto de reservatórios com um invólucro não metálico não devem ser instalados no habitáculo, no porta-bagagens ou em qualquer outro compartimento sem ventilação adequada, salvo se estiverem integrados num sistema que garanta a purga para o exterior do hidrogénio infiltrado, ou seja, se estiver instalado numa cobertura estanque ao gás, de acordo com o ponto 10.
3. SISTEMA DE ARMAZENAGEM AMOVÍVEL
- 3.1. Os componentes de um sistema de hidrogénio com um sistema de armazenagem amovível devem preencher todos os requisitos do presente regulamento como se o sistema para hidrogénio estivesse instalado em regime permanente no veículo.
- 3.2. Um sistema de armazenagem amovível pode ser retirado do veículo para efeitos de reabastecimento. O(s) reservatório(s) ou conjunto de reservatórios e os componentes para hidrogénio que constituem o sistema de armazenagem amovível devem ser instalados em regime permanente neste sistema.
- 3.3. O sistema de armazenagem amovível deve proteger o reservatório ou conjunto de reservatórios e os componentes para hidrogénio que integram o referido sistema de danos decorrentes das operações de manuseamento indispensáveis à sua instalação, remoção, armazenagem e manuseio.
- 3.4. Devem ser tomadas medidas eficazes para impedir a remoção não autorizada do sistema de armazenagem amovível.
- 3.5. Instala-se uma interface única para a circulação do hidrogénio entre o sistema de armazenamento amovível e a secção do sistema para hidrogénio instalada em regime permanente no veículo. A pressão nominal de serviço do sistema de hidrogénio na interface será inferior ou igual a 3,0 MPa.
- 3.6. Quando o sistema de armazenamento amovível estiver instalado no veículo, a ligação à secção do sistema para hidrogénio instalada em regime permanente no veículo deve ser efectuada sem recurso a ferramentas e respeitar os requisitos dos pontos 1.2 e 2.2.
- 3.7. Aquando da desconexão do sistema de armazenagem amovível, o volume do hidrogénio libertado não pode exceder 200 Ncm³; esta libertação não pode ocorrer junto de uma possível fonte de ignição. Deve evitar-se a acumulação de hidrogénio provocada por desconexões sucessivas.
- 3.8. A secção do conector do sistema de armazenagem amovível instalado em regime permanente no veículo deve ser concebida especificamente para o tipo de veículo em causa, não podendo ser compatível com bocais normalizados de reabastecimento de hidrogénio ou de outros combustíveis gasosos.
- 3.9. Para evitar fluxos de hidrogénio de um sistema de armazenagem amovível, há que instalar este último com uma pressão máxima de serviço autorizada mais elevada do que a pressão da secção do sistema para hidrogénio instalada em regime permanente no veículo.
- 3.10. A abertura das válvulas automáticas montadas no(s) reservatório(s) ou no conjunto de reservatórios não será possível se o sistema de armazenagem amovível não estiver ligado correctamente à secção do sistema para hidrogénio instalada em regime permanente no veículo. Um sistema de interface do veículo assegurar-se-á de que foi estabelecida uma ligação correcta entre o sistema de armazenagem amovível e o veículo antes de permitir a abertura da(s) válvula(s) automática(s). O sistema de interface do veículo assegurar-se-á igualmente de que o sistema de armazenagem amovível é compatível com o sistema para hidrogénio do veículo antes de permitir a abertura da(s) válvula(s) automática(s).

- 3.11. A desconexão ou a remoção do sistema de armazenagem amovível só será possível se a válvula automática montada no(s) reservatório(s) ou no conjunto de reservatórios estiver fechada e nenhuma fonte de combustão, como, por exemplo, os dispositivos de aquecimento, estiver em funcionamento.
 - 3.12. A utilização do sistema de hidrogénio será impossibilitada em caso de avaria parcial ou total do conector do sistema de armazenagem amovível ou dos conectores eléctricos entre o sistema de armazenagem amovível e o veículo que possam afectar a segurança do sistema de hidrogénio.
 - 3.13. As operações de instalação e remoção do sistema de armazenagem amovível serão ilustradas numa etiqueta aposta no veículo próximo do local de montagem do referido sistema. Na etiqueta deve registar-se igualmente a pressão nominal de serviço do(s) reservatório(s) ou conjunto de reservatórios e do conector do sistema de armazenagem amovível.
 - 3.14. No sistema de armazenagem amovível, será aposta uma etiqueta que indique a pressão nominal de serviço do(s) reservatório(s) ou conjunto de reservatórios e do conector do sistema de armazenagem amovível.
 - 3.15. O número de homologação CE deve ser registado no sistema de armazenagem amovível.
4. VÁLVULAS AUTOMÁTICAS OU VÁLVULAS ANTI-RETORNO PARA O ISOLAMENTO DE UM RESERVATÓRIO OU CONJUNTO DE RESERVATÓRIOS OU DE UM SISTEMA DE PROPULSÃO
- 4.1. As válvulas de fecho automático, que serão utilizadas em conformidade com o ponto 6 do anexo VI do Regulamento (CE) n.º 79/2009, são válvulas fechadas em repouso. Em caso de utilização de um conjunto de reservatórios, a válvula será montada directamente sobre ou no interior de um reservatório.
 - 4.2. As conexões ou os recipientes de reabastecimento devem ser utilizados em conformidade com o ponto 4 do anexo VI do Regulamento (CE) n.º 79/2009. Em caso de utilização de um conjunto de reservatórios, a válvula será montada directamente sobre ou no interior de um reservatório.
 - 4.3. Se, para efeitos de reabastecimento e alimentação de combustível, uma única tubagem entrar no reservatório ou conjunto de reservatórios, esta deve ser fixada, como descrito no ponto 4.2, na tubagem de reabastecimento, no ponto de junção desta com a tubagem de alimentação de combustível.
 - 4.4. Na eventualidade de uma ruptura das tubagens de reabastecimento ou de alimentação de combustível, as válvulas de isolamento referidas nos pontos 4.1 e 4.2 não se separarão do reservatório ou do conjunto de reservatórios.
 - 4.5. As válvulas automáticas que isolam cada reservatório ou conjunto de reservatórios fechar-se-ão caso ocorra uma anomalia no sistema de hidrogénio que dê azo à libertação deste gás ou uma fuga grave entre o reservatório ou conjunto de reservatórios e o(s) sistema(s) de conversão de hidrogénio.
 - 4.6. O fluxo de combustível para o sistema de propulsão deve ser protegido por uma válvula automática. A válvula automática deve funcionar de modo tal que, quando o sistema de propulsão é desligado, o fornecimento de hidrogénio ao mesmo seja interrompido, independentemente da posição da chave de ignição, e permaneça interrompido enquanto o sistema de propulsão não voltar a funcionar.
 - 4.7. O fluxo de combustível para outro(s) sistema(s) de conversão de hidrogénio deve ser protegido por uma válvula automática. Esta válvula automática deve funcionar de modo que o abastecimento de hidrogénio para outro(s) sistema(s) de conversão seja cortado quando o respectivo sistema de conversão de hidrogénio estiver desligado, independentemente da posição da chave de ignição, e assim permaneça até que o sistema de conversão de hidrogénio seja novamente posto a funcionar.
5. DISPOSITIVO(S) LIMITADORE(S) DE PRESSÃO
- 5.1. Para efeitos dos reservatórios concebidos para a utilização de hidrogénio (gasoso) comprimido, o limitador de pressão deve ser um dispositivo de abertura irreversível e activado termicamente que evita a ruptura do reservatório em caso de incêndio.
 - 5.2. O dispositivo limitador de pressão instalar-se-á directamente na abertura do reservatório ou, no caso de um conjunto de reservatórios, na abertura de, pelo menos, um reservatório, ou na abertura de uma válvula montada no reservatório, de forma a descarregar o hidrogénio para uma tubagem à pressão atmosférica que evacue o gás para o exterior do veículo.
 - 5.3. Durante o funcionamento normal, ou em caso de avaria de outro componente, não será possível isolar o dispositivo limitador de pressão do reservatório que ele protege.

- 5.4. O dispositivo limitador de pressão não orientará a descarga de gás de hidrogénio:
- para terminais e comutadores eléctricos expostos ou outras fontes de ignição;
 - na direcção ou para o interior do habitáculo ou do porta-bagagens do veículo;
 - na direcção ou para o interior de compartimentos ou passagens das rodas;
 - na direcção de quaisquer componentes de classe 0;
 - para a dianteira do veículo, ou horizontalmente a partir da traseira ou dos lados do veículo.
- 5.5. As dimensões internas da saída de ventilação não impedirão o funcionamento do dispositivo limitador de pressão.
- 5.6. Tanto quanto for razoavelmente possível, deve proteger-se a saída de ventilação do dispositivo limitador de pressão contra a entrada de água e obstruções provocadas, por exemplo, por sujidade ou gelo.
- 5.7. O orifício de saída do dispositivo limitador de pressão deve estar orientado de modo a que, na eventualidade de a saída de ventilação se separar do dispositivo limitador de pressão, o fluxo de gás resultante não atinja directamente outros reservatórios ou conjuntos de reservatórios, salvo se estes estiverem protegidos.

6. VÁLVULA(S) DE DESCOMPRESSÃO

- 6.1. Se utilizadas, as válvulas de descompressão serão instaladas de modo a poder descarregar o hidrogénio para uma tubagem à pressão atmosférica e daí expeli-lo para o exterior do veículo.
- 6.2. Durante o funcionamento normal, ou em caso de avaria de outro componente, não será possível isolar a válvula de descompressão dos componentes para hidrogénio ou da secção do sistema para hidrogénio que ela protege.
- 6.3. As válvulas de descompressão não orientarão a descarga de gás de hidrogénio:
- para terminais e comutadores eléctricos expostos ou outras fontes de ignição;
 - na direcção ou para o interior do habitáculo ou do porta-bagagens do veículo;
 - na direcção ou para o interior de compartimentos ou passagens das rodas;
 - na direcção de quaisquer componentes de classe 0.
- 6.4. Tanto quanto for razoavelmente possível, deve proteger-se a saída de ventilação da válvula de descompressão contra a entrada de água e obstruções provocadas, por exemplo, por sujidade ou gelo.

7. TUBAGEM RÍGIDA E FLEXÍVEL DE ALIMENTAÇÃO DO GÁS COMBUSTÍVEL

- 7.1. As tubagens rígidas de alimentação devem ser fixadas de modo a não serem sujeitas a vibrações críticas ou outras tensões.
- 7.2. As tubagens flexíveis devem ser fixadas de modo a não serem sujeitas a forças de torção e a evitar a abrasão.
- 7.3. As tubagens rígidas e flexíveis de alimentação de combustível devem ser concebidas por forma a minimizar de forma razoável as tensões que possam sofrer durante a remoção ou a instalação dos componentes para hidrogénio contíguos.
- 7.4. Os pontos de fixação, quer da tubagem flexível quer da rígida, devem ser dispostos de modo a evitar a corrosão galvânica e a corrosão nas aberturas.
- 7.5. As tubagens rígidas e flexíveis devem ser orientadas de modo a minimizar de forma razoável a exposição a danos acidentais, tanto no interior do veículo, por exemplo, devido à colocação ou à deslocação da bagagem ou de outras cargas, como no exterior, por exemplo, devido a um terreno acidentado ou à utilização do macaco do veículo.
- 7.6. Em pontos de atravessamento, quer da carroçaria do veículo quer de outros componentes para hidrogénio, a tubagem de alimentação deve ser provida de bainhas ou outro material de protecção.

7.7. Em caso de instalação de ligações no habitáculo ou num porta-bagagens fechado, as tubagens de alimentação e as ligações devem ser envoltas por uma manga que cumpra os requisitos aplicáveis à cobertura estanque ao gás previstos no ponto 10.

8. LIGAÇÕES ENTRE COMPONENTES PARA HIDROGÉNIO

8.1. O fabricante do veículo deve assegurar que os materiais utilizados nas ligações sejam de modo a evitar a corrosão galvânica e a corrosão nas aberturas.

8.2. O número de juntas deve ser limitado ao mínimo.

8.3. Para efeitos de inspecção, os fabricantes devem especificar os meios para a realização de ensaios de estanquidade das juntas. Caso se preveja a realização de ensaios de estanquidade com tensioactivos, todas as juntas devem situar-se em locais acessíveis.

9. SISTEMA DE REABASTECIMENTO

9.1. O recipiente de reabastecimento deve ser fixado de modo a impedir posições defeituosas e movimentos de rotação. Deve também, tanto quanto for razoavelmente possível, proteger-se o recipiente contra qualquer manipulação não autorizada bem como a entrada de sujidade ou água, por exemplo, mediante uma portinhola cerrada. O recipiente deve estar protegido contra erros de manipulação razoavelmente previsíveis.

9.2. O recipiente deve ser instalado de modo a que o acesso para efeitos de reabastecimento não se faça pelo habitáculo, porta-bagagens ou qualquer outro compartimento sem ventilação.

9.3. O recipiente não será montado no interior de elementos externos de absorção de energia, por exemplo, pára-choques.

9.4. A pressão nominal de serviço do recipiente será igual à pressão nominal de serviço dos componentes para hidrogénio de classe 0 a montante do primeiro regulador de pressão, incluindo este último.

9.5. Deve garantir-se que o sistema de propulsão ou o(s) sistema(s) de conversão de hidrogénio, excluindo os dispositivos de segurança, não estejam em funcionamento e que o veículo esteja imobilizado aquando do reabastecimento.

9.6. Junto do recipiente, por exemplo, no interior da portinhola de reabastecimento, deve ser aposta uma etiqueta com a seguinte informação:

gás H₂

«xx» MPa

Em que «xx» = pressão nominal de serviço do(s) reservatório(s).

10. COBERTURA ESTANQUE AO GÁS

10.1. A cobertura estanque ao gás será purgada para o exterior.

10.2. Tanto quanto for razoavelmente possível, a abertura de ventilação da cobertura estanque ao gás deve localizar-se no ponto mais alto da cobertura quando instalada no veículo. Não pode descarregar para pontos de passagem das rodas nem para fontes de calor, como o escape. Além disso, a descarga efectuar-se-á de forma a que o hidrogénio não possa entrar no veículo.

10.3. As ligações e os componentes eléctricos da cobertura estanque ao gás devem ser concebidos por forma a não produzirem faíscas.

10.4. Durante os ensaios, as tubagens de ventilação devem ser seladas hermeticamente e a cobertura estanque ao gás deve cumprir os requisitos em matéria de estanquidade do ponto 1.2 a uma pressão de 0,01 MPa e sem evidenciar quaisquer deformações permanentes.

10.5. O sistema de ligação deve ser fixado por ganchos ou outros meios à manga ou cobertura estanque ao gás e ao tubo de evacuação, de modo a formar uma junta que cumpra os requisitos de estanquidade previstos no ponto 10.4.

11. INSTALAÇÃO ELÉCTRICA

- 11.1. Os componentes eléctricos do sistema para hidrogénio devem ser protegidos contra sobrecargas.
- 11.2. Nos casos em que existam componentes para hidrogénio ou se possam produzir fugas de hidrogénio, as ligações da fonte de alimentação devem ser estanques à admissão de hidrogénio.

12. SISTEMAS DE SEGURANÇA EQUIPADOS COM INSTRUMENTOS

- 12.1. Os sistemas de segurança equipados com instrumentos devem ser à prova de avarias ou redundantes.
- 12.2. Se os sistemas de segurança equipados com instrumentos forem sistemas electrónicos com auto-controlo ou à prova de avaria, são aplicáveis os requisitos específicos do anexo VI.

13. REQUISITOS RELATIVOS À INSPECÇÃO DO SISTEMA PARA HIDROGÉNIO

- 13.1. Cada sistema de hidrogénio é inspeccionado, pelo menos, de 48 em 48 meses após a data da sua entrada em serviço, assim como aquando de qualquer reinstalação.
- 13.2. A inspecção deve ser realizada por um serviço técnico, em conformidade com as especificações do fabricante estabelecidas na parte 3 do anexo I.

PARTE 2

Requisitos para os reservatórios de hidrogénio concebidos para utilizar hidrogénio (gasoso) comprimido

1. INTRODUÇÃO

A presente parte estabelece os requisitos e procedimentos de ensaio aplicáveis aos reservatórios de hidrogénio concebidos para utilizar hidrogénio (gasoso) comprimido.

1.1. Tipos de reservatório

Os reservatórios são classificados por tipo em conformidade com o tipo de fabrico a que se faz referência no ponto 1 do anexo IV do Regulamento (CE) n.º 79/2009.

2. REQUISITOS GERAIS

2.1. O fabricante pode escolher a forma do reservatório desde que esta preencha os requisitos aplicáveis previstos no ponto 3.

2.2. Conjunto de reservatórios

2.2.1. Um conjunto de reservatórios deve ser homologado como um só reservatório se tanto o conjunto de reservatórios como os reservatórios que o constituem forem homologados em conformidade com o disposto nos pontos 3 e 4.

2.2.2. Em alternativa, um conjunto de reservatórios será homologado como um só reservatório se o conjunto de reservatórios cumprir o disposto nos pontos 3 e 4. Contanto o conjunto de reservatórios respeite integralmente as disposições dos pontos 3 e 4 aplicáveis ao tipo dos materiais e ao método de construção utilizados, os reservatórios que o constituem não têm de respeitar todas as disposições dos pontos 3 e 4.

2.2.3. Sem prejuízo dos requisitos dos pontos 2.2.1 e 2.2.2, um conjunto de reservatórios deve preencher os requisitos dos pontos 4.2.4 (ensaio de inflamação), 4.2.10 [ensaio de queda (resistência a impacto ou choque)] e 4.2.11 (ensaio de estanquidade).

2.2.4. É permitido um máximo de quatro reservatórios por conjunto de reservatórios.

2.2.5. Para as tubagens de alimentação de interligação integral dos reservatórios integrados não se poderão utilizar tubagens flexíveis de alimentação.

3. REQUISITOS TÉCNICOS

3.1. Requisitos gerais

Os reservatórios devem respeitar os requisitos técnicos previstos nos pontos 3.2 a 3.11.

3.2. Protecção contra incêndios

O reservatório, os dispositivos limitadores de pressão e todos os acessórios e materiais de isolamento ou protecção instalados devem, no seu conjunto, proteger o reservatório, a fim de evitar a sua ruptura em caso de incêndio. A disposição do sistema de protecção contra incêndios deve ser claramente especificada.

3.3. Roscagens de abertura

As aberturas com roscagens cónicas e roscagens cilíndricas podem ser utilizadas em todos os tipos de reservatórios. As roscagens devem obedecer a normas internacionais ou nacionais reconhecidas.

3.4. **Proteção do meio exterior**

Os revestimentos devem ser de modo que o processo de aplicação não afecte adversamente as propriedades mecânicas do reservatório. O revestimento deve facilitar subseqüentes inspecções em serviço, fornecendo o fabricante orientações sobre o tratamento do revestimento durante essas inspecções, para garantir a integridade contínua do reservatório.

3.5. **Requisitos aplicáveis ao material**

3.5.1. *Generalidades*

Os materiais utilizados devem ser adequados às condições de serviço indicadas no ponto 2.7. Os materiais incompatíveis não devem estar em contacto directo.

3.5.2. *Aço*

3.5.2.1. O aço utilizado em reservatórios e invólucros deve ser conforme aos requisitos aplicáveis ao material constantes dos pontos 6.1 a 6.4 da norma ISO 9809-1 ou pontos 6.1 a 6.3 da norma ISO 9809 2, consoante os casos.

3.5.2.2. O aço inoxidável a utilizar em reservatórios e invólucros deve ser conforme aos pontos 4.1 a 4.4 da norma EN 1964-3.

3.5.2.3. O aço inoxidável soldado a utilizar nos invólucros dos reservatórios de tipo 3 deve ser conforme ao ponto 4.3 da norma EN 13322-2.

3.5.3. *Liga de alumínio*

3.5.3.1. As ligas de alumínio dos reservatórios e invólucros devem ser conformes aos requisitos aplicáveis ao material constantes dos pontos 6.1 e 6.2 da norma ISO-7866.

3.5.3.2. As ligas de alumínio soldadas a utilizar nos invólucros dos reservatórios de tipo 3 devem ser conformes aos pontos 4.2 e 4.3 da norma EN 1286.

3.5.4. *Material plástico do invólucro*

O material plástico do invólucro pode ser constituído por resinas termoconsolidantes ou termoplásticas.

3.5.5. *Fibras*

Durante a vida útil para a qual o reservatório foi projectado, o seu fabricante deve guardar em registo as especificações publicadas em relação aos materiais compósitos, incluindo os principais resultados dos ensaios, nomeadamente do ensaio de tracção, e as recomendações do fabricante do material em relação às condições de armazenamento e ao prazo de validade.

O fabricante do reservatório deve guardar em registo, durante a vida útil para a qual cada lote de reservatórios foi projectado, a certificação do fabricante das fibras de que cada remessa cumpre as correspondentes especificações.

3.5.6. *Resinas*

O material polimérico de impregnação das fibras pode ser constituído por resinas termoconsolidantes ou termoplásticas.

3.6. **Quocientes de pressão de ruptura**

Os quocientes de pressão mínima de rebentamento, ou seja, a pressão mínima de rebentamento real do reservatório dividida pela sua pressão nominal de serviço, não deve ser inferior aos valores indicados no quadro IV.3.6.

Quadro IV.3.6

Quocientes de pressão mínima de rebentamento

Construção		Tipo de reservatório			
		Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4
Só metal		2,25			
Bobinado	Vidro		2,4	3,4	3,5
	Aramida		2,25	2,9	3,0
	Carbono		2,25	2,25	2,25
	Misto		(1)		

Nota explicativa:

(1) No que diz respeito aos reservatórios com reforço misto, ou seja, duas ou mais fibras estruturais diferentes, a distribuição dos esforços entre as diversas fibras deve ter em conta os respectivos módulos de elasticidade. O cálculo das relações de tensões de cada tipo de fibra estrutural deve obedecer aos valores especificados. A verificação das relações de tensões pode ser feita também por meio de extensómetros. O valor mínimo do quociente de pressão de rebentamento deve ser escolhido de modo a que a tensão nas fibras estruturais para o quociente de pressão mínimo multiplicada pela pressão nominal de serviço e dividida pela tensão nas fibras estruturais calculada à pressão nominal de serviço cumpra a relação de tensões definida para as fibras utilizadas.

3.7. Requisitos relativos ao fabrico dos reservatórios

3.7.1. Reservatórios de tipo 1

As extremidades dos reservatórios em liga de alumínio não devem ser fechadas por um processo de enformação. As extremidades inferiores de reservatórios de aço fechados por um processo de enformação devem ser inspeccionadas por CND ou método equivalente. Não se deve adicionar metal no processo de fecho da extremidade. Cada reservatório deve ser examinado relativamente à espessura e a acabamentos superficiais, antes das operações de enformação de extremidades.

Após a enformação das extremidades, os reservatórios devem ser sujeitos a tratamento térmico na gama de dureza indicada para o projecto. Não é permitido tratamento térmico localizado.

Se o suporte for assegurado por um anel no gargalo ou na base do reservatório ou por ganchos, o respectivo material deve ser compatível com o do reservatório e a fixação deve ser garantida por um método distinto da soldadura, da brasagem forte ou da braçagem.

3.7.2. Reservatórios de tipos 2, 3 e 4

3.7.2.1. Bobinagem do filamento compósito

Se os reservatórios compósitos são providos de um invólucro envolto em filamento por bobinagem contínua, as operações de bobinagem do filamento devem ser controladas por meios informáticos ou mecânicos. Durante a bobinagem, os principais parâmetros são controlados quanto às tolerâncias indicadas, e documentados num registo apropriado. Os parâmetros principais são:

- tipo de fibra, incluindo, por exemplo, valor tex e dimensões;
- número de cabos de fibras por largura de banda;
- tipo de resina e coeficiente de mistura dos componentes da resina;
- método de impregnação, massa ou fracção do volume da resina ou da fibra;
- referência do programa de enrolamento e ângulo de enrolamento;
- número de voltas de enrolamento ortogonal;
- número de ciclos de enrolamento helicoidal (apenas para reservatórios de tipos 3 e 4);
- largura de banda;

- i) tensão de enrolamento;
- j) velocidade de enrolamento;
- k) temperatura da resina.

3.7.2.2. Cura das resinas termoconsolidantes

Terminado o enrolamento, as resinas termoconsolidantes são curadas por aquecimento, utilizando uma curva predeterminada e controlada de temperaturas em função do tempo. Durante a cura, deve documentar-se o historial de tempo-temperatura.

Em reservatórios com invólucros de alumínio, o tempo e a temperatura máximos de cura será inferior ao tempo e à temperatura que afectam adversamente as propriedades do metal.

No que diz respeito aos reservatórios de tipo 4, a temperatura mínima de cura das resinas termoconsolidantes deve ser, pelo menos, 10 °C inferior à temperatura de amolecimento do invólucro de plástico.

3.7.2.3. Autofixação

Se for utilizada autofixação («*auto-frettage*»), esta deve ser executada antes do ensaio hidráulico. A pressão de autofixação deve situar-se dentro dos limites estabelecidos pelo fabricante.

3.7.2.4. Invólucros metálicos

A soldadura dos invólucros de aço inoxidável deve ser conforme aos pontos 6.1, 6.2 e 6.4 da norma EN 13322-2. A soldadura dos invólucros em ligas de alumínio deve ser conforme aos pontos 4.1.2 e 6.1 da norma EN 12862.

3.8. **Marcações no reservatório**

Em cada reservatório e, se for caso disso, na superfície externa de um grupo de reservatórios confinados em regime permanente, o fabricante aporá marcações definitivas com caracteres cuja altura não será inferior a 6 mm. A marcação será feita por rótulos incorporados nos revestimentos de resina, por rótulos fixados por adesivos, por punções feitas com baixa pressão nas extremidades reforçadas dos reservatórios dos tipos 1 e 2, ou por qualquer combinação destes métodos. Os rótulos adesivos e a sua aplicação devem respeitar a norma ISO 7225, ou outra equivalente. São permitidos vários rótulos, a colocar de modo a não serem ocultos pelos suportes de fixação. Para além da marca de homologação CE de componente prevista na parte 3 do anexo II, cada reservatório homologado nos termos do presente regulamento deve também dispor de um rótulo com os seguintes dados claramente legíveis:

- a) nome do fabricante;
- b) o número de série único de cada reservatório;
- c) o rótulo previsto no ponto 3.2 do anexo V;
- d) a pressão nominal de serviço (MPa) a 15 °C;
- e) o ano e mês de fabrico (p. ex.: 2009/01);
- f) a menção «NÃO UTILIZAR A PARTIR DE aaaa/mm», indicando aaaa/mm o ano e o mês de fabrico bem como a vida útil homologada do reservatório. Não obstante, aaaa/mm pode referir-se à data de expedição do reservatório das instalações do fabricante, desde que o reservatório tenha sido armazenado num local seco, sem pressão interna;
- g) o «Número de ciclos de enchimento xxxxx», em que xxxxx corresponde ao número de ciclos de enchimento em conformidade com o ponto 2.7.6.

3.9. **Requisitos aplicáveis aos ensaios de lotes**

3.9.1. *Ensaios de lotes*

3.9.1.1. Generalidades:

O fabricante deve realizar ensaios de lotes de reservatórios acabados que sejam representativos da produção normal. Os reservatórios acabados que serão submetidos a ensaio são seleccionados aleatoriamente de cada lote. Um lote não pode exceder 200 reservatórios acabados mais os reservatórios que se destinam aos ensaios destrutivos, ou um turno de produção ininterrupta, qualquer que seja a maior das duas quantidades;

A frequência dos ensaios de lotes pode ser reduzida da seguinte forma:

- a) Se, em 10 lotes consecutivos de reservatórios, nenhum dos recipientes apresentar fugas ou ruptura ao cabo de 1,5 vezes o número de ciclos exigido, então o ensaio de pressão cíclica pode ser restrito a uma vez por cada 5 lotes. Se algum recipiente sujeito a ensaio não cumprir o requisito relativo a 1,5 vezes o número de ciclos de pressão, é necessário submeter a ensaio os cinco lotes seguintes, a fim de restabelecer a frequência reduzida dos ensaios;
- b) Se, em 10 lotes consecutivos de reservatórios, nenhum dos recipientes apresentar fugas ou ruptura ao cabo de 2 vezes o número de ciclos exigido, então o ensaio de pressão cíclica pode ser restrito a uma vez por cada 10 lotes. Se algum recipiente sujeito a ensaio não cumprir o requisito relativo a 2 vezes o número de ciclos de pressão, é necessário submeter a ensaio os dez lotes seguintes, a fim de restabelecer a frequência reduzida dos ensaios;
- c) Se tiverem decorrido mais de 3 meses desde o último ensaio de ciclos de pressão de lotes, submete-se o recipiente do lote seguinte a ciclos de pressão, a fim de manter a frequência reduzida.

São exigidos os seguintes ensaios de lotes:

- a) um reservatório acabado é sujeito ao ensaio de ciclos de pressão à temperatura ambiente, com a frequência definida no ponto 3.9.1.2.
- b) submete-se um reservatório acabado, um invólucro ou uma amostra-padrão para o tratamento térmico representativos dos reservatórios acabados ou dos invólucros, aos restantes ensaios previstos no quadro IV.3.9.
- c) Um reservatório acabado é sujeito ao ensaio de ruptura. Um reservatório acabado que tenha sido aprovado no ensaio de ciclos de pressão à temperatura ambiente pode ser submetido ao ensaio de ruptura;
- d) se se utilizar um revestimento de protecção, por exemplo, revestimento orgânico/pintura, submete-se ao ensaio do revestimento por lotes um reservatório acabado ou uma amostra-padrão representativa do lote.

Se forem submetidos a ensaio mais reservatórios do que os exigidos por este anexo, documentam-se todos os resultados.

Todos os reservatórios de um lote de ensaio que não cumpram as exigências indicadas devem seguir os procedimentos a que se refere o ponto 3.9.2.

Quadro IV.3.9

Ensaaios de lotes

Ensaio e referência		Aplicável ao tipo de reservatório				Valor de projecto especificado	Valor do ensaio
		1	2	3	4		
(1)	Ensaio de tracção	✓	✓ ⁽⁵⁾	✓ ⁽⁵⁾	✓ ⁽⁵⁾		
(2)	Ensaio de resiliência Charpy	✓	✓ ⁽⁵⁾	✓ ⁽⁵⁾			
(3)	Ensaio de flexão			✓ ⁽⁵⁾			
(4)	Exame macroscópico			✓ ⁽⁵⁾			
4.1.2.	Ensaio de temperatura de deformação				✓ ⁽⁵⁾		
4.1.6.	Ensaaios do revestimento por lotes	✓	✓	✓	✓		
4.2.1.	Ensaio de ruptura	✓	✓	✓	✓		
4.2.2.	Ensaio de ciclos de pressão à temperatura ambiente	✓	✓	✓	✓ ⁽⁶⁾		
4.2.11.	Ensaio de estanquidade			✓ ⁽⁷⁾	✓ ⁽⁶⁾		
4.2.13.	Ensaio do binário de aperto				✓ ⁽⁶⁾		

Notas explicativas:

- (1) a) No que diz respeito aos reservatórios ou invólucros em aço, ver o ponto 10.2 da norma ISO 9809-1 ou o ponto 10.2 da norma ISO 9809-2, respectivamente;
- b) No que diz respeito aos reservatórios ou invólucros em aço inoxidável, ver o ponto 7.1.2.1 da norma EN 1964-3;
- c) No que diz respeito aos invólucros em aço inoxidável soldado, ver o ponto 8.4. da norma EN 13322-2;
- d) No que diz respeito aos reservatórios ou invólucros em liga de alumínio, ver o ponto 10.2 da norma ISO 7866;
- e) No que diz respeito aos invólucros em ligas de alumínio soldadas, ver os pontos 7.2.3 e 7.2.4 da norma EN 12862;
- f) No que diz respeito aos invólucros não metálicos, ver o ponto 4.1.1;
- (2) a) No que diz respeito aos reservatórios ou invólucros em aço, ver o ponto 10.4 da norma ISO 9809-1 ou o ponto 10.4 da norma ISO 9809-2, respectivamente;
- b) No que diz respeito aos reservatórios ou invólucros em aço inoxidável, ver o ponto 7.1.2.4 da norma EN 1964-3;
- c) No que diz respeito aos invólucros em aço inoxidável soldado, ver o ponto 8.6. da norma EN 13322-2;
- (3) a) No que diz respeito aos invólucros em aço inoxidável soldado, ver o ponto 8.5. da norma EN 13322-2;
- b) No que diz respeito aos invólucros em ligas de alumínio soldadas, ver os pontos 7.2.5, 7.2.6 e 7.2.7 da norma EN 12862;
- (4) No que diz respeito aos invólucros em aço inoxidável soldado, ver o ponto 8.7. da norma EN 13322-2;
- (5) Ensaaios ao material do invólucro.
- (6) A seguinte sequência de ensaio é realizada em reservatórios de tipo 4: ensaio do binário de aperto (ponto 4.2.13), seguido por um ensaio de ciclos de pressão à temperatura ambiente (ponto 4.2.2) e por um ensaio de estanquidade (ponto 4.2.11).
- (7) Cada invólucro metálico soldado será submetido a um ensaio de estanquidade.

3.9.1.2. Frequência dos ensaios de ciclos de pressão à temperatura ambiente

Os reservatórios acabados são sujeitos ao ensaio de ciclos de pressão à temperatura ambiente, com a seguinte frequência:

- a) Um reservatório de cada lote é sujeito a ciclos de pressão num total de 3 vezes o número de ciclos de enchimento, em conformidade com o ponto 2.7.6;
- b) Se, em 10 lotes consecutivos de produção dos reservatórios, nenhum dos reservatórios sujeitos aos ciclos de pressão referidos na alínea a) precedente apresentar fugas ou ruptura ao cabo de 4,5 vezes o número de ciclos de enchimento previsto no ponto 2.7.6, então o ensaio de ciclos de pressão pode ser restrito a um reservatório em cada 5 lotes de produção, sendo o reservatório seleccionado do primeiro desses 5 lotes;
- c) Se, em 10 lotes consecutivos de produção dos reservatórios, nenhum dos reservatórios sujeitos aos ciclos de pressão referidos na alínea a) precedente apresentar fugas ou ruptura ao cabo de 6,0 vezes o número de ciclos de enchimento previsto no ponto 2.7.6, então o ensaio de ciclos de pressão pode ser restrito a um reservatório em cada 10 lotes de produção, sendo o reservatório seleccionado do primeiro desses 10 lotes;
- d) Se tiverem decorrido mais de 3 meses desde o último lote de produção, submete-se um reservatório do lote de produção seguinte ao ensaio de ciclos de pressão, a fim de manter a frequência reduzida dos ensaios de lotes referidos nas alíneas b) e c) precedentes.
- e) Se algum reservatório sujeito aos ensaios de ciclos de pressão com frequência reduzida referidos nas alíneas b) ou c) precedentes não cumprir os requisitos relativos a 3 vezes o de ciclos de enchimento previsto no ponto 2.7.6, é necessário reintroduzir a frequência do ensaio de ciclos de pressão referida na alínea a) num mínimo de 10 lotes de produção, a fim de restabelecer a frequência reduzida dos ensaios de ciclos de pressão por lotes referidos nas alíneas b) e c);

- f) Se algum reservatório referido nas alíneas a), b) ou c) precedentes não cumprir os requisitos relativos a 3 vezes o número de ciclos de enchimento previsto no ponto 2.7.6, a causa do incumprimento deve ser determinada e corrigida segundo os procedimentos constantes do ponto 3.9.2, repetindo-se então o ensaio de ciclos de pressão em três outros reservatórios do lote. Se algum destes três outros reservatórios não cumprir os requisitos relativos a 3 vezes o número de ciclos de enchimento previsto no ponto 2.7.6, o lote é rejeitado. O fabricante deve demonstrar que os reservatórios produzidos desde a última aprovação num ensaio de lotes cumprem integralmente os requisitos aplicáveis aos ensaios de lotes.

3.9.2. *Incumprimento dos requisitos de ensaio*

Na eventualidade de não serem cumpridos os requisitos de ensaio, devem executar-se novos ensaios ou tratamentos térmicos do seguinte modo:

- a) havendo indícios de erro na execução de um ensaio ou de uma medição, deve ser executado novo ensaio. Se o resultado deste for satisfatório, ignora-se o primeiro;
- b) se o ensaio tiver sido executado de modo satisfatório, deve ser identificada a causa do erro.

Caso se considere que o erro é devido ao tratamento térmico aplicado, o fabricante pode sujeitar todos os reservatórios do lote a novo tratamento térmico.

Se o erro não for devido ao tratamento térmico aplicado, todos os reservatórios identificados como portadores do defeito são rejeitados ou reparados por um método homologado. Os reservatórios não rejeitados são então considerados como constituindo um novo lote.

Em ambos os casos, repetem-se todos os ensaios de protótipo ou de lote aplicáveis e necessários para demonstrar a aceitabilidade do novo lote. Verificando-se, ainda que parcialmente, o carácter insatisfatório de um ou mais ensaios, rejeitam-se todos os reservatórios do lote.

3.10. **Requisitos aplicáveis aos controlos e ensaios de produção**

Todos os reservatórios devem ser sujeitos a controlos e ensaios de produção durante o processo de fabrico e após a sua conclusão:

- a) verificação de que a massa e as dimensões críticas do reservatório acabado e de qualquer invólucro e bobinado cumprem as tolerâncias de projecto;
- b) verificação da conformidade com os principais parâmetros de fabrico referidos no apêndice da ficha de informações constante da parte 1 do anexo II, incluindo o exame de qualquer acabamento especificado para a superfície, com especial atenção a embutidos profundos e a dobras ou recobrimentos no gargalo ou no colo de extremidades ou aberturas;
- c) No que respeita aos reservatórios e invólucros metálicos, CND em conformidade com o anexo B da norma ISO 9809 ou o anexo C da norma EN 1964-3 ou o anexo B da norma EN 13322-2 consoante o caso, ou um método equivalente comprovado que detecte a dimensão máxima admissível de um defeito, para garantir que esta não exceda a dimensão indicada no projecto, em conformidade com as especificações abaixo indicadas.

Além disso, os invólucros em aço inoxidável soldado devem ser examinados nos termos do ponto 6.8.2 da norma EN 13322-2, e os invólucros em ligas de alumínio soldadas devem ser examinados nos termos dos pontos 6.2.1 (segunda parte) e 6.2.3 da norma EN 12862.

O projecto dos reservatórios dos tipos 1, 2 e 3 deve identificar a dimensão máxima admissível de um defeito em qualquer ponto do reservatório ou invólucro de metal que não se desenvolva até à dimensão crítica durante o intervalo que antecede novo ensaio, ou durante a vida útil, se não for estipulado novo ensaio. A dimensão crítica de um defeito é definida como a espessura-limite da parede (no reservatório ou no invólucro) que permite a descarga do gás armazenado sem ruptura do reservatório. As dimensões dos defeitos correspondentes aos critérios de rejeição no varrimento por ultra-sons, ou método equivalente, devem ser inferiores às dimensões máximas permitidas para os defeitos. Em reservatórios dos tipos 2 e 3, pressupõe-se que os materiais não metálicos não serão danificados devido a quaisquer mecanismos dependentes do tempo. A dimensão de um defeito permitida no CND (controlo não-destrutivo) deve ser determinada por um método adequado.

Os reservatórios devem preencher os seguintes requisitos:

- a) no que respeita aos reservatórios e invólucros metálicos, um ensaio de dureza em conformidade com o ponto 4.1.8;
- b) ensaio hidráulico, em conformidade com o ponto 4.2.15;
- c) no que respeita aos reservatórios do tipo 4 e do tipo 3 com invólucros metálicos soldados, um ensaio de estanquidade em conformidade com o ponto 4.2.11;
- d) controlo das marcações, em conformidade com o ponto 3.8.

Uma síntese dos controlos e ensaios de produção a que cada reservatório deve ser submetido, conforme previsto no quadro IV.3.10.

Quadro IV.3.10

Controlos e ensaios de produção

Controlos e ensaios de produção e referência		Aplicável ao tipo de reservatório			
		1	2	3	4
	Dimensões principais de projecto	✓	✓	✓	✓
Apêndice da ficha de informações constante da parte 1 do anexo II	Principais parâmetros de fabrico	✓	✓	✓	✓
	CND	✓	✓ ⁽¹⁾	✓ ⁽¹⁾	
4.1.8.	Ensaio de dureza	✓	✓ ⁽¹⁾	✓ ⁽¹⁾	
4.2.11.	Ensaio de estanquidade			✓ ⁽²⁾	✓
4.2.15.	Ensaio hidráulico	✓	✓	✓	✓
3.8.	Marcações	✓	✓	✓	✓

Notas explicativas:

⁽¹⁾ Ensaio no invólucro metálico

⁽²⁾ Cada invólucro metálico soldado será submetido a um ensaio de estanquidade.

3.11. Modificações

Poderão ser aprovadas modificações em conformidade com o programa de ensaio reduzido previsto no quadro IV.3.11. Quaisquer modificações substanciais que não estejam contempladas no quadro IV.3.11 devem ser submetidas a todos os ensaios de homologação.

Ensaio de homologação de modificações

	Tipo de ensaio											
	Materiais pontos 4.1.1-4.1.8, consoante o caso	Compatibilidade com o hidrogénio ponto 4.1.7.	Ruptura ponto 4.2.1.	Ciclos de pressão à temperatura ambiente ponto 4.2.2.	Ensaio de «fuga antes de ruptura» ponto 4.2.3.	Ensaio de inflamação ponto 4.2.4.	Ensaio de penetração ponto 4.2.5.	Exposição aos agentes químicos ponto 4.2.6.	Ensaio de resistência do compósito ao entalhe ponto 4.2.7.	Ensaio de fluência acelerada ponto 4.2.8.	Ensaio de queda (resistência a impacto ou choque) ponto 4.2.10.	Ensaio de permeabilidade (ponto 4.2.12) Ensaio do binário de aperto (ponto 4.2.13) Ensaio de ciclos de pressão com hidrogénio (ponto 4.2.14)
Fabricante da fibra			2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4					2, 3, 4	3, 4	
Metal do reservatório ou do invólucro	1, 2, 3	1, 2, 3	1, 2, 3	1, 2, 3	1, 2	1, 2, 3	1, 2, 3	1, 2, 3	2, 3	2, 3	3	
Invólucro de plástico	4			4				4				4
Fibra	2, 3, 4		2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	3, 4	
Resina							2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	3, 4	
Variação do diâmetro ≤ 20 %			1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4								
Variação do diâmetro > 20 %			1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4		1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4		2, 3, 4		3, 4	
Variação do comprimento ≤ 50 %			1, 2, 3, 4			—						
Variação do comprimento > 50 %			1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4		1, 2, 3, 4					3, 4	
Variação da pressão nominal de serviço ≤ 20 % ⁽¹⁾			1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4								
Variação da pressão nominal de serviço > 20 % ⁽¹⁾			1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4					
Forma da extremidade abaulada			1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4								4
Tamanho da abertura			1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4								
Mudança de revestimento	2, 3, 4							2, 3, 4				
Concepção da extremidade												4 ⁽²⁾
Mudança no processo de fabrico ⁽³⁾			1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4								
Sistema de protecção contra incêndios						1, 2, 3, 4						

Notas explicativas: Por exemplo: 2,3 significa que um ensaio é exigível apenas para reservatórios dos tipos 2 e 3.

⁽¹⁾ Só se a variação da espessura for proporcional à variação do diâmetro e/ou da pressão.

⁽²⁾ O ensaio de ciclos de pressão com hidrogénio não é necessário se as tensões no gargalo forem iguais ao projecto de origem ou reduzidas em virtude das alterações ao projecto (por exemplo, redução do diâmetro das roscagens internas ou alteração do comprimento da extremidade), a interface invólucro/extremidade abaulada não for afectada e tanto a extremidade como o invólucro e as juntas forem constituídos pelos materiais de origem.

⁽³⁾ Qualquer desvio aos parâmetros definidos no apêndice da ficha de informações constante da parte 1 do anexo II é considerado uma modificação no processo de fabrico.

4. PROCEDIMENTOS DE ENSAIO

4.1. Ensaio do material

Os ensaios do material devem ser realizados em conformidade com o quadro IV.4.1 e com os procedimentos de ensaio previstos nos pontos 4.1.1-4.1.8.

Quadro IV.4.1

Ensaio do material

Ensaio dos materiais	Aplicáveis ao material					
	Aço	Liga de alumínio	Invólucro de plástico	Fibra	Resinas	Revestimento
Ensaio de tracção ⁽²⁾	✓	✓	✓			
Ensaio de resiliência Charpy ⁽³⁾	✓					
Ensaio de flexão ⁽⁴⁾	✓ ⁽¹⁾	✓ ⁽¹⁾				
Exame macroscópico ⁽⁵⁾	✓ ⁽¹⁾					
Ensaio de corrosão ⁽⁶⁾		✓				
Ensaio de resistência à fissuração sob o efeito de carga ⁽⁷⁾		✓				
Ensaio de temperatura de deformação			✓			
Ensaio de temperatura de transição vítrea					✓	
Ensaio de resistência da resina ao cisalhamento					✓	
Ensaio do revestimento						✓
Ensaio de compatibilidade com o hidrogénio ⁽⁸⁾	✓	✓	✓	✓	✓	

Notas explicativas:

⁽¹⁾ Exclusivamente para reservatórios com invólucros soldados.

⁽²⁾ a) No que diz respeito aos reservatórios ou invólucros em aço, ver o ponto 10.2 da norma ISO 9809-1 ou o ponto 10.2 da norma ISO 9809-2, respectivamente;

b) No que diz respeito aos reservatórios ou invólucros em aço inoxidável, ver o ponto 7.1.2.1 da norma EN 1964-3;

c) No que diz respeito aos invólucros em aço inoxidável soldado, ver o ponto 8.4 da norma EN 13322-2;

d) No que diz respeito aos reservatórios ou invólucros em liga de alumínio, ver o ponto 10.2 da norma ISO 7866;

e) No que diz respeito aos invólucros em ligas de alumínio soldadas, ver os pontos 7.2.3 e 7.2.4 da norma EN 12862;

f) No que diz respeito aos invólucros não metálicos, ver o ponto 4.1.1 da parte 2 do anexo IV.

⁽³⁾ a) No que diz respeito aos reservatórios ou invólucros em aço, ver o ponto 10.4 da norma ISO 9809-1 ou o ponto 10.4 da norma ISO 9809-2, respectivamente;

b) No que diz respeito aos reservatórios ou invólucros em aço inoxidável, ver o ponto 7.1.2.4 da norma EN 1964-3;

c) No que diz respeito aos invólucros em aço inoxidável soldado, ver o ponto 8.6 da norma EN 13322-2.

⁽⁴⁾ a) No que diz respeito aos invólucros em aço inoxidável soldado, ver o ponto 8.5 da norma EN 13322-2;

b) No que diz respeito aos invólucros em ligas de alumínio soldadas, ver os pontos 7.2.5, 7.2.6 e 7.2.7 da norma EN 12862.

⁽⁵⁾ No que diz respeito aos invólucros em aço inoxidável soldado, ver o ponto 8.7 da norma EN 13322-2.

⁽⁶⁾ a) No que diz respeito aos reservatórios ou invólucros em liga de alumínio, ver o anexo A da norma ISO 7866;

b) No que diz respeito aos invólucros em ligas de alumínio soldadas, ver o anexo A da norma EN 12862.

⁽⁷⁾ a) No que diz respeito aos reservatórios ou invólucros em liga de alumínio, ver o anexo B da norma ISO 7866, excluindo o segundo parágrafo do ponto B.2;

b) No que diz respeito aos invólucros em ligas de alumínio soldadas, ver o anexo B da norma EN 12862, excluindo o ponto B.2.2.

⁽⁸⁾ a) Este ensaio não é exigido para:

i) aços conformes aos pontos 6.3 e 7.2.2 da norma ISO 9809-1;

ii) ligas de alumínio conformes ao ponto 6.1 da norma ISO 7866.

b) No que diz respeito aos restantes reservatórios ou invólucros, deve demonstrar-se a compatibilidade do material, incluindo soldaduras, com o hidrogénio, em conformidade com as normas ISO 11114-1 e ISO 11114-4 ou com o ponto 4.1.7, consoante o caso;

c) Deve demonstrar-se a compatibilidade com o hidrogénio dos materiais não metálicos.

4.1.1. Ensaio de tracção

4.1.1.1. Amostragem

O ensaio é aplicável apenas a reservatórios do tipo 4.

O ensaio é aplicável apenas ao material plástico dos invólucros.

Ensaio de homologação — número de invólucros a submeter a ensaio: 2

4.1.1.2. Procedimento

O ensaio das propriedades mecânicas do material plástico do invólucro realiza-se a uma temperatura de -40 °C , em conformidade com a norma ISO 527-2.

4.1.1.3. Requisitos

Os resultados dos ensaios devem situar-se dentro dos limites estabelecidos pelo fabricante no apêndice da ficha de informações constante da parte 1 do anexo II.

4.1.1.4. Resultados

O limite de elasticidade e o alongamento de ruptura do material plástico do invólucro devem ser indicados num relatório de ensaio sintético, tal como previsto na adenda ao certificado de homologação CE constante da parte 2 do anexo II.

4.1.2. Ensaio de temperatura de deformação

4.1.2.1. Amostragem

O ensaio é aplicável apenas a reservatórios do tipo 4.

O ensaio é aplicável apenas ao material polimérico.

Ensaio de homologação — número de invólucros a submeter a ensaio: 1

Ensaio de lotes — número de invólucros a submeter a ensaio: 1

4.1.2.2. Procedimento

A temperatura de deformação do material polimérico dos invólucros acabados deve ser determinada com base no método A50 constante da norma ISO 306.

4.1.2.3. Requisito

A temperatura de deformação deve ser $\geq 100\text{ °C}$.

4.1.2.4. Resultados

A temperatura de deformação deve ser indicada num relatório de ensaio sintético, tal como previsto na adenda ao certificado de homologação CE constante da parte 2 do anexo II.

4.1.3. Ensaio de temperatura de transição vítrea

4.1.3.1. Amostragem

O ensaio é aplicável a reservatórios dos tipos 2, 3 e 4.

O ensaio é aplicável apenas a materiais resinosos compósitos.

Ensaio de homologação — número de amostras a submeter a ensaio: 3

4.1.3.2. Procedimento

A temperatura de transição vítrea da resina deve ser determinada em conformidade com a norma ASTM D3418.

4.1.3.3. Requisitos

Os resultados dos ensaios devem situar-se dentro dos limites estabelecidos pelo fabricante no apêndice da ficha de informações constante da parte 1 do anexo II.

4.1.3.4. Resultados

Os resultados finais do ensaio devem ser documentados num relatório de ensaio e apresentados num relatório de ensaio sintético, tal como previsto na adenda ao certificado de homologação CE constante da parte 2 do anexo II. A temperatura de transição vítrea apresentada deve corresponder ao valor mínimo medido.

4.1.4. Ensaio de resistência da resina ao cisalhamento

4.1.4.1. Amostragem

O ensaio é aplicável a reservatórios dos tipos 2, 3 e 4.

O ensaio é aplicável apenas a materiais resinosos compósitos.

Ensaio de homologação - número de amostras a submeter a ensaio: 3

4.1.4.2. Procedimento

Os materiais resinosos são ensaiados mediante uma amostra representativa do bobinado compósito, em conformidade com a norma ASTM D2344/D2344M.

4.1.4.3. Requisito

Ao cabo de 24 horas de fervura em água, o compósito deve apresentar uma resistência mínima de 13,8 MPa ao cisalhamento.

4.1.4.4. Resultados

A resistência mínima da resina ao cisalhamento deve ser indicada num relatório de ensaio sintético, tal como previsto na adenda ao certificado de homologação CE constante da parte 2 do anexo II.

4.1.5. Ensaio do revestimento

4.1.5.1. Amostragem

O ensaio é aplicável a todos os tipos de reservatório que tenham um revestimento exterior de protecção, por exemplo, um revestimento orgânico/pintura.

Ensaio de homologação — número de amostras a submeter a ensaio: conforme especificado nas normas aplicáveis.

4.1.5.2. Procedimentos de ensaio e requisitos

Os revestimentos devem ser avaliados em conformidade com os seguintes métodos de ensaio:

- a) ensaio de aderência, em conformidade com a norma ISO 4624, utilizando os métodos A ou B, conforme o caso. O revestimento deve apresentar uma taxa de aderência de 4;
- b) flexibilidade em conformidade com a norma ASTM D522, utilizando o método B de ensaio com mandril de 12,7 mm e da espessura indicada, a - 20 °C. As amostras de ensaio devem ser preparadas em conformidade com a norma ASTM D522. Não pode haver fissuras visíveis à vista desarmada;
- c) resistência ao impacto, em conformidade com a norma ASTM D2794. O revestimento à temperatura ambiente deve ser aprovado num outro ensaio de impacto de 18 J;
- d) resistência química, em conformidade com a norma ASTM D1308. Os ensaios são realizados pelo método *Open Spot Test*, com 100 horas de exposição a uma solução de ácido sulfúrico a 30 % (ácido de bateria com densidade igual a 1,219) e 24 horas de exposição a um glicol polialcalino (p. ex.: fluido de travões). O revestimento não deve apresentar sinais de desprendimento, formação de vesículas ou amolecimento. A aderência deve chegar ao valor 3 no ensaio realizado em conformidade com a norma ASTM D3359. Este ensaio não é necessário caso se realize um ensaio em conformidade com o ponto 4.2.6;
- e) exposição à água e à luz em conformidade com a norma ASTM G154, com base numa exposição de 1 000 horas. Não deve ser observado qualquer sinal de formação de vesículas. A aderência deve chegar ao valor 3 no ensaio realizado em conformidade com a norma ISO 4624. A perda máxima de brilho não pode ultrapassar 20 por cento;

- f) exposição a nevoeiro salino em conformidade com a norma ASTM B117, com base numa exposição de 500 horas. A diminuição da espessura inferior não deve ser superior a 3 mm na marca; não deve haver sinais de formação de vesículas e a aderência deve chegar ao valor 3 no ensaio realizado em conformidade com a norma ASTM D3359;
- g) resistência ao lascamento à temperatura ambiente, em conformidade com a norma ASTM D3170. o revestimento deve chegar à classificação de 7A ou melhor, sem exposição do substrato.

4.1.5.3. Resultados

Os resultados finais dos ensaios devem ser indicados num relatório de ensaio sintético, tal como previsto na adenda ao certificado de homologação CE constante da parte 2 do anexo II.

4.1.6. Ensaio do revestimento por lotes

4.1.6.1. Amostragem

O ensaio é aplicável a todos os tipos de reservatório que tenham um revestimento exterior de protecção, por exemplo, um revestimento orgânico/pintura.

Ensaio de lotes — número de reservatórios/amostras de cada lote a submeter a ensaio: em conformidade com o ponto 3.9.1.

4.1.6.2. Procedimentos de ensaio e requisitos

Os revestimentos devem ser avaliados em conformidade com os seguintes métodos de ensaio:

- a) Medição da espessura do revestimento em conformidade com a norma ISO 2808. A espessura deve cumprir os requisitos de projecto;
- b) aderência, em conformidade com a norma ISO 4624, utilizando os métodos A ou B, conforme o caso. O revestimento deve apresentar uma taxa de aderência de 4.

4.1.6.3. Resultados

Os resultados finais dos ensaios devem ser indicados num relatório de ensaio sintético, tal como previsto na adenda ao certificado de homologação CE constante da parte 2 do anexo II.

O fabricante deve guardar em registo os valores de espessura e de aderência do revestimento durante toda a vida útil do reservatório.

4.1.7. Ensaio de compatibilidade com o hidrogénio

4.1.7.1. Amostragem

O ensaio é aplicável a reservatórios dos tipos 1, 2 e 3, tal como previsto no ponto 2.1.2 da adenda ao certificado de homologação CE constante da parte 2 do anexo II.

Ensaio de homologação — número de reservatórios ou invólucros a submeter a ensaio: 3

4.1.7.2. Procedimento

Deve prestar-se especial atenção à segurança durante a realização deste ensaio.

À temperatura ambiente, utiliza-se hidrogénio para sujeitar a ciclos de pressão num total de 3 vezes o número de ciclos de enchimento, em conformidade com o ponto 2.7.6, um dos seguintes:

- a) o reservatório, de $\leq 2,0$ MPa a $\geq 1,25$ vezes a pressão nominal de serviço, ou;
- b) o invólucro, à gama de níveis de pressão que asseguram um nível de tensão na parede do invólucro equivalente ao que seria obtido a $\leq 2,0$ MPa e $\geq 1,25$ vezes a pressão nominal de serviço do reservatório.

4.1.7.3. Requisito

Os reservatórios e os invólucros não devem apresentar anomalias antes de atingir um total de 3 vezes o número de ciclos de enchimento, em conformidade com o ponto 2.7.6.

4.1.7.4. Resultados

Os resultados finais dos ensaios por lotes devem ser documentados num relatório de ensaio e apresentados num relatório de ensaio sintético, tal como previsto na adenda ao certificado de homologação CE constante da parte 2 do anexo II.

O fabricante deve manter registos dos resultados durante toda a vida útil do reservatório.

4.1.8. Ensaio de dureza

4.1.8.1. Amostragem

O ensaio é aplicável a todos os reservatórios e aos invólucros dos reservatórios dos tipos 1, 2 e 3.

O ensaio é aplicável apenas aos materiais metálicos.

Ensaios da produção — número de reservatórios ou invólucros a submeter a ensaio: todos

O ensaio deve ser executado a seguir ao tratamento térmico final.

4.1.8.2. Procedimento

Devem realizar-se ensaios de dureza sobre a parede paralela, no centro e numa extremidade abaulada de cada reservatório ou invólucro, em conformidade com a norma ISO 6506-1.

4.1.8.3. Requisito

O valor de dureza deve situar-se na gama indicada para o projecto.

4.1.8.4. Resultados

O valor de dureza deve ser indicado num relatório de ensaio sintético, tal como previsto na adenda ao certificado de homologação CE constante da parte 2 do anexo II.

O fabricante deve manter registos dos resultados durante toda a vida útil do reservatório.

4.2. Ensaios do reservatório

4.2.1. Ensaio de ruptura

4.2.1.1. Amostragem

O ensaio é aplicável a todos os tipos de reservatório.

Ensaios de homologação — número de reservatórios acabados a submeter a ensaio: 3

Ensaio de homologação — número de invólucros a submeter a ensaio: 1 (ensaio suplementar exclusivamente para reservatórios do tipo 2).

Ensaio de lotes — número de reservatórios acabados de cada lote a submeter a ensaio: em conformidade com o ponto 3.9.1.

4.2.1.2. Procedimento

O reservatório é sujeito a pressão hidráulica até à destruição, à temperatura ambiente, nas seguintes condições:

A velocidade de pressurização não deve exceder 1,4 MPa por segundo no caso das pressões superiores a 80 % da pressão nominal de serviço vezes o quociente de pressão de rebentamento constante do ponto 3.6. Se a velocidade de pressurização a pressões superiores a 80 % da pressão nominal de serviço vezes o quociente de pressão de rebentamento ultrapassar 0,35 MPa/seg., o reservatório tem de ser colocado em série entre a fonte de pressão e o dispositivo de medição da pressão, ou então o tempo decorrido a uma pressão superior à pressão nominal de serviço vezes o quociente de pressão de rebentamento deve ser superior a 5 segundos.

4.2.1.3. Requisito

A pressão de rebentamento do reservatório deve ser superior à pressão nominal de serviço vezes o quociente de pressão de rebentamento constante do ponto 3.6.

No caso dos reservatórios de tipo 2, a pressão de rebentamento do invólucro deve ser 1,25 vezes superior à pressão nominal de serviço.

4.2.1.4. Resultados

A pressão de rebentamento deve ser indicada num relatório de ensaio sintético, tal como previsto na adenda ao certificado de homologação CE constante da parte 2 do anexo II.

O fabricante deve guardar em registo o valor da pressão de rebentamento durante toda a vida útil do reservatório.

4.2.2. Ensaio de ciclos de pressão à temperatura ambiente

4.2.2.1. Amostragem

O ensaio é aplicável a todos os tipos de reservatório.

Ensaio de homologação — número de reservatórios acabados a submeter a ensaio: 2

Ensaio de lotes — número de reservatórios acabados de cada lote a submeter a ensaio: em conformidade com o ponto 3.9.1.

4.2.2.2. Procedimento

O ensaio de ciclos de pressão é executado à temperatura ambiente em conformidade com o seguinte procedimento:

- a) o reservatório a ensaiar é cheio com um fluido não-corrosivo, como óleo, água inibida ou glicol;
- b) sujeita-se a ciclos de pressão num total de 3 vezes o número de ciclos de enchimento, em conformidade com o ponto 2.7.6, de $\leq 2,0$ MPa a $\geq 1,25$ vezes a pressão nominal de serviço, a um ritmo não superior a 10 ciclos por minuto.

Para efeitos de homologação, os reservatórios devem ser submetidos ao ensaio de ciclos de pressão até ocorrer uma avaria ou até 9 vezes o número de ciclos de enchimento.

Para o ensaio por lotes, são aplicáveis os requisitos do ponto 3.9.1.

4.2.2.3. Requisito

Para efeitos de homologação, os reservatórios não apresentarão anomalias antes de atingirem 9 vezes o número de ciclos de enchimento, em cujo caso não é necessário realizar o ensaio de fuga antes de ruptura previsto no ponto 4.2.3, ou então a anomalia deve consistir numa fuga e não numa ruptura. No que diz respeito aos ensaios por lotes, os reservatórios não devem apresentar anomalias antes de atingir um total de 3 vezes o número de ciclos de enchimento, em conformidade com o ponto 2.7.6.

4.2.2.4. Resultados

O número de ciclos até à ocorrência da anomalia, bem como a localização e descrição do início desta devem ser documentados e apresentados num relatório de ensaio sintético, tal como previsto na adenda ao certificado de homologação CE constante da parte 2 do anexo II.

O fabricante deve manter registos dos resultados durante toda a vida útil do reservatório.

4.2.3. Ensaio de comportamento «fuga antes de ruptura»

4.2.3.1. Amostragem

O ensaio é aplicável a todos os tipos de reservatório. Este ensaio não é necessário se o projecto do reservatório tiver já feito prova de ultrapassar 9,0 vezes o número de ciclos de enchimento em conformidade com o ponto 2.7.6, quando submetido a ensaio nos termos do ponto 4.2.2.

Ensaio de homologação — número de reservatórios acabados a submeter a ensaio: 3

4.2.3.2. Procedimento

O ensaio do reservatório deve ser efectuado nas seguintes condições:

- a) o reservatório a ensaiar é cheio com um fluido não-corrosivo, como óleo, água inibida ou glicol;
- b) sujeita-se o reservatório a ciclos de pressão de $\leq 2,0$ MPa e $\geq 1,25$ vezes a pressão nominal de serviço a um ritmo de ≤ 10 ciclos por minuto até 3 vezes o número de ciclos de enchimento, em conformidade com o ponto 2.7.6.

4.2.3.3. Requisito

Os reservatórios ensaiados devem perder a estanquidade por fuga ou exceder 3 vezes o número de ciclos de ensaio, em conformidade com o ponto 2.7.6 sem perder a estanquidade.

4.2.3.4. Resultados

O número de ciclos até à ocorrência da anomalia, bem como a localização e descrição do início desta devem ser indicados num relatório de ensaio sintético, tal como previsto na adenda ao certificado de homologação CE constante da parte 2 do anexo II.

4.2.4. Ensaio de inflamação

4.2.4.1. Amostragem

O ensaio é aplicável a todos os tipos de reservatório.

Ensaio de homologação — número de reservatórios acabados a submeter a ensaio: no mínimo 1

4.2.4.2. Procedimento

Deve prestar-se especial atenção à segurança durante a realização deste ensaio.

O reservatório é pressurizado à pressão nominal de serviço utilizando hidrogénio ou um gás com um maior aumento de pressão térmica. O reservatório pressurizado é submetido a ensaio do seguinte modo:

- a) O reservatório é colocado na posição horizontal, com o fundo cerca de 100 mm acima de uma fonte ígnea com 1,65 m de comprimento. A disposição das chamas deve ser registada com suficiente pormenor para permitir reproduzir o processo de transmissão de calor ao reservatório. Se, durante o ensaio, ocorrerem falhas ou irregularidades na fonte ígnea, o resultado será invalidado;
- b) um reservatório de $\leq 1,65$ m é posicionado sobre o centro da fonte ígnea;
- c) se o reservatório tiver $> 1,65$ m e dispuser de um limitador de pressão numa das extremidades, a fonte ígnea deve começar na extremidade oposta;
- d) Se o reservatório tiver $> 1,65$ m e dispuser de limitadores de pressão em mais de um ponto ao longo do seu comprimento, o centro da fonte ígnea deve ficar equidistante dos dispositivos limitadores de pressão horizontalmente mais afastados;
- e) Se o reservatório tiver $> 1,65$ m e for também protegido por isolamento térmico, devem executar-se dois ensaios de inflamação à pressão nominal de serviço. Um dos ensaios realizar-se-á com o reservatório posicionado sobre o centro da fonte ígnea, o outro com o fogo a começar numa das extremidades do reservatório;
- f) Devem utilizar-se anteparos metálicos para evitar o contacto directo das chamas com as válvulas, com os acessórios ou com os dispositivos limitadores de pressão do reservatório. Os anteparos não devem contactar directamente com os dispositivos limitadores de pressão. Se, durante o ensaio, ocorrerem falhas em válvulas, acessórios ou tubagens que não façam parte do sistema de protecção previsto, o resultado será invalidado;
- g) As temperaturas da superfície devem ser controladas por, pelo menos, três binários térmicos colocados ao longo do fundo do reservatório, com um espaçamento máximo de 0,75 m. Devem utilizar-se anteparos metálicos para evitar o contacto directo das chamas com os binários térmicos. Em alternativa, estes podem ser inseridos em blocos de metal com área inferior a 25 mm x 25 mm x 25 mm;

- h) imediatamente a seguir à ignição, a fonte ígnea deve projectar chamas directamente para toda a superfície lateral do reservatório até meia altura;
- i) as temperaturas dos binários térmicos e a pressão do reservatório são registadas a intervalos de ≤ 10 segundos durante o ensaio;
- j) cinco minutos após a ignição, pelo menos um dos binários térmicos deve acusar uma temperatura mínima de $590\text{ }^{\circ}\text{C}$, que deve ser mantida durante o resto do ensaio.

4.2.4.3. Requisito

O reservatório deve evacuar por um limitador de pressão e não pode sofrer rupturas.

4.2.4.4. Resultados

Os resultados, que devem ser indicados num relatório de ensaio sintético, tal como previsto na adenda ao certificado de homologação CE constante da parte 2 do anexo II, devem incluir pelo menos os seguintes dados por reservatório:

- a) o tempo decorrido desde a ignição do fogo até ao início da libertação do gás através dos dispositivos limitadores de pressão;
- b) A pressão máxima e o tempo de libertação até se atingir uma pressão de $\leq 1,0\text{ MPa}$.

4.2.5. Ensaio de penetração

4.2.5.1. Amostragem

O ensaio é aplicável a todos os tipos de reservatório.

Ensaio de homologação — número de reservatórios acabados a submeter a ensaio: 1

4.2.5.2. Procedimento

O reservatório, provido de revestimento de protecção, é submetido a ensaio nas seguintes condições:

- a) o reservatório é pressurizado com gás comprimido até uma pressão nominal de serviço de $\pm 1,0\text{ MPa}$;
- b) pelo menos uma das paredes laterais do reservatório é completamente penetrada por uma bala perfurante ou um percutor com o diâmetro mínimo de $7,62\text{ mm}$; o impacto do projectil ou do percutor na parede lateral deve fazer um ângulo de aproximadamente 45° .

4.2.5.3. Requisito

Não pode ocorrer uma ruptura do reservatório.

4.2.5.4. Resultados

O tamanho aproximado e a localização dos orifícios de entrada e de saída devem ser indicados num relatório de ensaio sintético, tal como previsto na adenda ao certificado de homologação CE constante da parte 2 do anexo II.

4.2.6. Ensaio de exposição aos agentes químicos

4.2.6.1. Amostragem

O ensaio é aplicável a reservatórios dos tipos 2, 3 e 4.

Ensaio de homologação — número de reservatórios acabados a submeter a ensaio: 1

4.2.6.2. Procedimento

O reservatório, provido de revestimento de protecção, se for caso disso, é submetido à seguinte sequência de ensaio:

- a) A secção superior do reservatório é dividida em cinco zonas distintas, marcadas para o pré-condicionamento do impacto do pêndulo e para a exposição a fluidos. Estas zonas têm cada uma um diâmetro nominal de 100 mm. Não é necessário orientá-las ao longo de uma linha única, mas as cinco zonas não devem sobrepor-se umas às outras;
- b) O centro aproximado de cada uma das cinco zonas é pré-condicionado por um impacto do corpo do pêndulo. O corpo de impacto deve ser de aço e ter a forma de uma pirâmide de faces triangulares equiláteras e base quadrada, com o vértice e as arestas arredondadas e com um raio de 3 mm. O centro de percussão do pêndulo deve coincidir com o centro de gravidade da pirâmide; distará 1 m do eixo de rotação. A massa total do pêndulo, tomando como referência o seu centro de percussão, é de 15 kg. A energia do pêndulo no momento do impacto não deve ser inferior a 30 J, devendo aproximar-se o mais possível deste valor. Durante o impacto do pêndulo, o reservatório deve ser mantido em posição pelas extremidades ou pelos suportes de fixação previstos. O reservatório deve ser despressurizado durante o pré-condicionamento.
- c) Cada uma das cinco zonas pré-condicionadas é exposta a uma de cinco soluções, a saber:
 - i) ácido sulfúrico — solução de 19 % em volume em água;
 - ii) hidróxido de sódio — solução de 25 % em peso em água;
 - iii) metanol/gasolina — concentrações de 5/9 5 %;
 - iv) nitrato de amónio — solução de 28 % em peso em água;
 - v) líquido limpa-pára-brisas — álcool metílico e água, solução de 50 % em volume;
- d) Durante a exposição, as zonas do reservatório expostas ao fluido são orientadas para cima, devendo as cinco áreas de exposição pré-condicionadas ser cobertas com uma camada de lã de vidro de 0,5 mm de espessura aproximada e com um diâmetro de 100 mm. Aplica-se uma quantidade suficiente do fluido de ensaio na lã de vidro de forma a que as respectivas superfície e espessura permaneçam uniformemente molhadas durante todo o ensaio;
- e) Sujeita-se a ciclos de pressão de $\leq 2,75$ MPa a $\geq 1,25$ vezes a pressão nominal de serviço num número de ciclos de enchimento determinado em conformidade com o ponto 2.7.6, a uma velocidade de pressurização de 2,75 MPa/seg.
- f) pressuriza-se a 1,25 vezes a pressão nominal de serviço e mantém-se essa pressão durante 24 horas, no mínimo, até o tempo de exposição (ciclos de pressão e manutenção da pressão) aos fluidos do meio ambiente atingir, no mínimo, 48 horas.
- g) Realiza-se um ensaio de ruptura em conformidade com o ponto 4.2.1.2.

4.2.6.3. Requisito

O reservatório deve atingir uma pressão de rebentamento correspondente a $\geq 1,8$ vezes a pressão nominal de serviço.

4.2.6.4. Resultados

A pressão de rebentamento deve ser indicada num relatório de ensaio sintético, tal como previsto na adenda ao certificado de homologação CE constante da parte 2 do anexo II.

4.2.7. Ensaio de resistência do compósito ao entalhe

4.2.7.1. Amostragem

O ensaio é aplicável a reservatórios dos tipos 2, 3 e 4.

Ensaio de homologação — número de reservatórios acabados a submeter a ensaio: 1

4.2.7.2. Procedimento

O reservatório, provido de revestimento de protecção, é submetido à seguinte sequência de ensaio:

- a) O filamento bobinado é entalhado na direcção longitudinal. Os entalhes devem ultrapassar os limites da inspecção visual, indicados pelo fabricante. Pelo menos os seguintes entalhes devem ser feitos na direcção longitudinal na parede lateral do reservatório:
 - i) 25 mm de comprimento por 1,25 mm de profundidade;
 - ii) 200 mm de comprimento por 0,75 mm de profundidade.
- b) sujeita-se o reservatório entalhado a ciclos de pressão de $\leq 2,0$ MPa e $\geq 1,25$ vezes a pressão nominal de serviço à temperatura ambiente até 3 vezes o número de ciclos de enchimento, em conformidade com o ponto 2.7.6.

4.2.7.3. Requisito

O reservatório não deve apresentar fugas nem ruptura durante 0,6 vezes o número de ciclos de enchimento em conformidade com o ponto 2.7.6, mas pode perder a estanquidade por fuga durante os restantes ciclos do ensaio.

4.2.7.4. Resultados

O número de ciclos até à ocorrência da anomalia, bem como a localização e descrição do início desta devem ser indicados num relatório de ensaio sintético, tal como previsto na adenda ao certificado de homologação CE constante da parte 2 do anexo II.

4.2.8. Ensaio de fluência acelerada

4.2.8.1. Amostragem

O ensaio é aplicável a reservatórios dos tipos 2, 3 e 4.

Ensaio de homologação — número de reservatórios acabados a submeter a ensaio: 1

4.2.8.2. Procedimento

O reservatório, sem qualquer revestimento de protecção, é submetido à seguinte sequência de ensaio:

- a) pressuriza-se a 1,25 vezes a pressão nominal de serviço durante 1 000 horas a 85 °C;
- b) realiza-se um ensaio de ruptura em conformidade com o ponto 4.2.1.2.

4.2.8.3. Requisito

A pressão de rebentamento do reservatório deve ser corresponder a $\geq 0,85$ vezes a pressão nominal de serviço vezes o quociente de pressão de rebentamento constante do ponto 3.6.

4.2.8.4. Resultados

A pressão de rebentamento deve ser indicada num relatório de ensaio sintético, tal como previsto na adenda ao certificado de homologação CE constante da parte 2 do anexo II.

4.2.9. Ensaio de ciclos de pressão a temperaturas extremas

4.2.9.1. Amostragem

O ensaio é aplicável a reservatórios dos tipos 2, 3 e 4.

Ensaio de homologação — número de reservatórios acabados a submeter a ensaio: 1

4.2.9.2. Procedimento

Os reservatórios, com o bobinado compósito livre de qualquer revestimento de protecção, são submetidos a ciclos de pressão hidrostática de acordo com a seguinte sequência:

- a) condicionamento durante 48 horas, a uma temperatura de ≥ 85 °C e a uma humidade relativa de ≥ 95 %;
- b) sujeita-se o reservatório a ciclos de pressão de $\leq 2,0$ MPa e $\geq 1,25$ vezes a pressão nominal de serviço a uma temperatura de ≥ 85 °C e a uma humidade relativa de ≥ 95 % até 1,5 vezes o número de ciclos de enchimento, em conformidade com o ponto 2.7.6;
- c) estabiliza-se em condições ambientes;
- d) o reservatório e o fluido de ensaio são condicionados à temperatura de ≤ -40 °C, medida na superfície do reservatório e no fluido;
- e) sujeita-se a ciclos de pressão de $\leq 2,0$ MPa e \geq a pressão nominal de serviço à temperatura de ≤ -40 °C até 1,5 vezes o número de ciclos de enchimento, em conformidade com o ponto 2.7.6;
- f) Ensaio de estanquidade ⁽¹⁾ em conformidade com o ponto 4.2.11;
- g) realiza-se um ensaio de ruptura em conformidade com o ponto 4.2.1.2.

Nota explicativa:

⁽¹⁾ Aplicável a reservatórios do tipo 4 e do tipo 3 com invólucros metálicos soldados.

4.2.9.3. Requisito

Os reservatórios são sujeitos a ciclos de pressão e não devem apresentar sinais de ruptura, fuga ou desfibramento.

Se for necessário realizar um ensaio de estanquidade, os reservatórios devem cumprir os respectivos critérios.

Não pode ocorrer qualquer ruptura no reservatório a menos de 85 % da pressão nominal de serviço vezes o quociente de pressão de rebentamento constante do ponto 3.6.

4.2.9.4. Resultados

A pressão de rebentamento deve ser indicada num relatório de ensaio sintético, tal como previsto na adenda ao certificado de homologação CE constante da parte 2 do anexo II.

4.2.10. Ensaio de queda (resistência a impacto ou choque)

4.2.10.1. Amostragem

O ensaio é aplicável a reservatórios dos tipos 3 e 4.

Ensaio de homologação — número de reservatórios acabados a submeter a ensaio: no mínimo 1 (todos os ensaios de queda podem ser realizados num único reservatório; em alternativa, pode realizar-se um ensaio por reservatório, num máximo de 3 reservatórios).

4.2.10.2. Procedimento

4.2.10.2.1. O ensaio de queda é realizado à temperatura ambiente, sem pressurização interna ou válvulas incorporadas. A fim de prevenir danos nas roscagens e nas juntas, as janelas das roscagens poderão ser tapadas.

A superfície sobre a qual os reservatórios caem deve ser uma laje ou pavimento de betão, regular e horizontal.

O reservatório deve ser submetido a ensaio nas seguintes condições:

- a) Deixa-se cair uma vez em posição horizontal, com o fundo 1,8 m acima da superfície de impacto;

- b) deixa-se cair cada extremidade do reservatório verticalmente, a uma altura da superfície de impacto suficiente para gerar uma energia potencial de ≥ 488 J, mas não devendo, de modo algum, a altura da extremidade inferior ultrapassar 1,8 m;
- c) deixa-se cair uma vez num ângulo 45° graus, e depois, no caso dos reservatórios que não são nem simétricos nem cilíndricos, virar o reservatório 90° graus ao longo do seu eixo longitudinal e deixar cair novamente num ângulo de 45° , de uma altura tal que o centro de gravidade fique a 1,8 m. Porém, se a extremidade inferior estiver a menos de 0,6 m da superfície de impacto, o ângulo de queda deve ser alterado para manter uma altura mínima de 0,6 m e o centro de gravidade a 1,8 m acima do solo.
- d) não se tomará qualquer medida específica com vista a evitar que o reservatório ressalte, mas poderá evitar-se que caia em desequilíbrio aquando do ensaio de queda vertical;
- e) sujeita-se o reservatório a ciclos de pressão de $\leq 2,0$ MPa e $\geq 1,25$ vezes a pressão nominal de serviço até 3 vezes o número de ciclos de enchimento, em conformidade com o ponto 2.7.6.

4.2.10.2.2 Em alternativa, no caso dos reservatórios que possuem um revestimento específico que indica que o reservatório foi largado em queda, aplicar-se-á a metade dos valores de altura de queda e da energia potencial descritas nas alíneas a) a c) do ponto 4.2.10.2.1., ou seja 0,9 m em vez de 1,8 m, 0,3 m em vez de 0,6 m e 244 J em vez de 488 J.

4.2.10.3. Requisitos

O reservatório não deve apresentar fugas nem ruptura durante 0,6 vezes o número de ciclos de enchimento em conformidade com o ponto 2.7.6, mas pode perder a estanquidade por fuga durante os restantes ciclos do ensaio.

Além disso, no caso dos reservatórios com um revestimento especial a que se faz referência no ponto 4.2.10.2.2, este revestimento deve apresentar sinais visíveis de deformação em virtude da queda, de acordo com as especificações do fabricante do reservatório.

4.2.10.4. Resultados

O número de ciclos até à ocorrência da anomalia, bem como a localização e descrição do início desta devem ser indicados num relatório de ensaio sintético, tal como previsto na adenda ao certificado de homologação CE constante da parte 2 do anexo II.

4.2.11. Ensaio de estanquidade

4.2.11.1. Amostragem

O ensaio é aplicável a reservatórios do tipo 4 e do tipo 3 com invólucros metálicos soldados.

Ensaio de homologação — número de reservatórios acabados a submeter a ensaio: 1

Ensaio de lotes — número de reservatórios acabados de cada lote a submeter a ensaio: em conformidade com o ponto 3.9.1.

Ensaio de produção — número de reservatórios acabados a submeter a ensaio: todos

4.2.11.2. Procedimento

Os reservatórios são cuidadosamente secos e colocados à pressão nominal de serviço durante 3 minutos com o gás de ensaio de fugas.

O ensaio por lotes obedecerá à sequência de ensaio prevista na nota explicativa 6 do Quadro IV.3.9.

4.2.11.3. Requisito

Quaisquer fugas detectadas através de fissuras, poros ou outros defeitos semelhantes são causa de rejeição do reservatório. Não é considerada uma fuga a infiltração do gás através das paredes do reservatório em conformidade com o ponto 4.2.12.

4.2.11.4. Resultados

Os resultados devem ser indicados num relatório de ensaio sintético, tal como previsto na adenda ao certificado de homologação CE constante da parte 2 do anexo II. A taxa de fugas é aplicável aos ensaios realizados exclusivamente com hidrogénio (100 %). As taxas de fugas de outros gases ou misturas de gases serão convertidas para uma taxa de fuga equivalente à do hidrogénio a 100 %.

4.2.12. Ensaio de permeabilidade

4.2.12.1. Amostragem

O ensaio é aplicável apenas a reservatórios do tipo 4.

Ensaios de homologação — número de reservatórios acabados a submeter a ensaio: 1

4.2.12.2. Procedimento

Deve prestar-se especial atenção à segurança durante a realização deste ensaio.

O reservatório deve ser submetido a ensaio nas seguintes condições:

- a) o reservatório é pressurizado com hidrogénio até à pressão nominal de serviço;
- b) coloca-se numa câmara selada a uma temperatura de $15\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, e controla-se a ocorrência de infiltrações durante 500 horas ou, uma vez atingido um comportamento de infiltração estável, durante pelo menos, 48 horas.

4.2.12.3. Requisitos

A taxa de infiltração estável deve ser inferior a $6,0\text{ Ncm}^3/\text{hora}$ de hidrogénio por litro de volume interno do reservatório.

4.2.12.4. Resultados

A taxa de infiltração estável deve ser indicada num relatório de ensaio sintético, tal como previsto na adenda ao certificado de homologação CE constante da parte 2 do anexo II.

4.2.13. Ensaio do binário de aperto

4.2.13.1. Amostragem

O ensaio é aplicável apenas a reservatórios do tipo 4.

Ensaios de homologação — número de reservatórios acabados a submeter a ensaio: 1

Ensaio de lotes — número de reservatórios acabados de cada lote a submeter a ensaio: em conformidade com o ponto 3.9.1.

4.2.13.2. Procedimento

O reservatório é submetido à seguinte sequência de ensaio:

- a) O corpo do reservatório é travado contra a rotação;
- b) Aplica-se a cada extremidade abaulada do reservatório o dobro do binário de instalação da válvula ou do limitador de pressão especificado pelo fabricante, primeiro no sentido do aperto da rosca, em seguida no sentido do desaperto e, por fim, novamente no sentido do aperto;
- c) Para efeitos de homologação, realizar-se-ão também os seguintes ensaios:
 - i) Ensaio de estanquidade em conformidade com o ponto 4.2.11;
 - ii) Ensaio de ruptura, em conformidade com os pontos 4.2.1.2 e 4.2.1.3.

O ensaio por lotes obedece à sequência de ensaio prevista na nota explicativa 6 do Quadro IV.3.9.

4.2.13.3. Requisito

Para efeitos de homologação, o reservatório deve cumprir os requisitos dos ensaios de estanquidade e de ruptura.

Para efeitos do ensaio por lotes, o reservatório deve cumprir os requisitos do ensaio de estanquidade.

4.2.13.4. Resultados

O binário aplicado, a estanquidade e a pressão de rebenamento devem ser indicados num relatório de ensaio sintético, tal como previsto na adenda ao certificado de homologação CE constante da parte 2 do anexo II. A taxa de fugas é aplicável aos ensaios realizados exclusivamente com hidrogénio (100 %). As taxas de fugas de outros gases ou misturas de gases serão convertidas para uma taxa de fuga equivalente à do hidrogénio a 100 %.

O fabricante deve manter registos dos resultados durante toda a vida útil do reservatório.

4.2.14. Ensaio de ciclos de pressão com gás de hidrogénio

4.2.14.1. Amostragem

O ensaio é aplicável a reservatórios do tipo 4 e do tipo 3 com invólucros metálicos soldados.

Ensaios de homologação — número de reservatórios acabados a submeter a ensaio: 1

4.2.14.2. Procedimento

Deve prestar-se especial atenção à segurança durante a realização deste ensaio.

O reservatório é submetido à seguinte sequência de ensaio:

- a) Sujeita-se o reservatório a ciclos de pressão entre $\leq 2,0$ MPa e $\geq 1,25$ vezes a pressão nominal de serviço durante 1 000 ciclos com gás de hidrogénio. O tempo de enchimento não deve exceder 5 minutos. Durante a descarga, as temperaturas não devem exceder os valores previstos no ponto 2.7.5;
- b) Realiza-se um ensaio de estanquidade em conformidade com o ponto 4.2.11;

O reservatório é seccionado e inspecciona-se o invólucro e a interface invólucro/extremidade abaulada quanto a vestígios de deterioração, como fissuração por fadiga ou descarga electrostática.

4.2.14.3. Requisito

O reservatório deve cumprir os requisitos do ensaio de estanquidade.

O invólucro e a interface invólucro/extremidade abaulada devem estar isentos de qualquer deterioração, como fissurações por fadiga ou descargas electrostáticas.

4.2.14.4. Resultados

O valor de estanquidade total deve ser indicado num relatório de ensaio sintético, tal como previsto na adenda ao certificado de homologação CE constante da parte 2 do anexo II.

4.2.15. Ensaio hidráulico

4.2.15.1. Amostragem

O ensaio é aplicável a todos os tipos de reservatório.

Ensaios de produção — número de reservatórios acabados a submeter a ensaio: todos

4.2.15.2. Procedimentos de ensaio e requisitos

- a) O reservatório é pressurizado a $\geq 1,5$ vezes a pressão nominal de serviço; em caso algum, pode a pressão de ensaio exceder a pressão de autofixação;

- b) A pressão deve ser mantida durante, no mínimo, 30 segundos para garantir a expansão completa; se a pressão de ensaio não puder ser mantida devido a falha no aparelho de ensaio, é permitido repetir o ensaio a uma pressão acrescida em 0,7 MPa, até um máximo de duas repetições;
- c) No que diz respeito aos reservatórios dos tipos 1, 2 ou 3, o fabricante define o limite adequado de expansão volumétrica permanente à pressão de ensaio utilizada, mas em caso algum deve essa expansão exceder 5 % da expansão volumétrica total medida à pressão de ensaio. Entende-se por expansão permanente a expansão volumétrica residual após a libertação da pressão;
- d) No que diz respeito aos reservatórios de tipo 4, o fabricante definirá o limite adequado de expansão elástica para a pressão de ensaio utilizada, mas em caso algum deve a expansão elástica de um reservatório ultrapassar em mais de 10 % o valor médio do lote. Entende-se por expansão elástica a expansão total menos a expansão permanente (ver a alínea c));
- e) Os reservatórios que não cumpram o limite de expansão definido são rejeitados, mas poderão ainda ser utilizados em ensaios de lotes.

4.2.15.3. Resultados

Os resultados devem ser indicados num relatório de ensaio sintético, tal como previsto na adenda ao certificado de homologação CE constante da parte 2 do anexo II.

O fabricante deve manter registos dos resultados durante toda a vida útil do reservatório.

PARTE 3

Requisitos para os componentes para hidrogénio, salvo os reservatórios concebidos para utilizar hidrogénio (gasoso) comprimido

1. INTRODUÇÃO

A presente parte estabelece os requisitos e procedimentos de ensaio aplicáveis aos componentes para hidrogénio, salvo os reservatórios concebidos para utilizar hidrogénio (gasoso) comprimido.

2. REQUISITOS GERAIS

2.1. Os componentes para hidrogénio, salvo os reservatórios, devem ser homologados em conformidade com as disposições da presente parte.

2.2. Salvo disposição em contrário no presente regulamento, as partes de um conector do sistema de armazenagem amovível instaladas no sistema de armazenagem amovível e no veículo serão tratadas como componentes distintos.

2.3. A parte eléctrica de um componente que possa entrar em contacto com misturas inflamáveis de hidrogénio/ar:

2.3.1. deve dispor de isolamento eléctrico, de modo a impedir a passagem de corrente através das partes que contêm o hidrogénio,

2.3.2. deve estar isolada em relação ao:

- a) corpo do componente;
- b) reservatório ou conjunto de reservatórios.

2.4. As ligações soldadas a montante do primeiro regulador de pressão devem ser submetidas a um ensaio de pressão hidráulica 3 vezes superior à pressão nominal de serviço sem que ocorra uma ruptura. As ligações soldadas a jusante do primeiro regulador de pressão devem ser submetidas a um ensaio de pressão hidráulica 3 vezes superior à pressão máxima de serviço autorizada sem que ocorra ruptura.

3. REQUISITOS TÉCNICOS

3.1. **Requisitos gerais**

3.1.1. Salvo indicação em contrário na presente parte, todos os ensaios devem ser realizados à temperatura ambiente.

3.1.2. Durante a realização dos ensaios previstos nesta parte, deve evitar-se a formação de misturas de gases explosivos.

3.1.3. Os ensaios de estanquidade e de pressão devem ter uma duração mínima de três minutos.

3.1.4. Salvo disposição em contrário, a pressão de ensaio é medida à entrada do componente no decurso do ensaio.

3.1.5. Se um componente estiver exposto à pressão em virtude das operações de reabastecimento, deve optar-se por ciclos de enchimento. Se um componente estiver exposto a pressão em virtude do funcionamento do veículo, por exemplo, devido à activação da chave de ignição, deve optar-se por ciclos de funcionamento.

3.1.6. Para além dos requisitos a seguir especificados, aquando do pedido de homologação, o fabricante deve preencher todos os documentos referidos no ponto 4 e apresentá-los à autoridade competente.

3.1.7. Os componentes são objecto dos procedimentos de ensaio aplicáveis constantes do quadro do anexo V do Regulamento (CE) n.º 79/2009. Os ensaios devem ser realizados em componentes representativos da produção normal e providos de marcação identificativa do fabricante.

3.1.8. Os ensaios previstos no ponto 4.2 são realizados nas mesmas amostras de componentes, na sequência determinada no quadro do anexo V do Regulamento (CE) n.º 79/2009, salvo disposição em contrário; por exemplo, no que respeita às ligações, o ensaio de resistência à corrosão (4.2.1) é seguido por um ensaio de resistência à fadiga (4.2.2), depois, por um ensaio de ciclos de pressão hidráulica (4.2.3), e, por último, por um ensaio de estanquidade externa (4.2.5). Se um componente não contiver subcomponentes metálicos, os ensaios iniciar-se-ão com o primeiro ensaio aplicável.

Figura 3.2.2

Recipiente de hidrogénio H35HF (caudal elevado para aplicações em veículos comerciais)

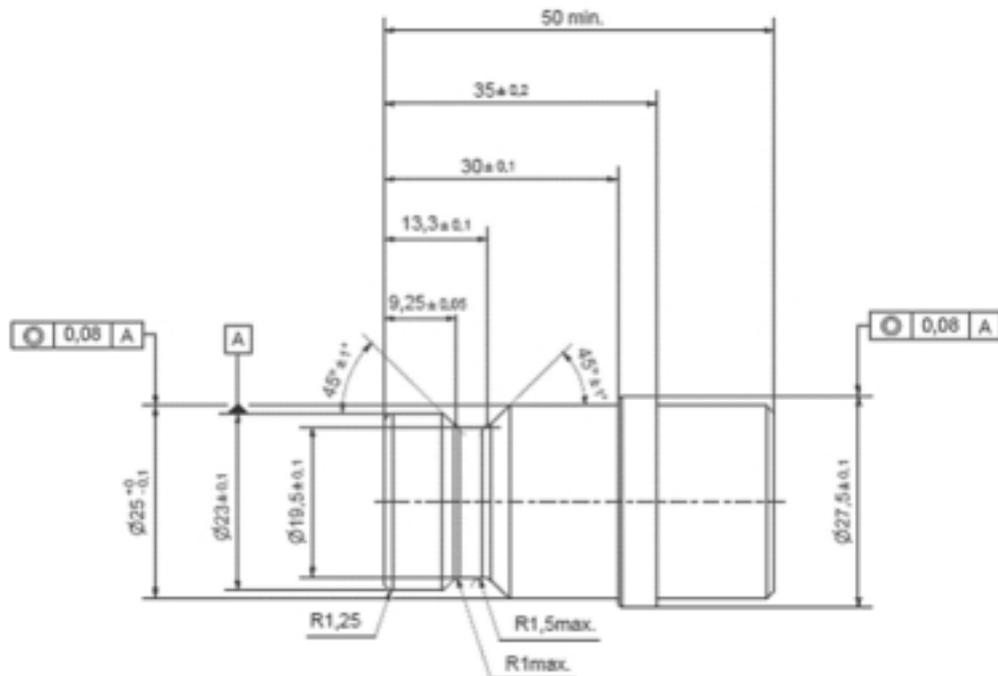
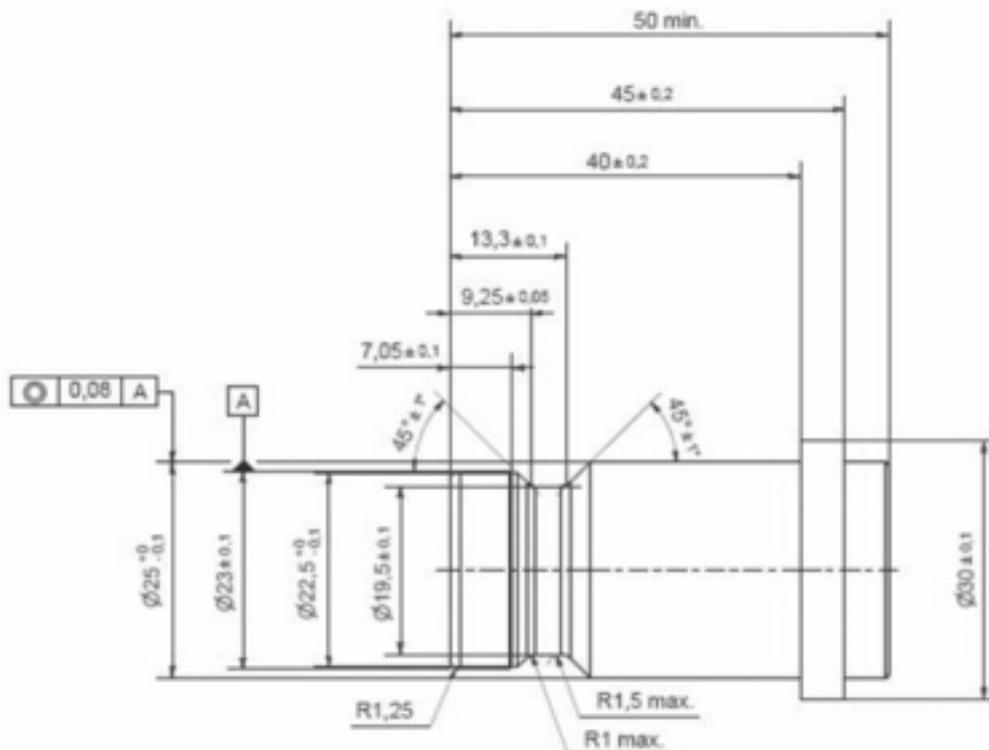


Figura 3.2.3

Recipiente de hidrogénio H70



- 3.2.5. Um ensaio de flexão em conformidade com a norma ISO 8491 atestará a ductibilidade satisfatória das tubagens metálicas. O raio de curvatura r deverá corresponder a $r \leq 1,3$ vezes o diâmetro externo D da tubagem. O ângulo de curvatura α deverá ser de 180° . Uma vez terminado o ensaio, não devem ser observadas quaisquer fissuras. Em alternativa, o material da tubagem deverá apresentar um alongamento de ruptura mínimo de 30 % antes e 14 % depois da enformação a frio.

4. PROCEDIMENTOS DE ENSAIO

4.1. Ensaios do material

4.1.1. Ensaio de compatibilidade com o hidrogénio

4.1.1.1. Amostragem

O ensaio é aplicável aos materiais utilizados num determinado componente cujo material esteja em contacto com o hidrogénio, excepto a:

- a) ligas de alumínio conformes aos pontos 6.1. e 6.2 da norma ISO 7866;
- b) aços conformes aos pontos 6.3. e 7.2.2 da norma ISO 9809-1.

Número de amostras de material a submeter a ensaio: 3

4.1.1.2. Procedimentos de ensaio e requisitos

- a) No que diz respeito aos materiais metálicos, com excepção dos acima referidos, a compatibilidade com o hidrogénio será demonstrada em conformidade com as normas ISO 11114-1 e ISO 11114-4. Em alternativa, os fabricantes devem realizar ensaios de validação do material em meios ambientes de hidrogénio que reproduzirão o meio ambiente de funcionamento. Com base nos resultados, o projecto deve ter em conta a eventual redução das propriedades mecânicas (ductibilidade, resistência à fadiga, resistência à ruptura, etc.);
- b) No que diz respeito aos materiais não metálicos, deve demonstrar-se a respectiva compatibilidade com o hidrogénio.

4.1.1.3. Resultados

Os resultados dos ensaios devem ser indicados num relatório de ensaio sintético.

4.1.2. Ensaio de envelhecimento

4.1.2.1. Amostragem

Todos os materiais não metálicos utilizados num determinado componente devem ser objecto de ensaio.

Número de amostras de material a submeter a ensaio: 3

4.1.2.2. Procedimentos de ensaio e requisitos

Deve prestar-se especial atenção à segurança durante a realização deste ensaio.

O ensaio deve realizar-se em conformidade com a norma ASTM D572. A amostra deve ser exposta a oxigénio à temperatura máxima do material em conformidade com o ponto 2.7.5.1., a 2,0 MPa durante 96 horas. Tanto a resistência à tracção e o alongamento como a microdureza devem respeitar as especificações do fabricante. Não são permitidas fissuras visíveis nas amostras submetidas a ensaio.

4.1.2.3. Resultados

Os resultados dos ensaios devem ser indicados num relatório de ensaio.

4.1.3. Ensaio de compatibilidade com o ozono

4.1.3.1. Amostragem

O ensaio é aplicável ao material elastómero nos casos em que:

- a) uma superfície de estanquidade esteja directamente exposta ao ar, por exemplo, a vedação externa de um recipiente;
- b) seja utilizado como capa da tubagem flexível de alimentação.

Número de amostras de material a submeter a ensaio: 3

4.1.3.2. Procedimentos de ensaio e requisitos

Os ensaios realizar-se-ão em conformidade com a norma ISO 1431-1.

As amostras a submeter a ensaio são esticadas até um alongamento de 20 % e expostas ao ar, a 40 °C, com uma concentração de 0,5 partes de ozono por milhão, durante 120 horas.

Não são permitidas fissuras visíveis nas amostras submetidas a ensaio.

4.1.3.3. Resultados

Os resultados dos ensaios devem ser indicados num relatório de ensaio sintético.

4.2. Ensaio dos componentes

4.2.1. Ensaio de resistência à corrosão

4.2.1.1. Amostragem

Número de componentes a submeter a ensaio: 3

4.2.1.2. Procedimentos de ensaio e requisitos

Ensaio a) Os componentes metálicos são submetidos durante 144 horas, com todas as ligações fechadas, ao ensaio de nevoeiro salino nos termos da norma ISO 9227, devendo cumprir todos os requisitos da mesma.

Ensaio b) Os componentes em liga de cobre são também sujeitos durante 24 horas, com todas as ligações fechadas, a uma imersão em amoníaco nos termos da norma ISO 6957, devendo cumprir todos os requisitos da mesma.

4.2.1.3. Resultados

Os resultados dos ensaios devem ser indicados num relatório de ensaio sintético.

4.2.2. Ensaio de resistência

4.2.2.1. Amostragem

Número de componentes a submeter a ensaio: 3

4.2.2.2. Procedimentos de ensaio e requisitos

4.2.2.2.1. O componente é submetido a ensaio em conformidade com o seguinte procedimento:

- a) Pressuriza-se o componente com ar seco, azoto, hélio ou hidrogénio até à pressão nominal de serviço durante 96 % da totalidade dos ciclos de ensaio em conformidade com o quadro 4.2.2, à temperatura ambiente. Efectua-se um ciclo de ensaio completo durante, pelo menos, 10 ± 2 segundos. Quando a válvula estiver fechada, a pressão a jusante diminuirá para 0,5 vezes a pressão nominal de serviço do componente, ou um valor inferior. O componente deve preencher os requisitos dos ensaios de estanquidade interna e externa (pontos 4.2.4 e 4.2.5, respectivamente) a esta temperatura;
- b) O componente é posto em funcionamento, durante 2 % da totalidade dos ciclos de ensaio, à temperatura mínima do material em conformidade com o ponto 2.7.5.1, uma vez decorrido o tempo necessário a esta temperatura para assegurar a estabilidade térmica. O componente deve preencher os requisitos dos ensaios de estanquidade interna e externa (pontos 4.2.4 e 4.2.5, respectivamente) a esta temperatura;

- c) O componente é posto em funcionamento, durante 2 % da totalidade dos ciclos de ensaio, à temperatura máxima do material em conformidade com o ponto 2.7.5.1, uma vez decorrido o tempo necessário a esta temperatura para assegurar a estabilidade térmica, e a 1,25 vezes a pressão nominal de serviço. O componente deve preencher os requisitos dos ensaios de estanquidade interna e externa (pontos 4.2.4 e 4.2.5, respectivamente) a esta temperatura.

Quadro 4.2.2

Ciclos de ensaio aplicáveis a válvulas

Componente	Número de ciclos de ensaio
Válvula automática	1,5 vezes o número de ciclos de funcionamento ou de ciclos de enchimento, em conformidade com os pontos 2.7.6 ou 2.7.7, de acordo com a utilização da válvula.
Válvula manual	100
Válvula anti-retorno	2,0 vezes o número de ciclos de funcionamento ou de ciclos de enchimento, em conformidade com os pontos 2.7.6. ou 2.7.7, de acordo com a utilização da válvula.

4.2.2.2.2. *Ligações*

As ligações devem ser sujeitas a 25 ciclos de conexão/desconexão.

4.2.2.2.3. *Tubagem flexível de alimentação*

O comprimento da parte flexível da tubagem flexível de alimentação, equipada com todas as ligações, a utilizar no seguinte ensaio será determinado da seguinte forma:

$$L = 4,142R + 3,57D$$

em que

L = comprimento da parte flexível da tubagem flexível de alimentação

R = raio de curvatura mínimo especificado pelo fabricante

D = diâmetro externo da tubagem flexível de alimentação

A tubagem flexível de alimentação é dobrada conforme se ilustra na figura 4.2.2 e ligada a um dispositivo nessa posição através das ligações de que dispõe e com as quais será homologada. Uma das extremidades da tubagem flexível de alimentação é ligada a um colector móvel e a outra a um colector fixo, que por sua vez está ligado a uma fonte hidráulica. A tubagem flexível de alimentação é pressurizada rapidamente através de uma válvula solenóide de abertura rápida, de forma a que um ciclo consista na manutenção da pressão a 1,25 vezes a pressão nominal de serviço durante 10 ± 1 segundos (excepto no caso das tubagens flexíveis de alimentação cuja temperatura especificada do material seja de 120 °C, em cujo caso a pressão mantida corresponderá a 1,37 vezes a pressão nominal de serviço) e depois na sua redução para menos de 0,1 vezes a pressão nominal de serviço durante $5 \pm 0,5$ segundos. O número total de ciclos de ensaio será igual a 2,0 vezes o número de ciclos de enchimento ou de ciclos de funcionamento, em função da utilização dada à tubagem flexível de alimentação, em conformidade com os pontos 2.7.6 ou 2.7.7. Consoante os casos, 50 % dos ciclos de ensaio serão executados à temperatura mínima do material e os restantes 50 % à temperatura máxima, de acordo com o ponto 2.7.5.1.

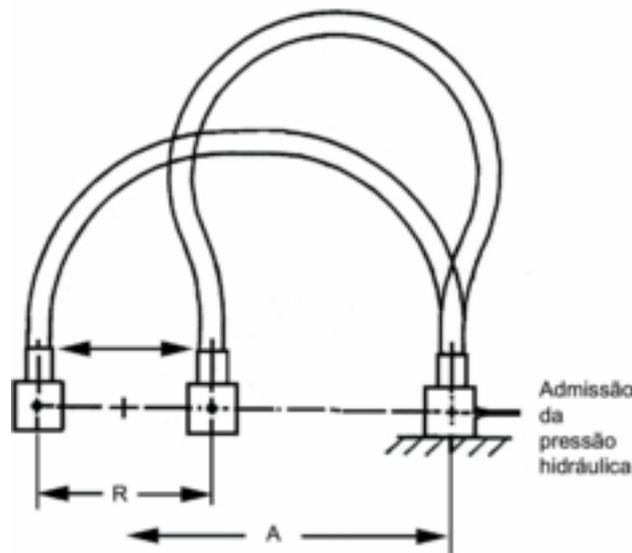
Aos ciclos de pressão hidráulica é sobreposto um ciclo de flexão. A frequência de flexão corresponderá a 6 ± 2 % da taxa dos ciclos de pressão hidráulica. Assegura-se desta forma que, a cada impulso sucessivo dos ciclos de pressão, a tubagem flexível de alimentação tenha uma configuração distinta. O dispositivo de ensaio é ilustrado na figura 4.2, sendo a distância A calculada da seguinte forma:

$$A = 1,75R + D$$

A tubagem flexível de alimentação não deve apresentar quaisquer sinais visíveis de dano.

Figura 4.2.2

Dispositivo de ensaio de impulso de flexão



4.2.2.2.4. Reguladores de pressão

- O dispositivo regulador de pressão é ligado a uma fonte de gás de ensaio de fugas à pressão nominal de serviço e submetido a ciclos de pressão correspondentes a 95 % do número de ciclos de funcionamento calculados em conformidade com o ponto 2.7.7. Um ciclo consiste na circulação de gás até se atingir uma pressão de saída estável, após o que o fluxo de gás é cortado por uma válvula de fecho rápido a jusante até se atingir uma pressão de bloqueio estável. O dispositivo regulador de pressão deve, subsequentemente, preencher os requisitos dos ensaios de estanquidade interna e externa (pontos 4.2.4 e 4.2.5, respectivamente) realizados à temperatura ambiente;
- A admissão do dispositivo regulador de pressão é submetida a ciclos de pressão, de 1 % dos ciclos de funcionamento da pressão nominal de serviço a 0,5 ou menos vezes a pressão nominal de serviço. O dispositivo regulador de pressão deve, subsequentemente, preencher os requisitos dos ensaios de estanquidade interna e externa (pontos 4.2.4 e 4.2.5, respectivamente) realizados à temperatura ambiente;
- O ensaio de ciclos previsto na alínea a) deve ser repetido à temperatura máxima do material em conformidade com o ponto 2.7.5.1 e a 1,25 vezes a pressão nominal de serviço durante 1 % do número de ciclos de funcionamento. O dispositivo regulador de pressão deve, subsequentemente, preencher os requisitos dos ensaios de estanquidade interna e externa (pontos 4.2.4 e 4.2.5, respectivamente) realizados à temperatura máxima do material;
- O ensaio de ciclos previsto na alínea b) deve ser repetido à temperatura máxima do material e a 1,25 vezes a pressão nominal de serviço durante 1 % do número de ciclos de funcionamento. O dispositivo regulador de pressão deve, subsequentemente, preencher os requisitos dos ensaios de estanquidade interna e externa (pontos 4.2.4 e 4.2.5, respectivamente) realizados à temperatura máxima do material;
- O ensaio de ciclos previsto na alínea a) deve ser repetido à temperatura mínima do material em conformidade com o ponto 2.7.5.1 e à pressão nominal de serviço durante 1 % do número de ciclos de funcionamento. O dispositivo regulador de pressão deve, subsequentemente, preencher os requisitos dos ensaios de estanquidade interna e externa (pontos 4.2.4 e 4.2.5, respectivamente) realizados à temperatura mínima do material;
- O ensaio de ciclos previsto na alínea b) deve ser repetido à temperatura mínima do material e a 1,25 vezes a pressão nominal de serviço durante 1 % do número de ciclos de funcionamento. O dispositivo regulador de pressão deve, subsequentemente, preencher os requisitos dos ensaios de estanquidade interna e externa (pontos 4.2.4 e 4.2.5, respectivamente) realizados à temperatura mínima do material.

4.2.2.2.5. Dispositivos limitadores de pressão

- Ensaio de fluência

Os dispositivos limitadores de pressão são pressurizados hidrostáticamente a 1,25 vezes a pressão nominal de serviço e mantidos durante 500 horas a uma temperatura (TL) calculada com base na seguinte equação:

$$TL = T (0,057) (0,34 \log(T/T_f))$$

em que:

TL = Temperatura de ensaio, °C

Tf = Temperatura de activação do dispositivo limitador de pressão, °C

T = 82 °C

Log de base 10.

Os dispositivos limitadores de pressão não devem apresentar sinais de deformação devido a fluência e devem preencher os requisitos do ensaio de estanquidade interna (ponto 4.2.4) após terem sido sujeitos ao ensaio supra;

b) Temperatura de activação

Na sequência do ensaio de fluência em a), os dispositivos limitadores de pressão devem ser pressurizados com ar seco, azoto, hélio ou hidrogénio à pressão nominal de serviço. Os dispositivos limitadores de pressão devem, em seguida, ser expostos a ciclos térmicos crescentes, partindo da temperatura ambiente a um ritmo não superior a 10 °C por minuto até atingir a temperatura de activação especificada menos 10 °C e, a partir daí, a um ritmo não superior a 2 °C por minuto até à activação dos dispositivos limitadores de pressão. A temperatura de activação deve estar compreendida num intervalo de $\pm 5\%$ em relação à temperatura de activação especificada pelo fabricante. Após a activação, os dispositivos limitadores de pressão não devem apresentar sinais de fragmentação.

4.2.2.2.6. *Válvulas de descompressão*

Pressuriza-se a válvula de descompressão durante 25 ciclos. Um ciclo de ensaio consiste na pressurização da válvula de descompressão até à pressão de activação que determina a abertura da válvula de descompressão para efeitos de libertação do gás. Uma vez iniciado o processo de libertação, a pressão de admissão será reduzida, dando azo a que a válvula de descompressão volte a fechar. O ciclo terá uma duração de 10 ± 2 segundos. Deve registar-se a pressão de activação do ciclo final, que deve corresponder à pressão de activação especificada pelo fabricante, com uma margem de $\pm 10\%$.

4.2.2.2.7. *Recipientes*

Os recipientes devem ser sujeitos a um número de ciclos de conexão/desconexão equivalente a três vezes o número de ciclos de enchimento calculado em conformidade com o ponto 2.7.6. Em cada ciclo, o recipiente deve ser pressurizado a 1,25 vezes a pressão nominal de serviço.

4.2.2.2.8. *Sensores para sistemas para hidrogénio*

Caso se tencione instalar num componente para hidrogénio um sensor que está sujeito ao mesmo número de ciclos de funcionamento ou de enchimento, este sensor deve ser submetido aos mesmos ensaios de resistência à fadiga que o componente para hidrogénio em que será instalado.

4.2.2.2.9. *Conector do sistema de armazenagem amovível*

O conector do sistema de armazenagem amovível deve ser sujeito a um número de ciclos de conexão/desconexão equivalente a três vezes o número de ciclos de enchimento calculado em conformidade com o ponto 2.7.6. Em cada ciclo, o conector do sistema de armazenagem amovível deve ser pressurizado a 1,25 vezes a pressão nominal de serviço. O conector do sistema de armazenagem amovível deve, subsequentemente, preencher os requisitos do ensaio de estanquidade externa (4.2.5), quer as partes do conector do sistema de armazenagem amovível instaladas no veículo e no sistema de armazenagem amovível estejam separadas, quer estejam ligadas entre si.

4.2.2.3. *Resultados*

Os resultados do ensaio devem ser indicados num relatório de ensaio sintético.

4.2.3. *Ensaio de ciclos de pressão hidráulica*

4.2.3.1. *Amostragem*

Número de componentes a submeter a ensaio: 3

4.2.3.2. *Procedimentos de ensaio e requisitos*

4.2.3.2.1. *Dispositivos limitadores de pressão*

Os dispositivos limitadores de pressão são sujeitos a 1,5 vezes o número de ciclos de enchimento calculados em conformidade com o ponto 2.7.6 às temperaturas mínima e máxima do material em conformidade com o ponto 2.7.5.1.

A pressão deve variar regularmente entre 2 MPa e 1,25 vezes a pressão nominal de serviço a um ritmo não superior a 6 ciclos por minuto, excepto quando ensaiados à temperatura mínima do material, em cujo caso a pressão máxima de ensaio corresponderá à pressão nominal de serviço.

Caso se utilize um material fusível num dispositivo limitador de pressão, este não pode apresentar sinais visíveis de extrusão para além da deformação inicial.

4.2.3.2.2. *Componentes, salvo dispositivos limitadores de pressão*

Antes do ensaio de ciclos seguinte, o componente deve ser sujeito a uma pressão de ensaio hidráulico correspondente a 1,5 vezes a pressão nominal de serviço ou à pressão máxima de serviço autorizada, consoante o caso. Os componentes não devem apresentar quaisquer sinais visíveis de deformação permanente ou fugas.

Os componentes são sujeitos a um total de 3 vezes o número de ciclos de enchimento ou de ciclos de funcionamento, em conformidade com os pontos 2.7.6 ou 2.7.7.

A pressão deve variar regularmente entre 2,0 MPa e 1,25 vezes a pressão nominal de serviço no que diz respeito aos componentes a montante do primeiro regulador de pressão, ou entre 0,1 vezes a PMSA e a PMSA no que diz respeito aos componentes a jusante do primeiro regulador de pressão, a um ritmo não superior a 6 ciclos por minuto.

O componente deve, subsequentemente, preencher os requisitos dos ensaios de estanquidade interna e externa (pontos 4.2.4 e 4.2.5).

4.2.3.3. *Resultados*

Os resultados dos ensaios devem ser indicados num relatório de ensaio sintético.

4.2.4. *Ensaio de estanquidade interna*

4.2.4.1. *Amostragem*

Número de componentes a submeter a ensaio: 3

4.2.4.2. *Procedimento*

Os componentes devem ser submetidos a ensaio com um gás de ensaio de fugas: a pressurização faz-se junto à admissão do componente, com este fechado e com a respectiva janela de saída aberta.

O ensaio deve ser executado nas seguintes condições:

- a) à temperatura ambiente e a 0,02 vezes a pressão nominal de serviço, bem como à pressão nominal de serviço. Nos casos em que é também exigido um ensaio de estanquidade externa (4.2.5), este pode ser realizado antes da fase seguinte do presente ensaio;
- b) à temperatura mínima do material, de acordo com o ponto 2.7.5.1, uma vez decorrido o tempo necessário a esta temperatura para assegurar a estabilidade térmica, e a 0,02 vezes a pressão nominal de serviço, bem como à pressão nominal de serviço. Nos casos em que é também exigido um ensaio de estanquidade externa (4.2.5) a esta temperatura, este pode ser realizado antes da fase seguinte do presente ensaio;
- c) à temperatura máxima do material, de acordo com o ponto 2.7.5.1, uma vez decorrido o tempo necessário a esta temperatura para assegurar a estabilidade térmica, e a 0,02 vezes a pressão nominal de serviço, bem como a 1,25 vezes a pressão nominal de serviço, excepto no caso dos componentes cuja temperatura especificada do material seja de 120 °C, em cujo caso a pressão máxima de ensaio corresponderá a 1,37 vezes a pressão nominal de serviço.

A detecção de fugas no componente far-se-á com a respectiva janela de saída aberta. A fuga pode ser determinada por um fluxímetro instalado junto à janela de admissão do componente ou por um método de ensaio equivalente comprovado.

4.2.4.3. Requisitos

Quando submetido a pressão, o componente deve permanecer sem bolhas durante 3 minutos ou não deve apresentar fugas internas a um ritmo superior a 10 Ncm³ por hora.

4.2.4.4. Resultados

Os resultados do ensaio devem ser indicados num relatório de ensaio sintético.

4.2.5. *Ensaio de estanquidade externa*

4.2.5.1. Amostragem

Número de componentes a submeter a ensaio: 3

4.2.5.2. Procedimento

O componente é submetido a ensaio com um gás de ensaio de fugas nas seguintes condições:

- a) à temperatura ambiente e a 0,02 vezes a pressão nominal de serviço;
- b) à temperatura ambiente e à pressão nominal de serviço;
- c) à temperatura mínima especificada para o material, de acordo com o ponto 2.7.5.1, uma vez decorrido o tempo necessário a esta temperatura para assegurar a estabilidade térmica, e a 0,02 vezes a pressão nominal de serviço, bem como à pressão nominal de serviço.
- d) à temperatura máxima especificada para o material, de acordo com o ponto 2.7.5.1, uma vez decorrido o tempo necessário a esta temperatura para assegurar a estabilidade térmica, e a 0,02 vezes a pressão nominal de serviço, bem como a 1,25 vezes a pressão nominal de serviço, excepto no caso dos componentes cuja temperatura especificada do material seja de 120 °C, em cujo caso a pressão máxima de ensaio corresponderá a 1,37 vezes a pressão nominal de serviço.

No que diz respeito aos permutadores de calor, este ensaio realizar-se-á apenas no circuito do hidrogénio.

4.2.5.3. Requisitos

No decurso do ensaio, o componente não deve apresentar fugas através das juntas de haste, de corpo ou outras, nem sinais de porosidade das partes moldadas, o que será demonstrado por meio de um tensioactivo durante três minutos sem dar azo à formação de bolhas, ou medido a uma taxa combinada de fuga e infiltração inferior a 10 Ncm³ por hora (no que diz respeito às tubagens flexíveis de alimentação, apenas 10 Ncm³ por hora, por metro), ou, alternativamente, por outro método de ensaio equivalente comprovado. A taxa de fuga admissível é aplicável apenas a ensaios com 100 % de hidrogénio. As taxas de fuga admissíveis de outros gases ou misturas de gases serão convertidas para uma taxa de fuga equivalente à do hidrogénio a 100 %.

4.2.5.4. Resultados

Os resultados do ensaio devem ser indicados num relatório de ensaio sintético.

ANEXO V

Requisitos aplicáveis à identificação do veículo

1. INTRODUÇÃO
 - 1.1. Os veículos a hidrogénio devem estar munidos dos meios de identificação previstos no presente anexo.
2. REQUISITOS
 - 2.1. Nos veículos a hidrogénio devem ser apostas etiquetas, conforme especificado nos pontos 3 e 4.
 - 2.1.1. No que diz respeito aos veículos a hidrogénio das categorias M_1 e N_1 , é aposta uma etiqueta no compartimento do motor do veículo e outra na zona do dispositivo ou recipiente de reabastecimento.
 - 2.1.2. No que diz respeito aos veículos a hidrogénio das categorias M_2 e M_3 , as etiquetas são apostas: na frente e na retaguarda do veículo; na zona do dispositivo ou recipiente de reabastecimento; e na parte lateral de cada porta.
 - 2.1.3. No que diz respeito aos veículos de transportes públicos a hidrogénio das categorias M_2 e M_3 , as etiquetas apostas na frente e na retaguarda do veículo devem ter a dimensão prevista no ponto 4.
 - 2.1.4. No que diz respeito aos veículos a hidrogénio das categorias N_2 e N_3 , as etiquetas serão apostas: na frente e na retaguarda do veículo; na zona do dispositivo ou recipiente de reabastecimento.
 - 2.2. A etiqueta deve consistir num autocolante ou numa chapa resistentes a intempéries.
3. ETIQUETAS PARA VEÍCULOS A HIDROGÉNIO
 - 3.1. **Etiquetas para veículos movidos a hidrogénio líquido**



A cor e dimensões do autocolante devem satisfazer as seguintes exigências:

Cores:

Fundo: verde
Rebordo: branco
Letras: branco

O rebordo e as letras ou, em alternativa, o fundo, devem ser reflectores.

As propriedades colorimétricas e fotométricas devem satisfazer os requisitos do ponto 11 da norma ISO 3864-1.

Dimensões da etiqueta:

Largura: 40 mm de lado

Altura: 40 mm de lado

Largura do rebordo: 2 mm

Tamanho das letras:

Altura: 9 mm

Espessura: 2 mm

As palavras devem figurar em maiúsculas no centro da etiqueta.

3.2. Etiquetas para veículos movidos a hidrogénio (gasoso) comprimido



A cor e dimensões do autocolante devem satisfazer as seguintes exigências:

Cores:

Fundo: verde

Rebordo: branco

Letras: branco

O rebordo e as letras ou, em alternativa, o fundo, devem ser reflectores.

As propriedades colorimétricas e fotométricas devem satisfazer os requisitos do ponto 11 da norma ISO 3864-1.

Dimensões:

Largura: 40 mm de lado

Altura: 40 mm de lado

Largura do rebordo: 2 mm

Tamanho das letras:

Altura: 9 mm

Espessura: 2 mm

As palavras devem figurar em maiúsculas no centro da etiqueta.

4. ETIQUETAS A APOR NA FRENTE E NA RETAGUARDA DOS VEÍCULOS DE TRANSPORTES PÚBLICOS A HIDROGÉNIO DAS CATEGORIAS M₂ E M₃

4.1. **Etiquetas para veículos movidos a hidrogénio líquido**



A cor e dimensões do autocolante devem satisfazer as seguintes exigências:

Cores:

Fundo: verde

Rebordo: branco

Letras: branco

O rebordo e as letras ou, em alternativa, o fundo, devem ser reflectores.

As propriedades colorimétricas e fotométricas devem satisfazer os requisitos do ponto 11 da norma ISO 3864-1.

Dimensões da etiqueta:

Largura: 125 mm de lado

Altura: 125 mm de lado

Largura do rebordo: 5 mm

Tamanho das letras:

Altura: 25 mm

Espessura: 5 mm

As palavras devem figurar em maiúsculas no centro da etiqueta.

4.2. Etiquetas para veículos movidos a hidrogénio (gasoso) comprimido

A cor e dimensões do autocolante devem satisfazer as seguintes exigências:

Cores:

Fundo: verde
Rebordo: branco
Letras: branco

O rebordo e as letras ou, em alternativa, o fundo, devem ser reflectores.

As propriedades colorimétricas e fotométricas devem satisfazer os requisitos do ponto 11 da norma ISO 3864-1.

Dimensões:

Largura: 125 mm de lado
Altura: 125 mm de lado
Largura do rebordo: 5 mm

Tamanho das letras:

Altura: 25 mm
Espessura: 5 mm

As palavras devem figurar em maiúsculas no centro da etiqueta.

ANEXO VI

Requisitos de segurança aplicáveis aos sistemas complexos de comando electrónico de veículos

1. INTRODUÇÃO

O presente anexo estabelece os requisitos e procedimentos de ensaio aplicáveis aos aspectos de segurança dos sistemas complexos de comando electrónico de veículos.

2. REQUISITOS EM MATÉRIA DE DOCUMENTAÇÃO

2.1. **Requisitos gerais**

O fabricante deve fornecer um dossier informativo que descreva a concepção de base do sistema de segurança equipado com instrumentos e os meios pelos quais este está ligado a outros sistemas do veículo ou pelos quais controla directamente variáveis de saída. A função ou funções do sistema de segurança equipado com instrumentos e o conceito de segurança, tal como definidos pelo fabricante, devem ser explicados na documentação. Para efeitos de inspecção, a documentação deve indicar o modo como se pode verificar o estado de funcionamento do sistema.

A documentação deve ser disponibilizada em duas partes:

- a) A documentação oficial do sistema de segurança equipado com instrumentos para efeitos de homologação, com a informação prevista nos pontos 2.2 a 2.4. Estes dados constituirão a referência de base para o processo de homologação enunciado no ponto 3.
- b) Dados suplementares relativos a análises e a materiais pertinentes para a homologação do sistema de segurança equipado com instrumentos.

2.2. **Descrição das funções do sistema de segurança equipado com instrumentos**

Deve ser apresentada uma descrição que explique, de forma simples, as funções de comando do sistema de segurança equipado com instrumentos e os métodos utilizados para atingir os objectivos, acompanhada de uma exposição dos mecanismos pelos quais é exercido o controlo, que incluirá:

- a) Uma lista de todas as variáveis quer as de entrada, quer as detectadas pelos sensores, com definição da respectiva gama de funcionamento;
- b) Uma lista de todas as variáveis de saída controladas pelo sistema de segurança equipado com instrumentos que indique, em cada caso, se o controlo é directo ou se é exercido através de outro sistema do veículo. Deve ser definida a gama do controlo exercido em relação a cada uma dessas variáveis;
- c) Se for pertinente para o desempenho do sistema, os limites de funcionamento.

2.3. **Disposição e descrição do sistema**2.3.1. *Inventário de componentes*

Deve ser fornecida uma lista que colija todas as unidades do sistema de segurança equipado com instrumentos e mencione os demais sistemas do veículo necessários para realizar a função de comando em questão. Deve ser fornecido um diagrama esquemático que mostre essas unidades em combinação, e no qual se identifique claramente a distribuição e as interconexões dos elementos do equipamento.

2.3.2. *Funções das unidades*

Deve ser definida a função de cada unidade do sistema de segurança equipado com instrumentos, devendo também indicar-se os sinais que ligam cada unidade às outras unidades e aos demais sistemas do veículo. Esta informação pode ser fornecida por meio de um diagrama de blocos com legendas, ou por uma descrição sustentada num diagrama desse tipo.

2.3.3. *Interconexões*

As interconexões com o sistema de segurança equipado com instrumentos devem ser mostradas por meio de um diagrama de circuito para as ligações de transmissão eléctrica, por um diagrama de distribuição para o equipamento pneumático ou hidráulico de transmissão e por um diagrama simplificado para as ligações mecânicas de transmissão.

2.3.4. *Organograma de sinais e prioridades*

Tem de haver uma correspondência clara entre estas ligações de transmissão e os sinais veiculados entre as unidades. As prioridades dos sinais serão indicadas em canais de dados multiplexados sempre que a prioridade possa ter uma incidência no comportamento ou na segurança.

2.3.5. *Identificação das unidades*

Cada unidade deve ser identificada de forma clara e inequívoca, de forma a estabelecer uma correspondência entre o *hardware* e a documentação. Quando houver funções combinadas dentro de uma mesma unidade ou mesmo dentro de um mesmo computador, mas que sejam mostradas em blocos múltiplos no diagrama de blocos para maior clareza e facilidade de explicação, utiliza-se uma única marcação de identificação do *hardware*. Com a utilização desta identificação, o fabricante declara que o equipamento fornecido é conforme ao documento correspondente.

2.3.5.1. A marca de identificação define a versão do *hardware* e do *software*; nos casos em que uma mudança de versão deste último for de molde a alterar a função da unidade, essa marca de identificação deve também ser mudada.

2.4. **Conceito de segurança do fabricante do veículo**

2.4.1. O fabricante deve assegurar que a estratégia escolhida para realizar os objectivos do sistema de segurança equipado com instrumentos não comprometerá, em condições de ausência de avarias, o funcionamento seguro dos sistemas abrangidos pelas disposições do presente regulamento.

2.4.2. No que diz respeito ao *software* utilizado no sistema de segurança equipado com instrumentos, deve ser dada uma explicação da respectiva arquitectura e identificados os métodos e instrumentos de concepção. O fabricante deve estar preparado para, se lhe for pedido, fazer prova de como esses elementos determinaram a realização da lógica do sistema durante a concepção e o processo de desenvolvimento.

2.4.3. O fabricante deve fornecer ao serviço técnico uma explicação das disposições de concepção incorporadas no sistema de segurança equipado com instrumentos a fim de assegurar um funcionamento seguro em condições de avaria. Exemplos de disposições de concepção em caso de avaria do sistema de segurança equipado com instrumentos:

- a) Retorno ao modo de funcionamento com recurso a um sistema parcial;
- b) Passagem para um sistema de reserva distinto;
- c) Supressão da função de nível superior.

2.4.3.1. Se a opção de concepção escolhida seleccionar um modo de funcionamento de desempenho parcial em determinadas condições de avaria, então estas condições devem ser especificadas e definidos os limites de eficácia que delas resultam.

2.4.3.2. Se a opção de concepção escolhida seleccionar um segundo meio de reserva para realizar o objectivo do sistema de comando do veículo, devem ser explicados os princípios do mecanismo de comutação, a lógica e o nível de redundância, assim como qualquer dispositivo integrado de verificação, e definidos os limites de eficácia que daí resultam para esse meio de reserva.

2.4.3.3. Se a opção de concepção escolhida seleccionar a supressão da função ou do sistema de nível superior, todos os sinais de controlo de saída relacionados com esta função serão inibidos, de forma a limitar as perturbações transitórias.

2.4.3.4. As funções ou os sistemas de nível superior permitirão que os sistemas complexos mudem automaticamente os seus objectivos segundo uma ordem de prioridade que depende das circunstâncias detectadas.

2.4.4. A documentação será acompanhada de uma análise que demonstre, em termos globais, o modo como o sistema se comportará na ocorrência de qualquer uma das anomalias especificadas que tenham incidência no desempenho ou na segurança do comando do veículo. Para o efeito, pode-se tomar como base a *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA — Análise dos Modos de Falha, Efeitos e sua Criticidade) e a *Fault Tree Analysis* (FTA — Análise da Árvore de Falhas) ou qualquer outro processo adaptado às condições de segurança do sistema. A abordagem analítica escolhida deve ser definida e mantida pelo fabricante do veículo e disponibilizada ao serviço técnico para efeitos de inspecção.

- 2.4.5. A documentação estabelecerá os parâmetros que são monitorizados e definirá o sinal de alarme que será activado por cada condição de avaria definida no ponto em 2.4.3.
3. PROCEDIMENTOS DE ENSAIO
- 3.1. O funcionamento do sistema de segurança equipado com instrumentos, tal como descrito nos documentos referidos no ponto 2, será sujeito aos seguintes procedimentos de ensaio:
- 3.1.1. *Verificação das funções do sistema de segurança equipado com instrumentos*
- Para definir os níveis de funcionamento normais, a verificação do comportamento do sistema do veículo sob condições de ausência de falhas será realizada tendo em conta as especificações basilares de referência do fabricante.
- 3.1.2. *Verificação do conceito de segurança do ponto 2.4.*
- A reacção do sistema de segurança equipado com instrumentos deve, ao critério do serviço técnico, ser verificada em condições de avaria em qualquer uma das unidades, aplicando os sinais de saída correspondentes às unidades eléctricas ou aos elementos mecânicos no intuito de simular os efeitos das falhas internas no interior da unidade.
- 3.1.3. Os resultados da verificação devem corresponder ao resumo documentado da análise de avarias, a um tal nível de efeito global que permita confirmar que o conceito de segurança e a execução são os adequados.
- 3.2. Para efeitos do cumprimento do requisito relativo aos sinal de alarme previsto no ponto 2.4.3, basta, em geral, um sinal óptico por sistema complexo do veículo, salvo se outras disposições legislativas aplicáveis ao mesmo equipamento exigirem explicitamente sinais múltiplos.
4. REQUISITOS SUPLEMENTARES
- 4.1. Em caso de avaria, o condutor deve ser avisado por meio de um sinal de alarme ou a exibição de uma mensagem. O sinal de alarme permanecerá activo enquanto a avaria persistir, salvo se o condutor desactivar o sistema, por exemplo, rodando a chave de ignição para a posição «desligado» ou desligando essa função específica se houver um interruptor especial para o efeito.
-

ANEXO VII

Normas a que o presente regulamento faz referência

As referências a normas no presente regulamento devem ser entendidas como referências às seguintes versões das normas:

ISO 188:2007	Rubber, vulcanized or thermoplastic — Accelerated ageing and heat resistance tests
ISO 306:2004	Plastics — Thermoplastic materials — Determination of Vicat softening temperature (VST)
ISO 527-2:1993/Cor 1:1994	Plastics — Determination of tensile properties — Part 2: Test conditions for moulding and extrusion plastics
ISO 1431-1:2004/Amd 1:2009	Rubber, vulcanized or thermoplastic — Resistance to ozone cracking — Part 1: Static and dynamic strain testing
ISO 2768-1:1989	General tolerances — Part 1: Tolerances for linear and angular dimensions without individual tolerance indications
ISO 2808:2007	Paints and Varnishes - Determination of film Thickness
ISO 3864-1:2002	Graphical symbols — Safety colours and safety signs — Part 1: Design principles for safety signs in workplaces and public areas
ISO 4624:1978	Plastics and Varnishes — Pull-off Test for adhesion
ISO 6506-1:2005	Metallic materials — Brinell hardness test — Part 1: Test method
ISO 6957:1988	Copper alloys — Ammonia test for stress corrosion resistance
ISO 7225:2005	Gas cylinders — Precautionary labels
ISO 7866:1999	Gas cylinders — Refillable seamless aluminium alloy gas cylinders — Design, construction and testing
ISO 8491:2004	Metallic materials — Tube (in full section) — Bend test
ISO 9227:2006	Corrosion tests in artificial atmospheres — Salt spray tests
ISO 9809-1:1999	Gas cylinders — Refillable seamless steel gas cylinders — Design, construction and testing — Part 1: Quenched and tempered steel cylinders with tensile strength less than 1 100 MPa
ISO 9809-2:2000	Gas cylinders — Refillable seamless steel gas cylinders — Design, construction and testing — Part 2: Quenched and tempered steel cylinders with tensile strength greater than or equal to 1 100 MPa
ISO 11114-1:1997	Transportable gas cylinders — Compatibility of cylinder and valve materials with gas contents — Part 1: Metallic materials
ISO 11114-4:2005	Transportable gas cylinders — Compatibility of cylinder and valve materials with gas contents — Part 4: Test methods for selecting metallic materials resistant to hydrogen embrittlement
ISO/TS 14687-2:2008	Hydrogen fuel — Product specification — Part 2: Proton exchange membrane (PEM) fuel cell applications for road vehicles
EN 1251-2:2000/AC:2006	Cryogenic vessels — Transportable vacuum insulated vessels of not more than 1 000 litres volume — Part 2: Design, fabrication, inspection and testing
EN 1252-1:1998/AC:1998	Recipientes criogénicos — Materiais — Parte 1: Requisitos de resiliência para temperaturas inferiores a - 80 °C
EN 1797:2001	Recipientes criogénicos — Compatibilidade entre gases e materiais
EN 1964-3:2000	Transportable gas cylinders — Specification for the design and construction of refillable transportable seamless steel gas cylinders of water capacities from 0,5 litre up to and including 150 litres — Part 3: Cylinders made of seamless stainless steel with an R_m value of less than 1 100 MPa
EN 10204:2004	Produtos metálicos — Tipos de documentos de inspecção
EN 12300:1998/A1:2006	Cryogenic vessels — Cleanliness for cryogenic service
EN 12434:2000/AC:2001	Recipientes criogénicos — Flexíveis para serviço criogénico

EN 12862:2000	Transportable gas cylinders — Specification for the design and construction of refillable transportable welded aluminium alloy gas cylinders
EN 13322-2:2003/A1:2006	Transportable gas cylinders — Refillable welded steel gas cylinders — Design and construction — Part 2: Stainless steel
EN 13648-1:2008	Recipientes criogénicos — Dispositivos de protecção contra pressões excessivas — Parte 1: Válvulas de segurança para serviço criogénico
EN 13648-2:2002	Recipientes criogénicos — Dispositivos de protecção contra pressões excessivas — Parte 2: Dispositivo de segurança com disco de rotura para serviço criogénico
EN 13648-3:2002	Recipientes criogénicos — Dispositivos de protecção contra pressões excessivas — Parte 3: Determinação da descarga requerida — Capacidade e dimensionamento
ASTM B117 - 07a	Standard practice for operating salt spray (fog) apparatus
ASTM D522 - 93a(2008)	Standard test methods for mandrel bend test of attached organic coatings
ASTM D572 - 04	Standard test method for rubber — Deterioration by heat and oxygen
ASTM D1308 - 02(2007)	Standard test method for effect of household chemicals on clear and pigmented organic finishes
ASTM D2344 / D2344M - 00(2006)	Standard test method for short-beam strength of polymer matrix composite materials and their laminates
ASTM D2794 - 93(2004)	Standard test method for resistance of organic coatings to the effects of rapid deformation (impact)
ASTM D3170 - 03(2007)	Standard test method for chipping resistance of coatings
ASTM D3359 - 08	Standard test methods for measuring adhesion by tape test
ASTM D3418 - 08	Test method for transition temperatures and enthalpies of fusion and crystallization of polymers by differential scanning calorimetry
ASTM G154 - 06	Standard practice for operating fluorescent light apparatus for UV exposure of nonmetallic materials