

# ATTI ADOTTATI DA ORGANISMI CREATI DA ACCORDI INTERNAZIONALI

Solo i testi UNECE originali hanno efficacia giuridica ai sensi del diritto internazionale pubblico. Lo status e la data di entrata in vigore del presente regolamento devono essere controllati nell'ultima versione del documento UNECE TRANS/WP.29/343, reperibile al seguente indirizzo:

<http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29fdocsts.html>

## **Regolamento n. 134 della Commissione economica per l'Europa delle Nazioni Unite (UNECE) - Disposizioni uniformi concernenti l'omologazione dei veicoli a motore e dei relativi componenti per quanto riguarda le prestazioni in termini di sicurezza dei veicoli alimentati a idrogeno (HFCV) [2019/795]**

Comprendente tutti i testi validi fino a:

Supplemento 3 della versione originale del regolamento – data di entrata in vigore: 19 luglio 2018.

### INDICE

#### REGOLAMENTO

1. Ambito di applicazione
2. Definizioni
3. Domanda di omologazione
4. Omologazione
5. Parte I – Specifiche dell'impianto di stoccaggio di idrogeno compresso
6. Parte II – Specifiche dei componenti specifici per l'impianto di stoccaggio di idrogeno compresso
7. Parte III – Specifiche degli impianti di alimentazione del carburante dei veicoli che comprendono l'impianto di stoccaggio di idrogeno compresso
8. Modifiche ed estensioni dell'omologazione
9. Conformità della produzione
10. Sanzioni in caso di non conformità della produzione
11. Cessazione definitiva della produzione
12. Nomi e indirizzi dei servizi tecnici che eseguono le prove di omologazione e delle autorità di omologazione

#### ALLEGATI

- 1 Parte 1 Modello I - Scheda informativa n. ... relativa all'omologazione di un impianto di stoccaggio dell'idrogeno per quanto riguarda le prestazioni in termini di sicurezza dei veicoli alimentati a idrogeno  
Modello II - Scheda informativa n. ... relativa all'omologazione di un componente specifico per impianti di stoccaggio dell'idrogeno per quanto riguarda le prestazioni in termini di sicurezza dei veicoli alimentati a idrogeno  
Modello III - Scheda informativa n. ... relativa all'omologazione di un veicolo per quanto riguarda le prestazioni in termini di sicurezza dei veicoli alimentati a idrogeno

Parte 2 Modello I - Notifica riguardante il rilascio, l'estensione, il rifiuto o la revoca dell'omologazione o la cessazione definitiva della produzione di un tipo di impianto di stoccaggio di idrogeno compresso per quanto riguarda le prestazioni in termini di sicurezza dei veicoli alimentati a idrogeno a norma del regolamento n. 134

Modello II - Notifica riguardante il rilascio, l'estensione, il rifiuto o la revoca dell'omologazione o la cessazione definitiva della produzione di un tipo di componente specifico (limitatore di pressione ad azionamento termico / valvola di ritenuta / valvola di intercettazione automatica) per quanto riguarda le prestazioni in termini di sicurezza dei veicoli alimentati a idrogeno a norma del regolamento n. 134

Modello III - Notifica riguardante il rilascio, l'estensione, il rifiuto o la revoca dell'omologazione o la cessazione definitiva della produzione di un tipo di veicolo per quanto riguarda le prestazioni in termini di sicurezza dei veicoli alimentati a idrogeno a norma del regolamento n. 134

2 Esempi di marchi di omologazione

3 Procedure di prova per l'impianto di stoccaggio di idrogeno compresso

4 Procedure di prova per componenti specifici dell'impianto di stoccaggio di idrogeno compresso

Appendice 1 - Panoramica delle prove concernenti i limitatori di pressione ad azionamento termico

Appendice 2 - Panoramica delle prove concernenti le valvole di ritenuta e le valvole di intercettazione automatiche

5 Procedure di prova per gli impianti di alimentazione del carburante dei veicoli che comprendono l'impianto di stoccaggio di idrogeno compresso

1. AMBITO DI APPLICAZIONE

Il presente regolamento si applica a <sup>(1)</sup>:

- 1.1. Parte I - Impianti di stoccaggio di idrogeno compresso dei veicoli alimentati a idrogeno per quanto riguarda le prestazioni in termini di sicurezza.
- 1.2. Parte II - Componenti specifici per impianti di stoccaggio di idrogeno compresso di veicoli alimentati a idrogeno per quanto riguarda le prestazioni in termini di sicurezza.
- 1.3. Parte III - Veicoli alimentati a idrogeno delle categorie M e N <sup>(2)</sup> che possiedono un impianto di stoccaggio di idrogeno compresso per quanto riguarda le prestazioni in termini di sicurezza.

2. DEFINIZIONI

Ai fini del presente regolamento si applicano le definizioni riportate in appresso.

- 2.1. «Disco di rottura»: l'elemento operativo non richiudibile di un limitatore di pressione che, una volta installato nel limitatore, è progettato per scoppiare ad una pressione predeterminata in maniera da consentire lo scarico di idrogeno compresso.
- 2.2. «Valvola di ritenuta»: una valvola di non ritorno che impedisce il l'inversione del flusso all'interno del circuito del carburante del veicolo.
- 2.3. «Impianto di stoccaggio di idrogeno compresso» (CHSS, dall'inglese *compressed hydrogen storage system*): un impianto progettato per stoccare idrogeno, usato come carburante, per veicoli alimentati a idrogeno, costituito da un serbatoio sotto pressione e da limitatori di pressione e dispositivi di intercettazione che isolano l'idrogeno stoccato dal resto dell'impianto di alimentazione del carburante e dal suo ambiente.
- 2.4. «Serbatoio» (per lo stoccaggio di idrogeno): il componente dell'impianto di stoccaggio dell'idrogeno che immagazzina il volume primario dell'idrogeno usato come carburante.
- 2.5. «Data di messa fuori servizio»: la data (mese e anno) specificata per la messa fuori servizio.

<sup>(1)</sup> Il presente regolamento non riguarda la sicurezza elettrica del gruppo propulsore elettrico, la compatibilità dei materiali e la fragilizzazione da idrogeno dell'impianto di alimentazione del carburante del veicolo e l'integrità di tale impianto in seguito ad urto frontale pieno e ad urto posteriore pieno.

<sup>(2)</sup> Come definito nella risoluzione consolidata sulla costruzione di veicoli (R.E.3.), documento ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.3, punto 2. - [www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29resolutions.html](http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29resolutions.html).

- 2.6. «Data di fabbricazione» (di un serbatoio per idrogeno compresso): la data (mese e anno) della prova della pressione di collaudo effettuata durante la fabbricazione.
- 2.7. «Spazi chiusi o semichiusi»: i volumi speciali all'interno del veicolo (o della sagoma del veicolo in considerazione delle aperture) esterni all'impianto dell'idrogeno (impianto di stoccaggio, impianto a pile a combustibile e sistema di gestione del flusso di carburante) e gli alloggiamenti (se presenti) nei quali può accumularsi idrogeno (fenomeno che potrebbe costituire un rischio); può trattarsi dell'abitacolo, del vano bagagli e dello spazio sotto il cofano.
- 2.8. «Punto di scarico dei gas di scarico»: il centro geometrico della zona nella quale il gas espulso dalle pile a combustibile viene scaricato dal veicolo.
- 2.9. «Impianto a pile a combustibile»: un impianto contenente la pila o le pile di celle a combustibile, il sistema di trattamento dell'aria, il sistema di controllo del flusso di carburante, l'impianto di scarico, il sistema di gestione termica e il sistema di gestione dell'acqua.
- 2.10. «Dispositivo di rifornimento»: dispositivo che permette il collegamento di un mandrino della stazione di rifornimento al veicolo per il trasferimento a quest'ultimo del combustibile. Il dispositivo di rifornimento è utilizzato come alternativa a un'apertura di rifornimento.
- 2.11. «Concentrazione di idrogeno»: la percentuale di moli (o molecole) di idrogeno all'interno della miscela di idrogeno e aria (equivalente al volume parziale di idrogeno gassoso).
- 2.12. «Veicolo alimentato a idrogeno»: qualsiasi veicolo a motore che utilizzi a fini di propulsione idrogeno gassoso compresso come carburante, ivi compresi i veicoli a celle a combustibile e quelli con motore a combustione interna. L'idrogeno usato come carburante per le autovetture è specificato nelle norme ISO 14687-2:2012 e SAE J2719 (revisione del settembre 2011).
- 2.13. «Vano bagagli»: lo spazio all'interno del veicolo destinato ad ospitare bagagli e/o merci, delimitato dal tetto, dal portellone, dal pavimento e dalle pareti laterali, separato dall'abitacolo dalla paratia anteriore o dalla paratia posteriore.
- 2.14. «Costruttore»: la persona fisica o giuridica responsabile davanti all'autorità di omologazione di tutti gli aspetti della procedura di omologazione e della conformità della produzione. Non è indispensabile che la persona fisica o giuridica partecipi direttamente a tutte le fasi della fabbricazione del veicolo, dell'impianto o del componente soggetto alla procedura di omologazione.
- 2.15. «Pressione di esercizio massima autorizzata» (MAWP, dall'inglese *maximum allowable working pressure*): la pressione più elevata alla quale è consentito il funzionamento di un serbatoio sotto pressione o di un impianto di stoccaggio in condizioni normali di esercizio.
- 2.16. «Pressione massima di rifornimento» (MFP, dall'inglese *maximum fuelling pressure*): la pressione massima applicata all'impianto compresso durante il rifornimento. La pressione massima di rifornimento è pari al 125 % della pressione di esercizio nominale.
- 2.17. «Pressione di esercizio nominale» (NWP, dall'inglese *nominal working pressure*): la pressione relativa che caratterizza il funzionamento tipico di un impianto. Per i serbatoi di idrogeno gassoso compresso, la pressione di esercizio nominale è la pressione stabilizzata del gas compresso nel serbatoio o nell'impianto di stoccaggio completamente pieno ad una temperatura uniforme di 15 °C.
- 2.18. «Limitatore di pressione»: un dispositivo che, quando attivato in condizioni prestazionali specifiche, viene utilizzato per far uscire l'idrogeno da un impianto pressurizzato al fine di impedire che l'impianto si guasti.
- 2.19. «Rottura» o «scoppio»: entrambi i termini indicano una separazione improvvisa e violenta, uno scoppio o una disintegrazione dovuti alla forza della pressione interna.
- 2.20. «Valvola di sfianto di sicurezza»: limitatore di pressione che si apre a un livello di pressione preimpostato e può richiudersi.
- 2.21. «Ciclo di vita» (di un serbatoio di idrogeno compresso): il periodo di tempo durante il quale è autorizzato l'esercizio (l'utilizzo).
- 2.22. «Valvola di intercettazione»: valvola collocata tra il serbatoio di stoccaggio e l'impianto di alimentazione del carburante del veicolo che può essere attivata automaticamente; per impostazione predefinita detta valvola è in posizione «chiusa» quando non è collegata a una fonte di alimentazione.
- 2.23. «Guasto singolo»: un guasto causato da un singolo evento che comprende eventuali guasti consequenziali derivanti da tale guasto.
- 2.24. «Limitatore di pressione ad azionamento termico» (TPRD, dall'inglese *thermally-activated pressure relief device*): limitatore di pressione non richiudibile che viene attivato dalla temperatura e che aprendosi fa uscire l'idrogeno gassoso.

- 2.25. «Tipo di impianto di stoccaggio dell'idrogeno»: insieme di componenti che non differiscono in maniera significativa relativamente ad aspetti fondamentali quali:
- a) la denominazione commerciale o il marchio del costruttore;
  - b) lo stato dell'idrogeno stoccato usato come carburante (gas compresso);
  - c) la pressione di esercizio nominale (NWP);
  - d) la struttura, i materiali, la capacità e le dimensioni fisiche del serbatoio; e
  - e) la struttura, i materiali e le caratteristiche fondamentali del limitatore di pressione ad azionamento termico, della valvola di ritenuta e della valvola di intercettazione, se presenti.
- 2.26. «Tipo di componenti specifici dell'impianto di stoccaggio dell'idrogeno»: componente o insieme di componenti che non differiscono in maniera significativa relativamente ad aspetti fondamentali quali:
- a) la denominazione commerciale o il marchio del costruttore;
  - b) lo stato dell'idrogeno stoccato usato come carburante (gas compresso);
  - c) il tipo di componente: limitatore di pressione (ad azionamento termico), valvola di ritenuta o valvola di intercettazione; e
  - d) la struttura, i materiali e le caratteristiche fondamentali.
- 2.27. «Tipo di veicolo»: in relazione alla sicurezza dell'idrogeno, veicoli che non differiscono relativamente ad aspetti fondamentali quali:
- a) la denominazione commerciale o il marchio del costruttore; e
  - b) la configurazione di base e le caratteristiche principali dell'impianto di alimentazione del carburante del veicolo.
- 2.28. «Impianto di alimentazione del carburante del veicolo»: insieme di componenti utilizzati per immagazzinare idrogeno o alimentare a idrogeno una pila a combustibile o un motore a combustione interna.
3. DOMANDA DI OMOLOGAZIONE
- 3.1. Parte I: domanda di omologazione di impianti di stoccaggio di idrogeno compresso.
- 3.1.1. La domanda di omologazione di un tipo di impianto di stoccaggio dell'idrogeno deve essere presentata dal costruttore di tale impianto o da un suo mandatario.
- 3.1.2. Un modello di scheda informativa è riportato nell'allegato 1, parte 1-I.
- 3.1.3. Occorre presentare al servizio tecnico incaricato di effettuare le prove di omologazione un numero sufficiente di impianti di stoccaggio dell'idrogeno, rappresentativi del tipo da omologare.
- 3.2. Parte II: domanda di omologazione di componenti specifici per impianti di stoccaggio di idrogeno compresso.
- 3.2.1. La domanda di omologazione di un tipo di componente specifico deve essere presentata dal costruttore di tale componente o da un suo mandatario.
- 3.2.2. Un modello di scheda informativa è riportato nell'allegato 1, parte 1-II.
- 3.2.3. Occorre presentare al servizio tecnico incaricato di effettuare le prove di omologazione un numero sufficiente di componenti specifici per impianti di stoccaggio dell'idrogeno, rappresentativi del tipo da omologare.
- 3.3. Parte III: domanda di omologazione di veicoli.
- 3.3.1. La domanda di omologazione di un tipo di veicolo deve essere presentata dal costruttore del veicolo o da un suo mandatario.

- 3.3.2. Un modello di scheda informativa è riportato nell'allegato 1, parte 1-III.
- 3.3.3. Occorre presentare al servizio tecnico incaricato di effettuare le prove di omologazione un numero sufficiente di veicoli, rappresentativi del tipo da omologare.
4. OMOLOGAZIONE
- 4.1. Rilascio dell'omologazione
- 4.1.1. Omologazione di impianti di stoccaggio di idrogeno compresso.
- L'omologazione di un dato tipo di impianto di stoccaggio dell'idrogeno viene rilasciata se detto impianto presentato per l'omologazione a norma del presente regolamento soddisfa le prescrizioni della parte I.
- 4.1.2. Omologazione di componenti specifici per impianti di stoccaggio di idrogeno compresso.
- L'omologazione di un dato tipo di componente specifico viene rilasciata se detto componente presentato per l'omologazione a norma del presente regolamento soddisfa le prescrizioni della parte II.
- 4.1.3. Omologazione di veicoli.
- L'omologazione di un dato tipo di veicolo viene rilasciata se il veicolo presentato per l'omologazione a norma del presente regolamento soddisfa le prescrizioni della parte III.
- 4.2. Ad ogni tipo omologato deve essere attribuito un numero di omologazione, le prime due cifre del quale (attualmente 00, corrispondenti alla versione originale del regolamento) indicano la serie di modifiche comprendente le principali modifiche tecniche più recenti apportate al regolamento alla data del rilascio dell'omologazione. La stessa parte contraente non deve assegnare tale numero ad altri tipi di veicolo o di componente.
- 4.3. Il rilascio, l'estensione, il rifiuto o la revoca dell'omologazione ai sensi del presente regolamento devono essere notificati alle parti contraenti dell'accordo che applicano il presente regolamento mediante una scheda conforme al modello di cui all'allegato 1, parte 2, corredata di fotografie e/o progetti forniti dal richiedente di formato non superiore ad A4 (210 × 297 mm), o piegati in quel formato, e in scala adeguata.
- 4.4. Su ogni veicolo, impianto di stoccaggio dell'idrogeno o componente specifico conforme al tipo omologato a norma del presente regolamento deve essere apposto, in un punto visibile e facilmente accessibile indicato nella scheda di omologazione, un marchio di omologazione internazionale conforme ai modelli di cui all'allegato 2, costituito da:
- 4.4.1. un cerchio all'interno del quale è iscritta la lettera «E» seguita dal numero distintivo del paese che ha rilasciato l'omologazione <sup>(3)</sup>;
- 4.4.2. il numero del presente regolamento seguito dalla lettera «R», da un trattino e dal numero di omologazione, che vanno posti a destra del cerchio di cui al punto 4.4.1.
- 4.5. Se il veicolo è conforme a un tipo di veicolo omologato ai sensi di uno o più regolamenti allegati all'accordo, non è necessario che nel paese che ha rilasciato l'omologazione ai sensi del presente regolamento sia ripetuto il simbolo di cui al punto 4.4.1. In tale caso, i numeri del regolamento e di omologazione, nonché i simboli aggiuntivi, devono essere disposti in colonne verticali a destra del simbolo prescritto al punto 4.4.1.
- 4.6. Il marchio di omologazione deve essere facilmente leggibile e indelebile.
- 4.6.1. Nel caso dei veicoli, il marchio di omologazione deve essere posizionato accanto alla targhetta recante i dati di identificazione del veicolo o su di essa.
- 4.6.2. Nel caso degli impianti di stoccaggio dell'idrogeno, il marchio di omologazione deve essere apposto sul serbatoio.
- 4.6.3. Nel caso dei componenti specifici, il marchio di omologazione deve essere apposto sul componente specifico.

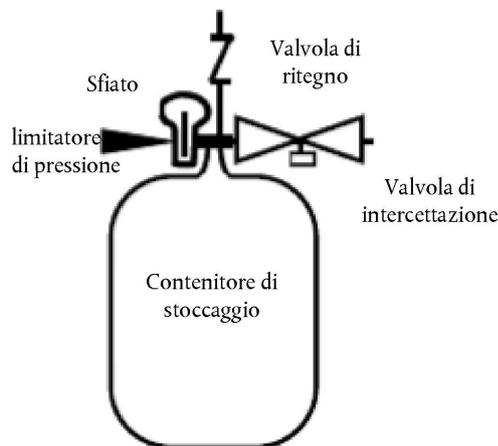
<sup>(3)</sup> I numeri distintivi delle parti contraenti dell'accordo del 1958 sono riportati nell'allegato 3 della Risoluzione consolidata sulla costruzione dei veicoli (R.E.3), documento ECE/TRANS/WP.29/78/Rev. 3, allegato 3 - [www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29resolutions.html](http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29resolutions.html).

## 5. PARTE I – SPECIFICHE DELL'IMPIANTO DI STOCCAGGIO DI IDROGENO COMPRESSO

In questa parte sono riportate le prescrizioni relative all'impianto di stoccaggio di idrogeno compresso. L'impianto di stoccaggio dell'idrogeno è costituito dal serbatoio di stoccaggio ad alta pressione e dai dispositivi primari di chiusura per le aperture presenti nel serbatoio ad alta pressione. Nella figura 1 è visibile un tipico impianto di stoccaggio di idrogeno compresso costituito da un serbatoio sotto pressione, tre dispositivi di chiusura e i relativi raccordi. I dispositivi di chiusura comprendono le seguenti funzioni, che possono essere combinate:

- a) limitatore di pressione ad azionamento termico (TPRD);
- b) valvola di ritenuta che impedisce il flusso inverso verso il circuito di rifornimento;
- c) valvola di intercettazione automatica che può chiudersi per impedire il flusso dal serbatoio alla pila a combustibile o al motore a combustione interna. Qualsiasi valvola di intercettazione e qualsiasi limitatore di pressione ad azionamento termico che costituiscono la chiusura primaria del flusso in uscita dal serbatoio di stoccaggio devono essere montati direttamente sul serbatoio o al suo interno. Occorre montare almeno un componente avente funzione di valvola di ritenuta su ciascun serbatoio o all'interno di ciascun serbatoio.

Figura 1

**Impianto tipico di stoccaggio di idrogeno compresso**

Tutti i nuovi impianti di stoccaggio di idrogeno compresso prodotti per l'esercizio a bordo di veicoli stradali devono avere una pressione di esercizio nominale non superiore a 70 MPa e un ciclo di vita non superiore a 15 anni e devono essere in grado di soddisfare le prescrizioni di cui al punto 5.

L'impianto di stoccaggio dell'idrogeno deve soddisfare le prescrizioni per le prove di prestazione di cui al presente punto. Le prescrizioni qualificanti per l'esercizio su strada sono:

- 5.1. prove di verifica dei parametri quantitativi (metriche);
- 5.2. prova di verifica della durabilità delle prestazioni (prove idrauliche sequenziali);
- 5.3. prova di verifica del funzionamento previsto dell'impianto su strada (prove pneumatiche sequenziali);
- 5.4. prova di verifica del sistema di interruzione del funzionamento in caso di incendio;
- 5.5. prova di verifica della durabilità delle prestazioni delle chiusure primarie.

Gli elementi della prova che rientrano in queste prescrizioni concernenti le prestazioni sono riepilogati nella tabella seguente. Le procedure di prova corrispondenti sono specificate nell'allegato 3.

**Panoramica delle prescrizioni concernenti le prestazioni**

5.1.	prove di verifica dei parametri quantitativi (metriche);
5.1.1.	Pressione di scoppio iniziale di riferimento
5.1.2.	Durata del ciclo di pressione iniziale di riferimento

5.2.	Prova di verifica della durabilità delle prestazioni (prove idrauliche sequenziali)
5.2.1.	Prova della pressione di collaudo
5.2.2.	Prova di caduta (urto)
5.2.3.	Danneggiamento superficiale
5.2.4.	Prova di resistenza all'esposizione chimica e prova dei cicli di pressione a temperatura ambiente
5.2.5.	Prova di pressione statica ad alta temperatura
5.2.6.	Cicli di pressione a temperatura estrema
5.2.7.	Prova della pressione di collaudo residua
5.2.8.	Prova della resistenza residua allo scoppio
5.3.	Prova di verifica delle prestazioni previste su strada (prove pneumatiche sequenziali)
5.3.1.	Prova della pressione di collaudo
5.3.2.	Prova (pneumatica) dei cicli di pressione del gas a temperatura ambiente e a temperatura estrema
5.3.3.	Prova (pneumatica) di permeazione/tenuta alla pressione statica del gas a temperatura estrema
5.3.4.	Prova della pressione di collaudo residua
5.3.5.	Prova (idraulica) di resistenza residua allo scoppio
5.4.	Prova di verifica dell'interruzione del funzionamento in caso di incendio
5.5.	Prescrizioni relative ai dispositivi primari di chiusura

5.1. prove di verifica dei parametri quantitativi (metriche);

5.1.1. Pressione di scoppio iniziale di riferimento

Tre (3) serbatoi vengono sottoposti a pressione idraulica fino al loro scoppio (cfr. procedura di prova di cui all'allegato 3, punto 2.1). Il costruttore deve fornire la documentazione (misurazioni e analisi statistiche) che stabilisca la pressione di scoppio del punto medio per i serbatoi di stoccaggio nuovi,  $BP_0$ .

Tutti i serbatoi sottoposti a prova devono presentare una pressione di scoppio compresa tra  $\pm 10$  % della  $BP_0$  e non inferiore alla pressione di scoppio minima ( $BP_{min}$ ) pari al 225 % della pressione di esercizio nominale (NWP).

Inoltre, i serbatoi aventi come materiale componente primario un materiale composito di fibra di vetro devono presentare una pressione di scoppio minima superiore al 350 % della NWP.

5.1.2. Durata del ciclo di pressione iniziale di riferimento

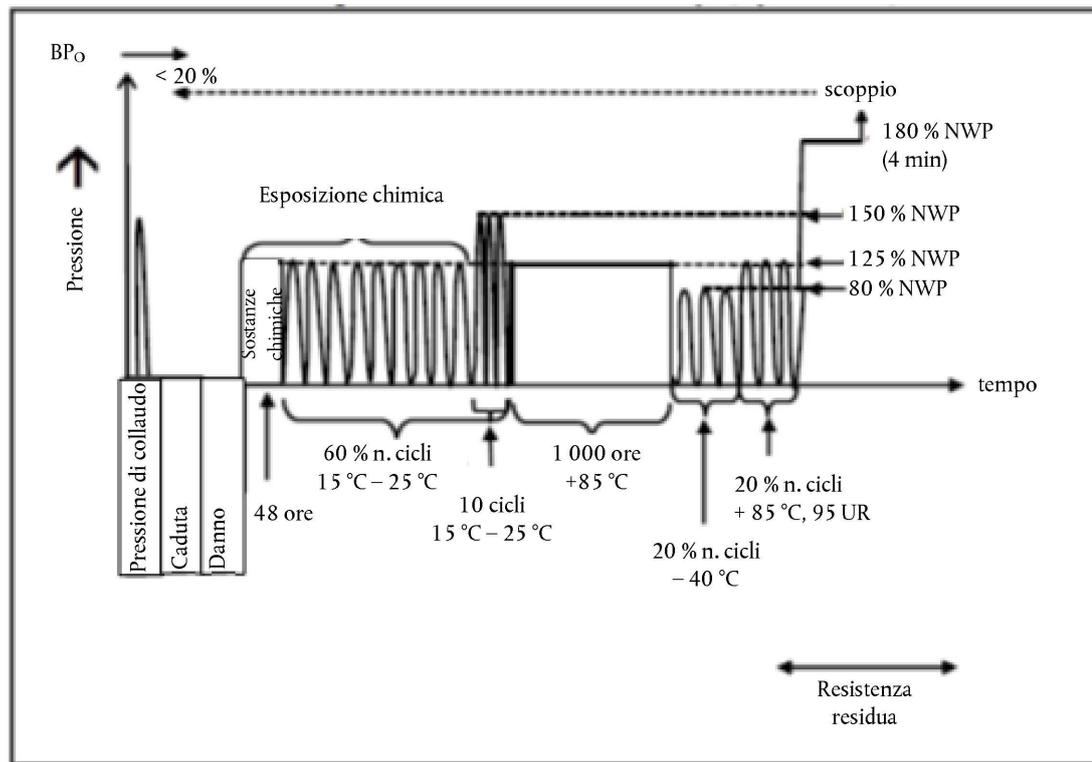
Tre (3) serbatoi devono essere sottoposti a cicli idraulici di pressione a una temperatura ambiente di  $20 (\pm 5)^\circ C$  e fino al 125 % della NWP (+ 2/- 0 MPa) senza presentare rotture per 22 000 cicli o fino a quando non si verifica una perdita (cfr. procedura di prova di cui all'allegato 3, punto 2.2). Non si devono verificare perdite entro 11 000 cicli per un ciclo di vita di 15 anni.

5.2. Prove di verifica della durabilità delle prestazioni (prove idrauliche sequenziali)

Se tutte e tre le misurazioni del ciclo di vita in relazione alla pressione effettuate ai sensi del punto 5.1.2 sono superiori a 11 000 cicli o se rientrano tutte entro un intervallo pari a  $\pm 25$  % l'una rispetto all'altra, allora viene sottoposto a prova un (1) unico serbatoio ai sensi del punto 5.2. Altrimenti occorre sottoporre a prova tre (3) serbatoi ai sensi del punto 5.2.

I serbatoi di stoccaggio dell'idrogeno non devono presentare perdite durante la seguente sequenza di prove effettuate in serie su un unico impianto e illustrate nella figura 2. Le specifiche delle procedure di prova applicabili per l'impianto di stoccaggio dell'idrogeno sono riportate nell'allegato 3, punto 3.

Figura 2

**Prova (idraulica) di verifica della durabilità delle prestazioni**

## 5.2.1. Prova della pressione di collaudo

Un serbatoio di stoccaggio viene pressurizzato al 150 % della NWP (+ 2/- 0 MPa) per almeno 30 secondi (cfr. procedura di prova di cui all'allegato 3, punto 3.1).

## 5.2.2. Prova di caduta (urto)

Il serbatoio di stoccaggio viene lasciato cadere secondo numerosi angoli d'impatto (cfr. procedura di prova di cui all'allegato 3, punto 3.2).

## 5.2.3. Prova di danneggiamento superficiale

Il serbatoio di stoccaggio viene sottoposto a danneggiamento superficiale (cfr. procedura di prova di cui all'allegato 3, punto 3.3).

## 5.2.4. Prova di resistenza all'esposizione chimica e prova dei cicli di pressione a temperatura ambiente

Il serbatoio di stoccaggio è esposto a sostanze chimiche rilevate nell'ambiente stradale e sottoposto a cicli di pressione al 125 % della NWP (+ 2/- 0 MPa) a una temperatura di 20 ( $\pm$  5) °C per il 60 % del numero di cicli di pressione (cfr. procedura di prova di cui all'allegato 3, punto 3.4). L'esposizione chimica viene interrotta prima degli ultimi 10 cicli, che vengono condotti al 150 % della NWP (+ 2/- 0 MPa).

## 5.2.5. Prova di pressione statica ad alta temperatura

Il serbatoio di stoccaggio viene pressurizzato al 125 % della NWP (+ 2/- 0 MPa) a  $\geq$ 85 °C per almeno 1 000 ore (cfr. procedura di prova di cui all'allegato 3, punto 3.5).

## 5.2.6. Cicli di pressione a temperatura estrema

Il serbatoio di stoccaggio viene sottoposto a cicli di pressione a  $\leq$  -40 °C all'80 % della NWP (+ 2/- 0 MPa) per il 20 % del numero di cicli e a +85 °C e 95 ( $\pm$  2) % dell'umidità relativa al 125 % della NWP (+ 2/- 0 MPa) per il 20 % del numero di cicli (cfr. procedura di prova di cui all'allegato 3, punto 2.2).

5.2.7. Prova idraulica di pressione residua Il serbatoio di stoccaggio viene pressurizzato al 180 % della NWP (+ 2/- 0 MPa) per almeno 4 minuti senza che si verifichino scoppi (cfr. procedura di prova di cui all'allegato 3, punto 3.1).

5.2.8. Prova di resistenza residua allo scoppio

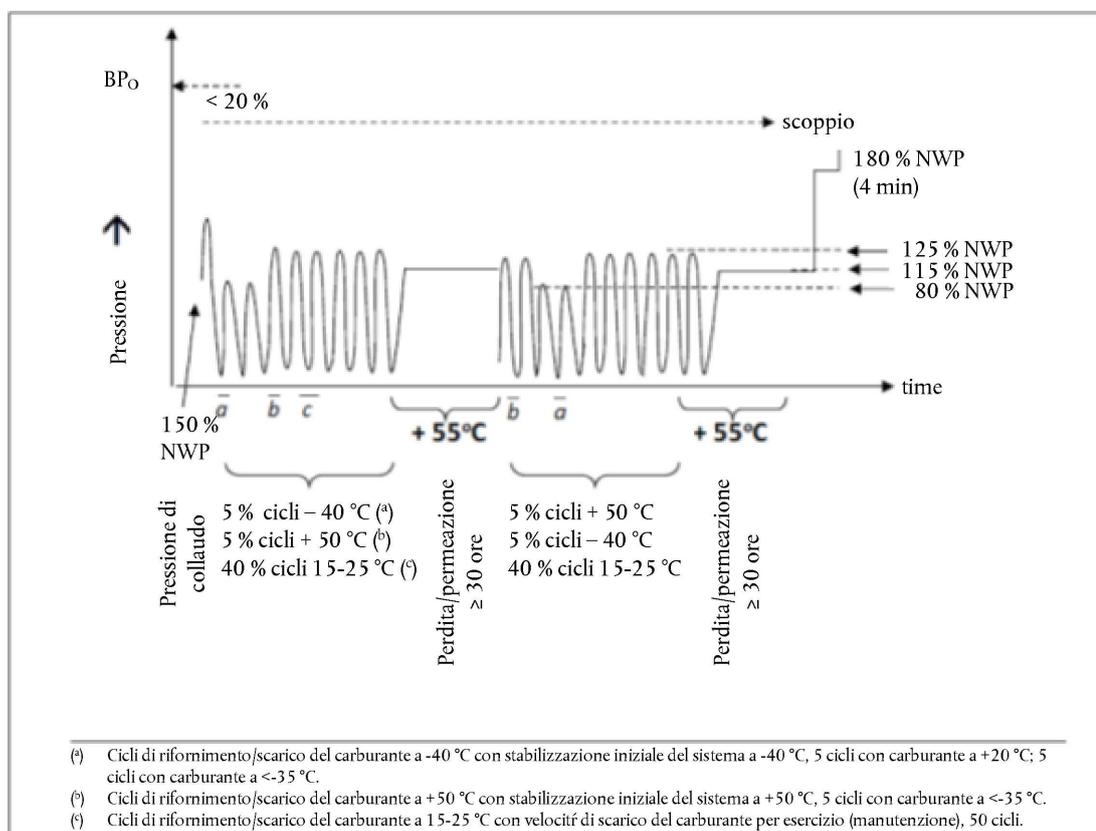
Il serbatoio di stoccaggio viene sottoposto a una prova idraulica di scoppio per verificare che la pressione di scoppio sia almeno pari all'80 % della pressione di scoppio iniziale di riferimento ( $BP_O$ ) determinata al punto 5.1.1 (cfr. procedura di prova di cui all'allegato 3, punto 2.1).

5.3. Prova di verifica delle prestazioni previste su strada (prove pneumatiche sequenziali)

L'impianto di stoccaggio dell'idrogeno non deve presentare perdite durante la seguente sequenza di prove illustrata nella figura 3. Le specifiche delle procedure di prova applicabili per l'impianto di stoccaggio dell'idrogeno sono riportate nell'allegato 3.

Figura 3

### Prova (pneumatica/idraulica) di verifica delle prestazioni previste su strada



5.3.1. Prova della pressione di collaudo

L'impianto viene pressurizzato al 150 % della NWP (+ 2/- 0 MPa) per almeno 30 secondi (cfr. procedura di prova di cui all'allegato 3, punto 3.1). I serbatoi di stoccaggio che sono stati sottoposti alla prova della pressione di collaudo in fase di produzione possono essere esentati dalla presente prova.

5.3.2. Prova dei cicli di pressione del gas a temperatura ambiente e a temperatura estrema

L'impianto viene sottoposto a 500 cicli di pressione con idrogeno gassoso (cfr. procedura di prova di cui all'allegato 3, punto 4.1).

a) I cicli di pressione sono suddivisi in due gruppi: una metà dei cicli (250) viene eseguita prima dell'esposizione alla pressione statica (punto 5.3.3), mentre la metà restante dei cicli (250) viene eseguita dopo l'esposizione iniziale alla pressione statica (punto 5.3.3), come illustrato nella figura 3.

b) Per il primo gruppo di cicli di pressione, 25 cicli sono eseguiti all'80 % della NWP (+ 2/- 0 MPa) a  $\leq -40$  °C, quindi vengono effettuati 25 cicli al 125 % della NWP (+ 2/- 0 MPa) a  $\geq +50$  °C e 95 ( $\pm 2$ ) % di umidità relativa, mentre i restanti 200 cicli vengono eseguiti al 125 % della NWP (+ 2/- 0 MPa) a 20 ( $\pm 5$ )°C.

Per il secondo gruppo di cicli di pressione, 25 cicli sono eseguiti al 125 % della NWP (+ 2/- 0 MPa) a  $\geq +50$  °C e 95 ( $\pm 2$ ) % di umidità relativa, quindi si effettuano 25 cicli all'80 % della NWP (+ 2/- 0 MPa) a  $\leq -40$  °C e i restanti 200 cicli al 125 % della NWP (+ 2/- 0 MPa) a 20 ( $\pm 5$ ) °C.

c) La temperatura dell'idrogeno gassoso usato come carburante è pari a  $\leq -40$  °C.

d) Durante il primo gruppo di 250 cicli di pressione, vengono effettuati cinque cicli con il carburante alla temperatura di + 20 ( $\pm 5$ ) °C dopo la stabilizzazione della temperatura dell'impianto a  $\leq -40$  °C; cinque cicli vengono eseguiti con il carburante alla temperatura di  $\leq -40$  °C e altri cinque cicli con il carburante alla temperatura di  $\leq -40$  °C, dopo la stabilizzazione della temperatura dell'impianto a  $\geq +50$  °C e al 95 % di umidità relativa.

e) Vengono eseguiti cinquanta cicli di pressione con una quantità del carburante superiore o uguale a quella utilizzata per la manutenzione.

### 5.3.3. Prova di permeazione/tenuta alla pressione statica a temperatura estrema

a) La prova viene effettuata dopo ogni gruppo di 250 cicli pneumatici di pressione di cui al punto 5.3.2.

b) Lo scarico massimo consentito di idrogeno dall'impianto di stoccaggio di idrogeno compresso è di 46 ml/h/l di capacità d'acqua dell'impianto di stoccaggio (cfr. procedura di prova di cui all'allegato 3, punto 4.2).

c) Se la velocità di permeazione misurata è superiore a 0,005 mg/sec (3,6 Nml/min), viene effettuata una prova di tenuta localizzata per garantire che nessun punto di perdita esterna localizzata sia superiore a 0,005 mg/sec (3,6 Nml/min) (cfr. procedura di prova di cui all'allegato 3, punto 4.3).

### 5.3.4. Prova (idraulica) della pressione di collaudo residua

Il serbatoio di stoccaggio viene pressurizzato al 180 % della NWP (+ 2/- 0 MPa) per almeno 4 minuti senza che si verifichino scoppi (cfr. procedura di prova di cui all'allegato 3, punto 3.1).

### 5.3.5. Prova (idraulica) di resistenza residua allo scoppio

Il serbatoio di stoccaggio viene sottoposto a uno scoppio idraulico per verificare che la pressione di scoppio sia almeno pari all'80 % della pressione di scoppio iniziale di riferimento ( $BP_0$ ) determinata al punto 5.1.1 (cfr. procedura di prova di cui all'allegato 3, punto 2.1).

### 5.4. Prova di verifica dell'interruzione del funzionamento in caso di incendio

Questa sezione descrive la prova di esposizione al fuoco con idrogeno compresso come gas di prova. Come gas di prova alternativo è possibile utilizzare aria compressa.

L'impianto di stoccaggio dell'idrogeno viene pressurizzato alla NWP ed esposto al fuoco (procedura di prova di cui all'allegato 3, punto 5.1). Un limitatore di pressione attivato dalla temperatura deve rilasciare in maniera controllata i gas contenuti, senza che si verifichino rotture.

### 5.5. Prescrizioni relative ai dispositivi primari di chiusura

I dispositivi primari di chiusura che isolano l'impianto di stoccaggio dell'idrogeno ad alta pressione, ossia il limitatore di pressione ad azionamento termico, la valvola di ritenuta e la valvola di intercettazione, illustrati nella figura 1, devono essere sottoposti a prova e omologati conformemente alla parte II del presente regolamento e prodotti in conformità con il tipo approvato.

La ripetizione della prova dell'impianto di stoccaggio non è necessaria se sono disponibili dispositivi di chiusura alternativi che abbiano funzione, accessori, materiali, resistenza e dimensioni comparabili e soddisfino la condizione di cui sopra. In caso di modifica dell'hardware del limitatore di pressione ad azionamento termico, della sua posizione di montaggio o delle linee di ventilazione, tuttavia, è necessaria una nuova prova di esposizione al fuoco conformemente al punto 5.4.

## 5.6. Etichettatura

Su ogni serbatoio deve essere apposta in maniera permanente un'etichetta recante quanto meno le seguenti informazioni: nome del costruttore, numero di serie, data di fabbricazione, pressione massima di rifornimento, pressione di esercizio nominale, tipo di combustibile (ad esempio «CHG» per l'idrogeno gassoso) e data di messa fuori servizio. Ogni serbatoio deve inoltre essere contrassegnato con il numero di cicli utilizzati nel programma di prove conformemente al punto 5.1.2. Qualsiasi etichetta apposta sul serbatoio in conformità con il presente punto deve rimanere in posizione ed essere leggibile per l'intera durata del ciclo di vita raccomandato dal costruttore per il serbatoio.

La data di messa fuori servizio non deve essere successiva di oltre 15 anni alla data di produzione.

## 6. PARTE II – SPECIFICHE DEI COMPONENTI SPECIFICI PER L'IMPIANTO DI STOCCAGGIO DI IDROGENO COMPRESSO

## 6.1. Prescrizioni relative ai limitatori di pressione ad azionamento termico

I limitatori di pressione ad azionamento termico devono soddisfare le seguenti prescrizioni concernenti le prestazioni:

- a) prova dei cicli di pressione (allegato 4, punto 1.1);
- b) prova di invecchiamento accelerato (allegato 4, punto 1.2);
- c) prova dei cicli di temperatura (allegato 4, punto 1.3);
- d) prova di resistenza alla corrosione salina (allegato 4, punto 1.4);
- e) prova nell'ambiente del veicolo (allegato 4, punto 1.5);
- f) prova di tensocorrosione (allegato 4, punto 1.6);
- g) prova di caduta e di vibrazione (allegato 4, punto 1.7);
- h) prova di tenuta (allegato 4, punto 1.8);
- i) prova di attivazione al banco (allegato 4, punto 1.9);
- j) prova di portata (allegato 4, punto 1.10).

## 6.2. Prescrizioni relative alle valvole di ritenuta e alle valvole di intercettazione automatiche

Le valvole di ritenuta e le valvole di intercettazione automatiche devono soddisfare le seguenti prescrizioni concernenti le prestazioni:

- a) prova di resistenza idrostatica (allegato 4, punto 2.1);
- b) prova di tenuta (allegato 4, punto 2.2);
- c) prova dei cicli di pressione a temperatura estrema (allegato 4, punto 2.3);
- d) prova di resistenza alla corrosione salina (allegato 4, punto 2.4);
- e) prova nell'ambiente del veicolo (allegato 4, punto 2.5);
- f) prova di corrosione atmosferica (allegato 4, punto 2.6);
- g) prove elettriche (allegato 4, punto 2.7);
- h) prova di vibrazione (allegato 4, punto 2.8);
- i) prova di tensocorrosione (allegato 4, punto 2.9);
- j) prova di esposizione all'idrogeno preraffreddato (allegato 4, punto 2.10).

## 6.3. Tutti i componenti aventi funzione di dispositivi primari di chiusura devono recare in maniera chiaramente leggibile e indelebile almeno le seguenti informazioni: pressione massima di rifornimento e tipo di combustibile (ad esempio «CHG» per l'idrogeno gassoso).

7. PARTE III – SPECIFICHE DEGLI IMPIANTI DI ALIMENTAZIONE DEL CARBURANTE DEI VEICOLI CHE COMPREDONO L'IMPIANTO DI STOCCAGGIO DI IDROGENO COMPRESSO

In questa parte sono riportate le prescrizioni per l'impianto di alimentazione del carburante del veicolo, che comprende l'impianto di stoccaggio di idrogeno compresso, le tubazioni, i giunti e i componenti nei quali è presente l'idrogeno. L'impianto di stoccaggio dell'idrogeno facente parte dell'impianto di alimentazione del carburante del veicolo deve essere sottoposto a prova e omologato conformemente alla parte I del presente regolamento e prodotto in conformità con il tipo omologato.

7.1. Prescrizioni relative all'impianto di alimentazione del carburante in uso

7.1.1. Dispositivo di rifornimento

7.1.1.1. Un dispositivo di rifornimento per idrogeno compresso deve impedire il flusso inverso nell'atmosfera. La prova consiste in un'ispezione visiva.

7.1.1.2. Etichetta del dispositivo di rifornimento: occorre apporre un'etichetta in prossimità del dispositivo di rifornimento; ad esempio all'interno dello sportellino per il rifornimento, recante le seguenti informazioni: tipo di carburante (ad esempio «CHG» per idrogeno gassoso), pressione massima di rifornimento, pressione di esercizio nominale, data di messa fuori servizio dei serbatoi.

7.1.1.3. Il dispositivo di rifornimento deve essere montato sul veicolo per garantire il bloccaggio positivo del mandrino di rifornimento. Il dispositivo deve essere protetto dalle manomissioni e dall'ingresso di sporcizia e acqua (ad esempio installato in un compartimento che possa essere bloccato). La prova consiste in un'ispezione visiva.

7.1.1.4. Il dispositivo di rifornimento non deve essere montato all'interno di elementi esterni di assorbimento dell'energia del veicolo (ad esempio il paraurti) o nell'abitacolo, nel vano bagagli e in altri luoghi in cui potrebbe accumularsi idrogeno gassoso e dove la ventilazione non è sufficiente. La prova consiste in un'ispezione visiva.

7.1.2. Protezione dalla sovrappressione per il sistema a bassa pressione (cfr. procedura di prova di cui all'allegato 5, punto 6)

L'impianto a idrogeno a valle di un regolatore di pressione deve essere protetto dalla sovrappressione dovuta all'eventuale guasto del regolatore di pressione. La pressione impostata sul limitatore di pressione non deve essere superiore alla pressione di esercizio massima autorizzata per la sezione corrispondente dell'impianto a idrogeno.

7.1.3. Sistemi di scarico dell'idrogeno

7.1.3.1. Sistemi di sfiato della pressione (cfr. procedura di prova di cui all'allegato 5, punto 6)

a) Limitatori di pressione ad azionamento termico dell'impianto di stoccaggio. L'uscita del condotto di sfiato, se presente, per lo scarico dell'idrogeno gassoso dal limitatore o dai limitatori di pressione ad azionamento termico dell'impianto di stoccaggio deve essere protetta con un tappo.

b) Limitatori di pressione ad azionamento termico dell'impianto di stoccaggio. Lo scarico dell'idrogeno gassoso dal limitatore di pressione ad azionamento termico dell'impianto di stoccaggio non deve essere indirizzato:

i) all'interno di spazi chiusi o semichiusi;

ii) all'interno di un passaruota del veicolo o verso di esso;

iii) verso serbatoi di idrogeno gassoso;

iv) frontalmente in uscita dal veicolo oppure orizzontalmente (parallelamente alla strada) dal retro o dai lati del veicolo.

c) Altri limitatori di pressione (ad esempio un disco di rottura) possono essere utilizzati esternamente all'impianto di stoccaggio dell'idrogeno. Lo scarico dell'idrogeno gassoso da altri limitatori di pressione non deve essere indirizzato:

i) verso terminali elettrici esposti, commutatori elettrici esposti o altre sorgenti di ignizione;

ii) all'interno dell'abitacolo o del vano bagagli o verso di essi;

iii) all'interno di un passaruota del veicolo o verso di esso;

iv) verso i serbatoi dell'idrogeno gassoso.

7.1.3.2. Sistema di scarico del veicolo (cfr. procedura di prova di cui all'allegato 5, punto 4)

Presso il punto di scarico del sistema di scarico del veicolo il livello di concentrazione dell'idrogeno:

- a) non deve superare in media il 4 % del volume durante ogni intervallo di tempo di tre secondi in movimento durante il normale funzionamento, avvio e spegnimento inclusi;
- b) non deve superare l'8 % in qualsiasi momento (cfr. procedura di prova di cui all'allegato 5, punto 4).

7.1.4. Protezione da condizioni di infiammabilità: singole condizioni di guasto

7.1.4.1. Perdite e/o permeazione di idrogeno dall'impianto di stoccaggio non devono entrare direttamente nell'abitacolo o nel vano bagagli, né in spazi chiusi o semichiusi all'interno del veicolo che contengano fonti di ignizione non protette.

7.1.4.2. Un eventuale guasto singolo a valle della valvola principale di intercettazione dell'idrogeno non deve comportare l'accumulo di livelli di concentrazione di idrogeno nell'abitacolo, conformemente alla procedura di prova di cui all'allegato 5, punto 3.2.

7.1.4.3. Se, durante il funzionamento, un guasto singolo provoca una concentrazione di idrogeno superiore al 3,0 % del volume dell'aria presente negli spazi chiusi o semichiusi del veicolo, deve scattare un avvertimento (punto 7.1.6). Se la concentrazione di idrogeno supera il 4,0 % del volume dell'aria presente negli spazi chiusi o semichiusi del veicolo, la valvola principale di intercettazione deve essere chiusa per isolare l'impianto di stoccaggio (cfr. procedura di prova di cui all'allegato 5, punto 3).

7.1.5. Perdita dall'impianto di alimentazione del carburante

Il circuito di rifornimento dell'idrogeno (tubazioni, giunti ecc.) a valle della valvola o delle valvole principali di intercettazione dell'impianto a pile a combustibile o del motore non deve presentare perdite. La conformità deve essere verificata alla pressione di esercizio nominale (cfr. procedura di prova di cui all'allegato 5, punto 5).

7.1.6. Avvertimento al conducente tramite spia di segnalazione

L'avvertimento deve essere dato mediante un segnale visivo o la visualizzazione di un testo che sia:

- a) visibile al conducente mentre questi si trova nella posizione di guida designata del conducente con la cintura di sicurezza allacciata;
- b) di colore giallo se il sistema di rilevamento non funziona correttamente (ad es. disconnessione del circuito, cortocircuito, guasto del sensore); di colore rosso in conformità al punto 7.1.4.3;
- c) se illuminato, deve essere visibile al conducente in condizioni di guida tanto diurne quanto notturne;
- d) deve rimanere illuminato in presenza di una concentrazione pari al 3 % o in caso di cattivo funzionamento del sistema di rilevamento e quando il sistema di blocchetto di avviamento è in posizione «On» («acceso») o il sistema di propulsione è attivato.

7.2. Integrità dell'impianto di alimentazione del carburante in seguito a un urto

L'impianto di alimentazione del veicolo deve soddisfare le seguenti prescrizioni dopo le prove d'urto del veicolo in conformità ai regolamenti indicati in appresso, con applicazione anche delle procedure di prova di cui all'allegato 5 del presente regolamento.

- a) Prova d'urto frontale conformemente al regolamento n. 12 o al regolamento n. 94.
- b) Prova d'urto laterale conformemente al regolamento n. 95.

Nel caso in cui una o entrambe le prove d'urto sopra specificate non siano applicabili al veicolo, l'impianto di alimentazione del carburante del veicolo deve invece essere sottoposto alle pertinenti accelerazioni alternative indicate in appresso e l'impianto di stoccaggio dell'idrogeno deve essere montato in una posizione tale da soddisfare le prescrizioni di cui al punto 7.2.4. Le accelerazioni devono essere misurate sul punto di montaggio dell'impianto di stoccaggio dell'idrogeno. L'impianto di alimentazione del carburante del veicolo deve essere montato e fissato sulla parte rappresentativa del veicolo. La massa utilizzata deve essere rappresentativa di un serbatoio o di un insieme di serbatoi pieni e completamente attrezzati.

Accelerazioni per i veicoli delle categorie M<sub>1</sub> e N<sub>1</sub>:

- a) 20 g nella direzione di marcia (in avanti e all'indietro);
- b) 8 g orizzontalmente, in senso perpendicolare alla direzione di marcia (verso sinistra e verso destra).

Accelerazioni per i veicoli delle categorie M<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>:

- a) 10 g nella direzione di marcia (in avanti e all'indietro);
- b) 5 g orizzontalmente, in senso perpendicolare alla direzione di marcia (verso sinistra e verso destra).

Accelerazioni per i veicoli delle categorie M<sub>3</sub> e N<sub>3</sub>:

- a) 6,6 g nella direzione di marcia (in avanti e all'indietro);
- b) 5 g orizzontalmente, in senso perpendicolare alla direzione di marcia (verso sinistra e verso destra).

#### 7.2.1. Limite per le perdite di carburante

La portata volumetrica delle perdite di idrogeno gassoso non deve superare una media di 118 Nl al minuto per l'intervallo di tempo,  $\Delta t$ , come stabilito conformemente all'allegato 5, punto 1.1 o 1.2.

#### 7.2.2. Limite di concentrazione in spazi chiusi

Le perdite di idrogeno gassoso non devono comportare una concentrazione di idrogeno nell'aria superiore al 4,0 % del volume dell'abitacolo e del vano bagagli (procedure di prova di cui all'allegato 5, punto 2). Tale prescrizione si considera soddisfatta se viene confermato che la valvola di intercettazione dell'impianto di stoccaggio si è chiusa entro 5 secondi dall'urto e non vi sono state perdite dall'impianto di stoccaggio.

#### 7.2.3. Spostamento dei serbatoi

Il serbatoio o i serbatoi di stoccaggio devono rimanere fissati al veicolo quanto meno su un punto di fissaggio.

#### 7.2.4. Prescrizioni supplementari per il montaggio

##### 7.2.4.1. Prescrizioni per il montaggio di impianti di stoccaggio dell'idrogeno non sottoposti a prova d'urto frontale

Il serbatoio deve essere montato in posizione posteriore a un piano verticale perpendicolare all'asse centrale del veicolo, situata 420 mm all'indietro rispetto al bordo anteriore del veicolo.

##### 7.2.4.2. Prescrizioni per il montaggio di impianti di stoccaggio dell'idrogeno non sottoposti a prova d'urto laterale

Il serbatoio deve essere montato tra i due piani verticali paralleli all'asse centrale del veicolo, 200 mm all'interno rispetto al bordo più esterno del veicolo in prossimità del suo serbatoio o dei suoi serbatoi.

### 8. MODIFICHE ED ESTENSIONI DELL'OMOLOGAZIONE

8.1. Qualsiasi modifica di un tipo esistente di veicolo o di impianto di stoccaggio dell'idrogeno o di componente specifico per impianti di stoccaggio dell'idrogeno deve essere notificata all'autorità di omologazione che ha omologato tale tipo. Detta autorità deve quindi:

- a) decidere, in consultazione con il costruttore, a favore della concessione di una nuova omologazione; oppure
- b) applicare la procedura di cui al punto 8.1.1 (revisione) e, se del caso, la procedura di cui al punto 8.1.2 (estensione).

#### 8.1.1. Revisione

In caso di variazione delle informazioni registrate nelle schede informative di cui all'allegato 1 e qualora l'autorità di omologazione ritenga improbabile che le modifiche apportate abbiano effetti negativi di rilievo, per cui il veicolo/l'impianto di stoccaggio dell'idrogeno/il componente specifico soddisfa ancora le prescrizioni, la modifica deve essere designata come «revisione».

In tale caso l'autorità di omologazione rilascia, se necessario, le pagine modificate delle schede informative dell'allegato 1, contrassegnando ciascuna pagina modificata in modo che risulti chiaramente la natura della modifica e la data del nuovo rilascio. Tale prescrizione si considera soddisfatta in presenza di una versione consolidata e aggiornata delle schede informative di cui all'allegato 1, accompagnata da una descrizione dettagliata della modifica.

#### 8.1.2. Estensione

La modifica va designata come «estensione» se, oltre alla variazione delle informazioni registrate nel fascicolo informativo,

- a) sono necessarie ulteriori ispezioni o prove; oppure
- b) sono state modificate informazioni sul documento di notifica (ad eccezione dei suoi allegati); oppure
- c) è necessaria l'omologazione conformemente a una serie successiva di modifiche dopo la sua entrata in vigore.

8.2. La comunicazione della conferma o del rifiuto dell'omologazione alle parti contraenti dell'accordo che applicano il presente regolamento, con l'indicazione delle modifiche, deve avvenire secondo la procedura di cui al punto 4.3. L'indice delle schede informative e dei verbali di prova allegati al documento di notifica di cui all'allegato 1 deve inoltre essere modificato di conseguenza, in maniera da indicare la data della revisione o dell'estensione più recente.

8.3. L'autorità di omologazione che rilascia l'estensione dell'omologazione deve assegnare un numero di serie a ciascuna scheda di notifica redatta per tale estensione.

### 9. CONFORMITÀ DELLA PRODUZIONE

Le procedure relative alla conformità della produzione devono rispettare le disposizioni generali di cui all'appendice 2 dell'accordo (E/ECE/324-E/ECE/TRANS/505/Rev.2) e, quanto meno, soddisfare le prescrizioni riportate in appresso.

9.1. Un veicolo, un impianto di stoccaggio dell'idrogeno o un componente omologato a norma del presente regolamento deve essere fabbricato in maniera tale da risultare conforme al tipo omologato nel rispetto delle prescrizioni corrispondenti di cui ai punti da 5 a 7.

9.2. L'autorità di omologazione che ha concesso l'omologazione deve poter verificare in ogni momento la conformità dei metodi di controllo applicabili a ciascuna unità produttiva. La frequenza normale di tali ispezioni è di una ogni due anni.

9.3. Nel caso degli impianti di stoccaggio di idrogeno compresso, il controllo della produzione dei serbatoi deve soddisfare le prescrizioni aggiuntive riportate in appresso.

9.3.1. Ogni serbatoio deve essere sottoposto a prova conformemente al punto 5.2.1 del presente regolamento. La pressione di prova è pari a  $\geq 150$  % della pressione di esercizio nominale.

#### 9.3.2. Prove per lotti

In ogni caso, per ciascun lotto, che non deve superare 200 anime o bombole finite (escluse le bombole e le anime destinate a prove distruttive) o il numero di bombole/anime prodotte in un turno di produzione, se questo numero è maggiore di 200, deve essere sottoposto alla prova di rottura di cui al punto 9.3.2.1 almeno un serbatoio. Inoltre, almeno un serbatoio deve essere sottoposto alla prova dei cicli di pressione di cui al punto 9.3.2.2.

##### 9.3.2.1. Prova di rottura nell'ambito delle prove per lotti

Tale prova deve essere effettuata conformemente al punto 2.1 (prova di rottura sotto pressione idrostatica) dell'allegato 3. La pressione di rottura necessaria deve essere almeno pari a  $BP_{min}$ , mentre la pressione di scoppio media registrata nelle ultime dieci prove deve essere uguale o superiore a  $BP_0 - 10$  %.

##### 9.3.2.2. Prova dei cicli di pressione a temperatura ambiente nell'ambito delle prove per lotti

Tale prova deve essere effettuata conformemente al punto 2.2, lettere da a) a c) (prova dei cicli sotto pressione idrostatica) dell'allegato 3, con la differenza che le prescrizioni relative alla temperatura del fluido per il rifornimento e alla pellicola del serbatoio, nonché la prescrizione riguardante l'umidità relativa, non si applicano. La bombola deve essere sottoposta a cicli di pressione applicando pressioni idrostatiche di  $\geq 125$  % della pressione di esercizio nominale, fino a 22 000 cicli in caso di assenza di perdite o fino a quando si riscontra una perdita. Per il ciclo di vita di 15 anni, la bombola non deve perdere o rompersi durante i primi 11 000 cicli.

### 9.3.2.3. Disposizioni in materia di rilassamento

Durante la prova dei cicli di pressione a temperatura ambiente nel contesto delle prove per lotti, le bombole finite devono essere sottoposte a cicli di pressione con una frequenza di campionamento definita come segue.

- 9.3.2.3.1. Occorre sottoporre a cicli di pressione una bombola per ciascun lotto con 11 000 cicli per il ciclo di vita di 15 anni.
- 9.3.2.3.2. Su 10 lotti di produzione sequenziali che presentano la medesima costruzione, se nessuna delle bombole sottoposte a cicli di pressione mostra perdite o si rompe in meno di 11 000 cicli  $\times$  1,5 per il ciclo di vita di 15 anni, allora la prova dei cicli di pressione può essere ridotta a una bombola ogni 5 lotti di produzione.
- 9.3.2.3.3. Su 10 lotti di produzione sequenziali che presentano la medesima costruzione, se nessuna delle bombole sottoposte a cicli di pressione mostra perdite o si rompe in meno di 11 000 cicli  $\times$  2,0 per il ciclo di vita di 15 anni, allora la prova dei cicli di pressione può essere ridotta a una bombola ogni 10 lotti di produzione.
- 9.3.2.3.4. Se sono trascorsi più di 6 mesi dall'ultimo lotto di produzione, la frequenza di campionamento per il lotto di produzione successivo deve essere quella indicata al punto 9.3.2.3.2 o 9.3.2.3.3.
- 9.3.2.3.5. Se una bombola sottoposta a prova con la frequenza di campionamento di cui al punto 9.3.2.3.2 o 9.3.2.3.3 non riesce a sostenere il numero richiesto di cicli di pressione, è necessario ripetere la prova dei cicli di pressione con la frequenza di campionamento di cui al punto 9.3.2.3.1 per almeno 10 lotti di produzione. Per le prove successive, la frequenza di campionamento deve essere quella indicata al punto 9.3.2.3.2 o 9.3.2.3.3.
- 9.3.2.3.6. Se una bombola sottoposta a prova con la frequenza di campionamento di cui al punto 9.3.2.3.1, 9.3.2.3.2 o 9.3.2.3.3 non riesce a soddisfare la prescrizione minima relativa al numero di cicli di pressione (11 000 cicli), occorre determinare e correggere la causa del mancato rispetto della prescrizione seguendo le procedure di cui al punto 9.3.2.3.7.

La prova dei cicli di pressione deve quindi essere ripetuta su tre bombole ulteriori prelevate da tale lotto. Se una di queste tre bombole ulteriori non dovesse soddisfare la prescrizione minima relativa al numero di cicli di pressione (11 000 cicli), tutte le bombole di tale lotto devono essere scartate.

- 9.3.2.3.7. In caso di non conformità alle prescrizioni di prova, occorre ripetere le prove oppure effettuare il trattamento termico con relativa ripetizione delle prove come segue:
  - a) deve essere effettuata un'ulteriore prova se è dimostrato che è stato commesso un errore di esecuzione della prova oppure un errore di misurazione. Se il risultato di questa ulteriore prova è soddisfacente, non si tiene conto della prima prova;
  - b) se la prova è stata effettuata in modo soddisfacente, si deve individuare la causa del mancato superamento della stessa.

Tutte le bombole che non soddisfano le prescrizioni devono essere scartate o riparate utilizzando un metodo approvato. Le bombole non scartate vengono quindi considerate come un lotto nuovo.

In ogni caso, il lotto nuovo deve essere sottoposto nuovamente a prova. Devono essere effettuate nuovamente tutte le prove pertinenti per il prototipo o il lotto necessarie per dimostrare l'accettabilità del nuovo lotto. Se una bombola di un lotto non soddisfa una o più prove, tutte le bombole incluse in tale lotto devono essere scartate.

## 10. SANZIONI IN CASO DI NON CONFORMITÀ DELLA PRODUZIONE

- 10.1. L'omologazione rilasciata in relazione a un tipo di veicolo, impianto o componente a norma del presente regolamento può essere revocata se non sono rispettate le prescrizioni di cui al punto 9.
- 10.2. Se una parte contraente revoca un'omologazione da essa in precedenza rilasciata, deve informarne immediatamente le altre parti contraenti che applicano il presente regolamento mediante una scheda di notifica conforme al modello di cui all'allegato 1, parte 2, del presente regolamento.

## 11. CESSAZIONE DEFINITIVA DELLA PRODUZIONE

Il titolare di un'omologazione che cessi completamente la fabbricazione di un tipo di veicolo, impianto o componente omologato a norma del presente regolamento deve informarne l'autorità che ha rilasciato l'omologazione, la quale a sua volta deve informare immediatamente le altre parti contraenti dell'accordo che applicano il presente regolamento mediante una scheda di notifica conforme al modello di cui all'allegato 1, parte 2, del presente regolamento.

12. NOMI E INDIRIZZI DEI SERVIZI TECNICI CHE ESEGUONO LE PROVE DI OMOLOGAZIONE E DELLE AUTORITÀ DI OMOLOGAZIONE

Le parti dell'accordo che applicano il presente regolamento devono comunicare al segretariato delle Nazioni Unite i nomi e gli indirizzi dei servizi tecnici incaricati di eseguire le prove di omologazione nonché delle autorità che rilasciano le omologazioni e alle quali devono essere inviate le schede attestanti il rilascio, l'estensione, il rifiuto o la revoca dell'omologazione.

---

## ALLEGATO 1

## PARTE 1

**Modello - I**

Scheda informativa n. ... relativa all'omologazione di un impianto di stoccaggio dell'idrogeno per quanto riguarda le prestazioni in termini di sicurezza dei veicoli alimentati a idrogeno

Alle seguenti informazioni devono essere accluso, se del caso, un indice. I disegni, in scala appropriata, devono essere sufficientemente dettagliati e in formato A4, oppure essere contenuti in un raccoglitore di formato A4. Eventuali fotografie devono essere sufficientemente dettagliate.

Se gli impianti o i componenti comprendono funzioni controllate elettronicamente, devono essere fornite informazioni sul loro funzionamento.

0. Aspetti generali
  - 0.1. Marca (denominazione commerciale del costruttore): .....
  - 0.2. Tipo: .....
  - 0.2.1. Eventuale/i denominazione/i commerciale/i: .....
  - 0.5. Nome e indirizzo del costruttore: .....
  - 0.8. Nomi e indirizzi degli stabilimenti di montaggio: .....
  - 0.9. Nome e indirizzo dell'eventuale mandatario del costruttore: .....
3. Gruppo motore
  - 3.9. Impianto di stoccaggio dell'idrogeno
    - 3.9.1. Impianto di stoccaggio dell'idrogeno progettato per l'impiego di idrogeno liquido / idrogeno compresso (gassoso) <sup>(1)</sup>
      - 3.9.1.1. Descrizione e disegno dell'impianto di stoccaggio dell'idrogeno: .....
      - 3.9.1.2. Marca o marche: .....
      - 3.9.1.3. Tipo o tipi: .....
    - 3.9.2. Serbatoio o serbatoi:
      - 3.9.2.1. Marca o marche: .....
      - 3.9.2.2. Tipo o tipi: .....
      - 3.9.2.3. Pressione di esercizio massima autorizzata (MAWP): ..... MPa
      - 3.9.2.4. Pressione o pressioni di esercizio nominali: ..... MPa
      - 3.9.2.5. Numero di cicli di riempimento: .....
      - 3.9.2.6. Capacità: ..... litri (acqua)
      - 3.9.2.7. Materiale: .....
      - 3.9.2.8. Descrizione e disegno: .....
    - 3.9.3. Limitatore/i di pressione ad azionamento termico
      - 3.9.3.1. Marca o marche: .....
      - 3.9.3.2. Tipo o tipi: .....

<sup>(1)</sup> Cancellare quanto non pertinente (quando le risposte possibili sono più di una, non è necessario cancellare nulla).

- 3.9.3.3. Pressione di esercizio massima autorizzata (MAWP): ..... MPa
- 3.9.3.4. Pressione di taratura: .....
- 3.9.3.5. Temperatura di taratura: .....
- 3.9.3.6. Capacità di evaporazione: .....
- 3.9.3.7. Temperatura massima di funzionamento normale: ..... °C
- 3.9.3.8. Pressione o pressioni di esercizio nominali: ..... MPa
- 3.9.3.9. Materiale: .....
- 3.9.3.10. Descrizione e disegno: .....
- 3.9.3.11. Numero di omologazione: .....
- 3.9.4. Valvola o valvole di ritenuta:
- 3.9.4.1. Marca o marche: .....
- 3.9.4.2. Tipo o tipi: .....
- 3.9.4.3. Pressione di esercizio massima autorizzata (MAWP): ..... MPa
- 3.9.4.4. Pressione o pressioni di esercizio nominali: ..... MPa
- 3.9.4.5. Materiale: .....
- 3.9.4.6. Descrizione e disegno: .....
- 3.9.4.7. Numero di omologazione: .....
- 3.9.5. Valvola o valvole di intercettazione automatiche
- 3.9.5.1. Marca o marche: .....
- 3.9.5.2. Tipo o tipi: .....
- 3.9.5.3. Pressione di esercizio massima autorizzata (MAWP): ..... MPa
- 3.9.5.4. Pressione o pressioni di esercizio nominali e, se a valle del primo regolatore di pressione, pressione o pressioni di esercizio massime autorizzate: ..... MPa
- 3.9.5.5. Materiale: .....
- 3.9.5.6. Descrizione e disegno: .....
- 3.9.5.7. Numero di omologazione: .....

### Modello - II

Scheda informativa n. ... relativa all'omologazione di un componente specifico per impianti di stoccaggio dell'idrogeno per quanto riguarda le prestazioni in termini di sicurezza dei veicoli alimentati a idrogeno

Alle seguenti informazioni devono essere accluso, se del caso, un indice. I disegni, in scala appropriata, devono essere sufficientemente dettagliati e in formato A4, oppure essere contenuti in un raccoglitore di formato A4. Eventuali fotografie devono essere sufficientemente dettagliate.

Se i componenti sono dotati di comandi elettronici, devono essere comunicate informazioni sul loro funzionamento.

0. Aspetti generali

0.1. Marca (denominazione commerciale del costruttore): .....

- 0.2. Tipo: .....
- 0.2.1. Eventuale/i denominazione/i commerciale/i: .....
- 0.5. Nome e indirizzo del costruttore: .....
- 0.8. Nomi e indirizzi degli stabilimenti di montaggio: .....
- 0.9. Nome e indirizzo dell'eventuale mandatario del costruttore: .....
3. Gruppo motore
- 3.9.3. Limitatore/i di pressione ad azionamento termico
- 3.9.3.1. Marca o marche: .....
- 3.9.3.2. Tipo o tipi: .....
- 3.9.3.3. Pressione di esercizio massima autorizzata (MAWP): ..... MPa
- 3.9.3.4. Pressione di taratura: .....
- 3.9.3.5. Temperatura di taratura: .....
- 3.9.3.6. Capacità di evaporazione: .....
- 3.9.3.7. Temperatura massima di funzionamento normale: ..... °C
- 3.9.3.8. Pressione o pressioni di esercizio nominali: ..... MPa
- 3.9.3.9. Materiale: .....
- 3.9.3.10. Descrizione e disegno: .....
- 3.9.4. Valvola o valvole di ritenuta:
- 3.9.4.1. Marca o marche: .....
- 3.9.4.2. Tipo o tipi: .....
- 3.9.4.3. Pressione di esercizio massima autorizzata (MAWP): ..... MPa
- 3.9.4.4. Pressione o pressioni di esercizio nominali: ..... MPa
- 3.9.4.5. Materiale: .....
- 3.9.4.6. Descrizione e disegno: .....
- 3.9.5. Valvola o valvole di intercettazione automatiche
- 3.9.5.1. Marca o marche: .....
- 3.9.5.2. Tipo o tipi: .....
- 3.9.5.3. Pressione di esercizio massima autorizzata (MAWP): ..... MPa
- 3.9.5.4. Pressione o pressioni di esercizio nominali e, se a valle del primo regolatore di pressione, pressione o pressioni di esercizio massime autorizzate: ..... MPa
- 3.9.5.5. Materiale: .....
- 3.9.5.6. Descrizione e disegno: .....

**Modello - III**

Scheda informativa n. ... relativa all'omologazione di un veicolo per quanto riguarda le prestazioni in termini di sicurezza dei veicoli alimentati a idrogeno

Alle seguenti informazioni devono essere accluso, se del caso, un indice. I disegni, in scala appropriata, devono essere sufficientemente dettagliati e in formato A4, oppure essere contenuti in un raccoglitore di formato A4. Eventuali fotografie devono essere sufficientemente dettagliate.

Se gli impianti o i componenti comprendono funzioni controllate elettronicamente, devono essere fornite informazioni sul loro funzionamento.

0. Aspetti generali
  - 0.1. Marca (denominazione commerciale del costruttore): .....
  - 0.2. Tipo:
    - 0.2.1. Eventuale/i denominazione/i commerciale/i: .....
  - 0.3. Mezzi di identificazione del tipo, se indicati sul veicolo <sup>(2)</sup>: .....
  - 0.3.1. Ubicazione della marcatura: .....
  - 0.4. Categoria del veicolo <sup>(3)</sup>: .....
  - 0.5. Nome e indirizzo del costruttore: .....
  - 0.8. Nomi e indirizzi degli stabilimenti di montaggio: .....
  - 0.9. Nome e indirizzo dell'eventuale mandatario del costruttore: .....
1. Caratteristiche costruttive generali del veicolo
  - 1.1. Fotografie e/o disegni di un veicolo rappresentativo: .....
  - 1.3.3. Assi motori (quantità, posizione, interconnessione): .....
  - 1.4. Telaio (se del caso) (disegno complessivo): .....
3. Gruppo motore
  - 3.9. Impianto di stoccaggio dell'idrogeno
    - 3.9.1. Impianto di stoccaggio dell'idrogeno progettato per l'impiego di idrogeno liquido / idrogeno compresso (gassoso) <sup>(4)</sup>
      - 3.9.1.1. Descrizione e disegno dell'impianto di stoccaggio dell'idrogeno: .....
      - 3.9.1.2. Marca o marche: .....
      - 3.9.1.3. Tipo o tipi: .....
      - 3.9.1.4. Numero di omologazione: .....
    - 3.9.6. Sensori per il rilevamento di fughe di idrogeno: .....
    - 3.9.6.1. Marca o marche: .....
    - 3.9.6.2. Tipo o tipi: .....
    - 3.9.7. Raccordo o dispositivo di rifornimento
      - 3.9.7.1. Marca o marche: .....
      - 3.9.7.2. Tipo o tipi: .....
    - 3.9.8. Disegni con le prescrizioni per il montaggio e il funzionamento.

<sup>(2)</sup> Se i mezzi di identificazione del tipo contengono caratteri non pertinenti per descrivere il tipo di veicolo oggetto della presente scheda informativa, tali caratteri devono essere rappresentati nella documentazione dal simbolo «[...]» (ad esempio [...]).

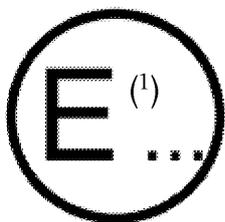
<sup>(3)</sup> Secondo la definizione contenuta nella risoluzione consolidata sulla costruzione dei veicoli (R.E.3.), documento ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.3, punto 2 - [www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29resolutions.html](http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29resolutions.html).

<sup>(4)</sup> Cancellare quanto non pertinente (quando le risposte possibili sono più di una, non è necessario cancellare nulla).

## PARTE 2

**Modello I****NOTIFICA**

[formato massimo: A4 (210 × 297 mm)]



Emessa da: Nome dell'amministrazione:

.....

.....

.....

Relativa a: <sup>(2)</sup> rilascio dell'omologazione  
 estensione dell'omologazione  
 rifiuto dell'omologazione  
 revoca dell'omologazione  
 cessazione definitiva della produzione

di un tipo di impianto di stoccaggio di idrogeno compresso per quanto riguarda le prestazioni in termini di sicurezza dei veicoli alimentati a idrogeno a norma del regolamento n. 134

Omologazione n. .... Estensione n. ....

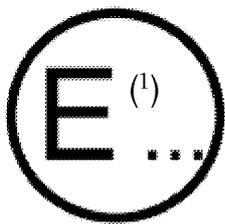
1. Marchio: .....
2. Tipo e denominazioni commerciali: .....
3. Nome e indirizzo del costruttore: .....
4. Nome e indirizzo dell'eventuale mandatario del costruttore: .....
5. Breve descrizione dell'impianto di stoccaggio dell'idrogeno: .....
6. Impianto di stoccaggio dell'idrogeno presentato per l'omologazione in data: .....
7. Servizio tecnico incaricato delle prove di omologazione: .....
8. Data del verbale rilasciato da tale servizio: .....
9. Numero del verbale rilasciato da tale servizio: .....
10. Omologazione per quanto riguarda le prestazioni in termini di sicurezza dei veicoli alimentati a idrogeno rilasciata/rifiutata <sup>(2)</sup>: .....
11. Luogo: .....
12. Data: .....
13. Firma: .....
14. Scheda informativa allegata alla presente notifica: .....
15. Eventuali osservazioni: .....

<sup>(1)</sup> Numero distintivo del paese che ha rilasciato/esteso/rifiutato/revocato l'omologazione (cfr. disposizioni sull'omologazione contenute nel regolamento).

<sup>(2)</sup> Cancellare quanto non pertinente.

**Modello II****NOTIFICA**

[formato massimo: A4 (210 × 297 mm)]



Emessa da: Nome dell'amministrazione:

.....

.....

.....

Relativa a: <sup>(2)</sup> rilascio dell'omologazione  
 estensione dell'omologazione  
 rifiuto dell'omologazione  
 revoca dell'omologazione  
 cessazione definitiva della produzione

di un tipo di componente specifico (limitatore di pressione ad azionamento termico / valvola di ritenuta / valvola di intercettazione automatica <sup>(2)</sup>) per quanto riguarda le prestazioni in termini di sicurezza dei veicoli alimentati a idrogeno a norma del regolamento n. 134

Omologazione n. .... Estensione n. ....

1. Marchio: .....
2. Tipo e denominazioni commerciali: .....
3. Nome e indirizzo del costruttore: .....
4. Nome e indirizzo dell'eventuale mandatario del costruttore: .....
5. Breve descrizione del componente specifico: .....
6. Componente specifico presentato per l'omologazione in data: .....
7. Servizio tecnico incaricato delle prove di omologazione: .....
8. Data del verbale rilasciato da tale servizio: .....
9. Numero del verbale rilasciato da tale servizio: .....
10. Omologazione per quanto riguarda le prestazioni in termini di sicurezza dei veicoli alimentati a idrogeno rilasciata/rifiutata <sup>(2)</sup>: .....
11. Luogo: .....
12. Data: .....
13. Firma: .....
14. Scheda informativa allegata alla presente notifica: .....
15. Eventuali osservazioni: .....

<sup>(1)</sup> Numero distintivo del paese che ha rilasciato/esteso/rifiutato/revocato l'omologazione (cfr. disposizioni sull'omologazione contenute nel regolamento).

<sup>(2)</sup> Cancellare quanto non pertinente.

**Modello III****NOTIFICA**

[formato massimo: A4 (210 × 297 mm)]



Emessa da: Nome dell'amministrazione:

.....

.....

.....

Relativa a: <sup>(2)</sup> rilascio dell'omologazione  
 estensione dell'omologazione  
 rifiuto dell'omologazione  
 revoca dell'omologazione  
 cessazione definitiva della produzione

di un tipo di veicolo per quanto riguarda le prestazioni in termini di sicurezza dei veicoli alimentati a idrogeno a norma del regolamento n. 134

Omologazione n. .... Estensione n. ....

1. Marchio: .....
2. Tipo e denominazioni commerciali: .....
3. Nome e indirizzo del costruttore: .....
4. Nome e indirizzo dell'eventuale mandatario del costruttore: .....
5. Breve descrizione del veicolo: .....
6. Veicolo presentato per l'omologazione in data: .....
7. Servizio tecnico incaricato delle prove di omologazione: .....
8. Data del verbale rilasciato da tale servizio: .....
9. Numero del verbale rilasciato da tale servizio: .....
10. Omologazione per quanto riguarda le prestazioni in termini di sicurezza dei veicoli alimentati a idrogeno rilasciata/rifiutata <sup>(2)</sup>: .....
11. Luogo: .....
12. Data: .....
13. Firma: .....
14. Scheda informativa allegata alla presente notifica: .....
15. Eventuali osservazioni: .....

<sup>(1)</sup> Numero distintivo del paese che ha rilasciato/esteso/rifiutato/revocato l'omologazione (cfr. disposizioni sull'omologazione contenute nel regolamento).

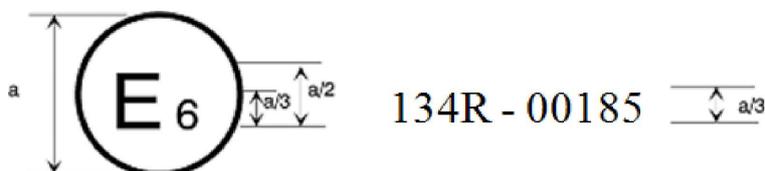
<sup>(2)</sup> Cancellare quanto non pertinente.

## ALLEGATO 2

## ESEMPI DI MARCHI DI OMOLOGAZIONE

## MODELLO A

(cfr. i punti da 4.4 a 4.4.2 del presente regolamento)

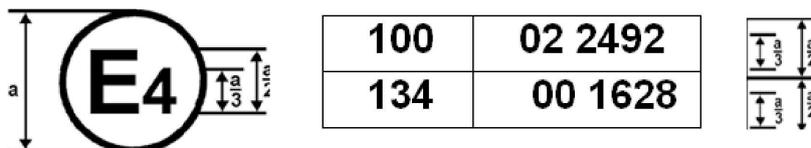


a = 8 mm min.

Il marchio di omologazione di cui sopra apposto su un veicolo/impianto di stoccaggio/componente specifico indica che il veicolo/impianto di stoccaggio/tipo di componente specifico in questione è stato omologato in Belgio (E6) per quanto riguarda le prestazioni in termini di sicurezza dei veicoli alimentati a idrogeno a norma del regolamento No. 134. Le prime due cifre indicano che l'omologazione è stata rilasciata conformemente alle disposizioni della versione originale del regolamento n. 134.

## MODELLO B

(cfr. punto 4.5 del presente regolamento)



a = 8 mm min.

Il marchio di omologazione di cui sopra apposto su un veicolo indica che il veicolo stradale in questione è stato omologato nei Paesi Bassi (E4) a norma dei regolamenti n. 134 e 100 (\*). Il numero di omologazione indica che, alle date di rilascio delle rispettive omologazioni, il regolamento n. 100 era stato modificato dalla serie di modifiche 02 e il regolamento n. 134 era ancora nella sua versione originale.

(\*) Questo secondo numero è fornito esclusivamente a titolo di esempio.

## ALLEGATO 3

**PROCEDURE DI PROVA DELL'IMPIANTO DI STOCCAGGIO DI IDROGENO COMPRESSO**

1. LE PROCEDURE DI PROVA PER LE PRESCRIZIONI QUALIFICANTI PER LO STOCCAGGIO DELL'IDROGENO COMPRESSO SONO ORGANIZZATE COME SEGUE:

il punto 2 del presente allegato descrive le procedure di prova per i parametri quantitativi (metriche) in termini di prestazioni (prescrizione di cui al punto 5.1 del presente regolamento);

il punto 3 del presente allegato descrive le procedure di prova della durabilità delle prestazioni (prescrizione di cui al punto 5.2 del presente regolamento);

il punto 4 del presente allegato descrive le procedure di prova per le prestazioni previste su strada (prescrizione di cui al punto 5.3 del presente regolamento);

il punto 5 del presente allegato descrive le procedure di prova del sistema di interruzione del funzionamento in caso di incendio (prescrizione di cui al punto 5.4 del presente regolamento);

il punto 6 del presente allegato descrive le procedure di prova della durabilità delle prestazioni delle chiusure primarie (prescrizione di cui al punto 5.5 del presente regolamento).

2. PROCEDURE DI PROVA PER I PARAMETRI QUANTITATIVI (METRICHE) IN TERMINI DI PRESTAZIONI (PRESCRIZIONE DI CUI AL PUNTO 5.1 DEL PRESENTE REGOLAMENTO)

- 2.1. Prova (idraulica) di scoppio

La prova di scoppio viene condotta a una temperatura ambiente di 20 ( $\pm$  5) °C utilizzando un fluido non corrosivo.

- 2.2. Prova (idraulica) dei cicli di pressione

Questa prova viene condotta in conformità con la seguente procedura:

- a) il serbatoio viene riempito con un fluido non corrosivo;
- b) il serbatoio e il fluido vengono quindi stabilizzati alla temperatura e all'umidità relativa indicate all'inizio della prova; l'ambiente, il fluido di riempimento e la pellicola del serbatoio sono mantenuti alla temperatura indicata per l'intera durata della prova. La temperatura del serbatoio può variare rispetto alla temperatura ambientale durante la prova;
- c) il serbatoio viene sottoposto a cicli di pressione nell'intervallo tra 2 ( $\pm$  1) MPa e la pressione prevista a una frequenza non superiore a 10 cicli al minuto per il numero di cicli indicato;
- d) la temperatura del fluido idraulico all'interno del serbatoio viene mantenuta e monitorata alla temperatura indicata.

3. PROCEDURE DI PROVA DELLA DURABILITÀ DELLE PRESTAZIONI (PRESCRIZIONE DI CUI AL PUNTO 5.2 DEL PRESENTE REGOLAMENTO)

- 3.1. Prova della pressione di collaudo

L'impianto viene pressurizzato in maniera uniforme e continua utilizzando un fluido idraulico non corrosivo fino al raggiungimento del livello di pressione di prova previsto e quindi mantenuto in tale condizione per il tempo indicato.

- 3.2. Prova di caduta (urto) (senza pressurizzazione)

Il serbatoio di stoccaggio viene sottoposto a prova di caduta a temperatura ambiente senza pressurizzazione interna o valvole collegate. La superficie sulla quale vengono fatti cadere i serbatoi deve essere un piano in calcestruzzo regolare e orizzontale o un altro tipo di pavimentazione avente una durezza equivalente.

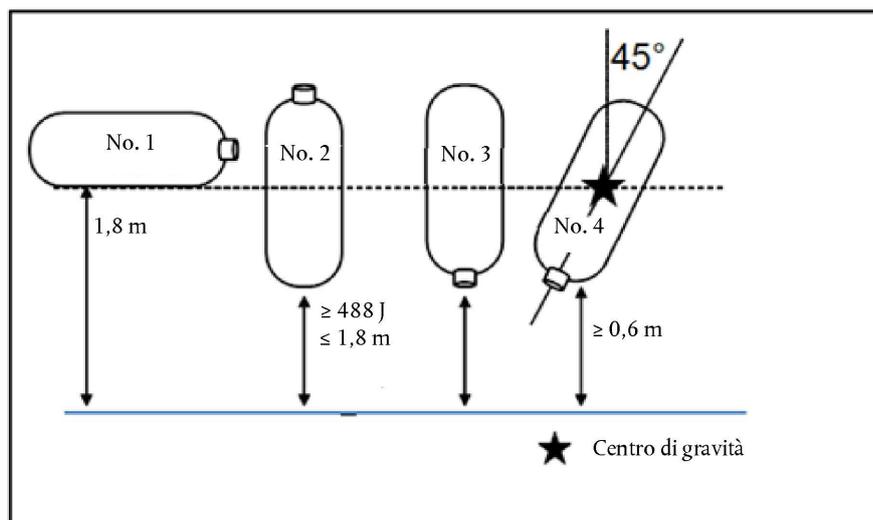
L'orientamento del serbatoio che viene fatto cadere (conformemente alla prescrizione di cui al punto 5.2.2) è determinato come segue: uno o più serbatoi aggiuntivi devono essere lasciati cadere secondo ciascuno degli orientamenti descritti in appresso. Gli orientamenti di caduta possono essere effettuati con un singolo serbatoio oppure si possono utilizzare fino a quattro serbatoi per eseguire i quattro orientamenti di caduta.

- i) Una caduta da una posizione orizzontale con la base situata 1,8 m al di sopra della superficie su cui il serbatoio viene fatto cadere.
- ii) Una caduta sull'estremità del serbatoio da una posizione verticale con l'estremità dotata di attacco rivolta verso l'alto applicando un'energia potenziale non inferiore a 488 J, con un'altezza dell'estremità inferiore non superiore a 1,8 m.
- iii) Una caduta sull'estremità del serbatoio da una posizione verticale con l'estremità dotata di attacco rivolta verso il basso applicando un'energia potenziale non inferiore a 488 J, con un'altezza dell'estremità inferiore non superiore a 1,8 m. Se il serbatoio è simmetrico (estremità con attacco identico), tale orientamento di caduta non è richiesto.
- iv) Una caduta con un angolo di 45° rispetto all'orientamento verticale con un'estremità con attacco rivolta verso il basso con il centro di gravità a 1,8 m sopra il livello del suolo. Tuttavia, se la base si trova a un'altezza dal suolo inferiore a 0,6 m, l'angolo di caduta deve essere modificato al fine di mantenere un'altezza di almeno 0,6 m e un centro di gravità di 1,8 m sopra il livello del suolo.

I quattro orientamenti di caduta sono illustrati nella figura 1.

Figura 1

#### Orientamenti di caduta



Non vanno fatti tentativi di impedire il rimbalzo dei serbatoi, tuttavia si può prevenirne la caduta di lato durante la prova di caduta verticale di cui sopra.

Se viene utilizzato più di un serbatoio per tutte le specifiche di caduta, tali serbatoi devono essere sottoposti a cicli di pressione conformemente all'allegato 3, punto 2.2, fino a quando non si verificano perdite o non si raggiungono i 22 000 cicli senza perdite. Non si devono verificare perdite nei primi 11 000 cicli.

L'orientamento del serbatoio che viene fatto cadere conformemente alla prescrizione di cui al punto 5.2.2 deve essere individuato come segue:

- a) se un serbatoio singolo è stato sottoposto a tutti e quattro gli orientamenti di caduta, il serbatoio che viene lasciato cadere conformemente alla prescrizione di cui al punto 5.2.2 deve essere lasciato cadere secondo tutti e quattro gli orientamenti;
- b) se vengono utilizzati più serbatoi per effettuare le prove di caduta secondo i quattro orientamenti e se tutti i serbatoi raggiungono i 22 000 cicli senza presentare perdite, l'orientamento del serbatoio che viene fatto cadere conformemente alla prescrizione di cui al punto 5.2.2 è quello a 45° [orientamento iv)], e tale serbatoio deve quindi essere sottoposto ad ulteriori prove come indicato al punto 5.2;

- c) se si utilizza più di un serbatoio per le prove di caduta secondo i quattro orientamenti e se i serbatoi non raggiungono i 22 000 cicli senza presentare perdite, il nuovo serbatoio deve essere sottoposto agli orientamenti di caduta che hanno determinato il numero più basso di cicli fino al rilevamento di perdite e dovrà poi essere sottoposto a ulteriori prove come indicato al punto 5.2.

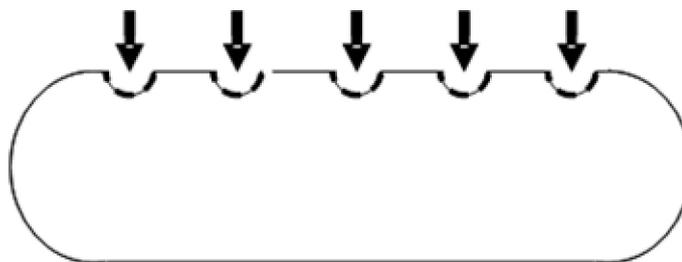
### 3.3. Prova di danneggiamento superficiale (senza pressurizzazione)

La sequenza di prova è la seguente:

- a) produzione di difetti superficiali: sulla superficie esterna della base del serbatoio di stoccaggio orizzontale non pressurizzato lungo la zona cilindrica vicina alla zona delle spalle, ma non all'interno della stessa. Il primo taglio ha una profondità di almeno 1,25 mm e una lunghezza di 25 mm verso l'estremità della valvola del serbatoio. Il secondo taglio ha una profondità di almeno 0,75 mm e una lunghezza di 200 mm verso l'estremità del serbatoio opposta alla valvola;
- b) urti mediante pendolo: la sezione superiore del serbatoio di stoccaggio orizzontale è suddivisa in cinque zone distinte (non sovrapposte) di 100 mm di diametro ciascuna (cfr. figura 2). Dopo 12 ore di precondizionamento a  $\leq -40$  °C in una camera climatica, il centro di ciascuna delle cinque zone subisce l'urto di un pendolo dotato di una piramide con facce a triangolo equilatero e base quadrata, la cui sommità e i cui bordi sono arrotondati secondo un raggio di 3 mm. Il centro dell'urto del pendolo coincide con il baricentro della piramide. L'energia del pendolo al momento dell'urto con ciascuna delle cinque zone contrassegnate sul serbatoio è pari a 30 J. Il serbatoio è fissato in posizione durante gli urti del pendolo e non è sotto pressione.

Figura 2

#### Vista laterale del serbatoio



Vista "laterale" del serbatoio

### 3.4. Prova di resistenza all'esposizione chimica e prova dei cicli di pressione a temperatura ambiente

Ciascuna delle 5 zone del serbatoio non pressurizzato precondizionato soggette a urto del pendolo (allegato 3, punto 3.3) viene esposta a una delle seguenti cinque soluzioni:

- a) soluzione acquosa al 19 % (frazione di volume) di acido solforico (acido per batterie);
- b) soluzione acquosa al 25 % (frazione di massa) di idrossido di sodio;
- c) soluzione al 5 % (frazione di volume) di metanolo in benzina (fluidi presenti nelle stazioni di rifornimento);
- d) soluzione acquosa al 28 % (frazione di massa) di nitrato di ammonio (soluzione di urea);
- e) soluzione acquosa al 50 % (frazione in volume) di alcol metilico (liquido lavavetri).

Il serbatoio sottoposto a prova è orientato con le zone di esposizione al fluido verso l'alto. Su ciascuna delle cinque zone precondizionate viene posto uno strato di lana di vetro spesso circa 0,5 mm e con un diametro di 100 mm. Alla lana di vetro viene applicata una quantità sufficiente del fluido di prova in modo da inumidire lo strato su tutta la sua superficie e in tutto il suo spessore per l'intera durata della prova.

L'esposizione del serbatoio alla lana di vetro viene mantenuta per 48 ore, mentre il serbatoio viene tenuto al 125 % della NWP (+ 2/- 0 MPa) (applicata idraulicamente) e a 20 ( $\pm$  5) °C prima che il serbatoio sia sottoposto a ulteriori prove.

L'applicazione di cicli di pressione viene effettuata alle pressioni previste indicate conformemente al punto 2.2 del presente allegato a  $20 (\pm 5) ^\circ\text{C}$  per la quantità indicata di cicli. Gli strati di lana di vetro vengono rimossi e la superficie del serbatoio viene risciacquata con acqua, quindi vengono eseguiti gli ultimi 10 cicli alla pressione finale prevista indicata.

### 3.5. Prova (idraulica) a pressione statica

L'impianto di stoccaggio viene pressurizzato alla pressione prevista in una camera a temperatura controllata. La temperatura della camera e il fluido di riempimento non corrosivo sono mantenuti alla temperatura prevista  $\pm 5^\circ\text{C}$  per il lasso di tempo indicato.

## 4. PROCEDURE DI PROVA PER LE PRESTAZIONI PREVISTE SU STRADA (PUNTO 5.3 DEL PRESENTE REGOLAMENTO)

(Si tratta di procedure pneumatiche; gli elementi delle prove idrauliche sono descritti nell'allegato 3, punto 2.1)

### 4.1. Prova (pneumatica) dei cicli di pressione del gas

All'inizio della prova, l'impianto di stoccaggio viene stabilizzato per almeno 24 ore alla temperatura, all'umidità relativa e al livello di carburante indicati. La temperatura e l'umidità relativa indicate vengono mantenute all'interno dell'ambiente di prova per la durata residua della prova (laddove richiesto dalle specifiche della prova, la temperatura dell'impianto è stabilizzata alla temperatura ambientale esterna tra i cicli di pressione). L'impianto di stoccaggio viene sottoposto a cicli di pressione compresi tra meno di 2 (+ 0/- 1) MPa e la pressione massima indicata ( $\pm 1$  MPa). Se i comandi dell'impianto attivi durante il funzionamento del veicolo impediscono che la pressione scenda al di sotto della pressione indicata, i cicli di prova non devono scendere al di sotto di tale pressione indicata. La velocità di riempimento è regolata su una velocità costante di aumento della pressione di 3 minuti, ma con una portata di carburante non superiore a 60 g/sec; la temperatura dell'idrogeno erogato al serbatoio è regolata sulla temperatura indicata. La velocità di aumento della pressione deve però essere diminuita qualora la temperatura del gas nel serbatoio superi i  $+ 85^\circ\text{C}$ . La velocità di scarico del carburante è regolata su un valore non inferiore al tasso massimo di richiesta di carburante previsto per il veicolo. Si effettua il numero indicato di cicli di pressione. Se nell'applicazione prevista del veicolo si utilizzano dispositivi e/o comandi per prevenire il raggiungimento di temperature interne estreme, la prova può essere condotta impiegando tali dispositivi e/o controlli (o misure equivalenti).

### 4.2. Prova (pneumatica) di permeazione del gas

L'impianto di stoccaggio viene riempito completamente di idrogeno gassoso al 115 % della NWP (+2/-0 MPa) (la densità di riempimento completo equivalente al 100 % della NWP a  $+ 15^\circ\text{C}$  è pari al 113 % della NWP a  $+ 55^\circ\text{C}$ ) e mantenuto a  $\geq + 55^\circ\text{C}$  in un serbatoio sigillato fino al raggiungimento di un tasso di permeazione stabile o per 30 ore, a seconda del periodo di tempo più lungo tra i due. Si misura il tasso totale stabile di scaricamento dovuto a perdite e permeazione dall'impianto di stoccaggio.

### 4.3. Prova localizzata (pneumatica) di tenuta al gas

Per soddisfare questa prescrizione è possibile ricorrere a una prova di tenuta in acqua (*bubble test*, prova a bolle). Per effettuare la prova a bolle si applica la seguente procedura:

- a) per l'esecuzione della presente prova occorre chiudere con un tappo (dato che la prova è incentrata sulle perdite esterne) lo scarico della valvola di intercettazione (e di altri collegamenti interni agli impianti a idrogeno).

A discrezione di chi effettua la prova, l'oggetto da sottoporre alla prova può essere immerso nel fluido per prove di tenuta oppure si può applicare tale fluido su di esso all'aria aperta. Le dimensioni delle bolle possono variare notevolmente, a seconda delle condizioni. Chi effettua la prova stima la perdita di gas in base alle dimensioni e alla velocità di formazione delle bolle.

- b) *Nota:* per una portata localizzata di 0,005 mg/sec (3,6 Nml/min), la velocità ammissibile risultante di generazione di bolle è pari a circa 2 030 bolle al minuto per una dimensione tipica delle bolle di 1,5 mm di diametro. Anche qualora si formino bolle molto più grandi, la perdita dovrebbe essere facilmente rilevabile. Per bolle di dimensioni insolitamente grandi, del diametro di 6 mm, la velocità di formazione consentita sarebbe di circa 32 bolle al minuto.

## 5. PROCEDURE DI PROVA DEL SISTEMA DI INTERRUZIONE DEL FUNZIONAMENTO IN CASO DI INCENDIO (PUNTO 5.4 DEL PRESENTE REGOLAMENTO)

### 5.1. Prova di esposizione al fuoco

Il gruppo del serbatoio di idrogeno è costituito dall'impianto di stoccaggio di idrogeno compresso con ulteriori elementi pertinenti, incluso il sistema di sfiato (come ad esempio il condotto di sfiato e la sua copertura) ed eventuali schermature apposte direttamente sul serbatoio (come ad esempio le camicie esterne termiche del serbatoio o dei serbatoi) e/o le coperture/barriere poste sopra i limitatori di pressione ad azionamento termico.

Per individuare la posizione dell'impianto rispetto alla sorgente di fuoco iniziale (localizzata) si utilizza uno dei seguenti metodi:

- a) metodo 1: qualificazione per il montaggio generico (non specifico) sul veicolo

Se non è indicata una configurazione di montaggio sul veicolo (e l'omologazione dell'impianto non è limitata a una configurazione specifica), la zona di esposizione localizzata al fuoco corrisponde alla zona dell'elemento sottoposto a prova più lontano dal limitatore o dai limitatori di pressione ad azionamento termico. L'elemento sottoposto a prova di cui sopra include soltanto le schermature termiche o altri dispositivi di attenuazione apposti direttamente sul serbatoio e utilizzati in tutte le applicazioni del veicolo. I sistemi di sfiato (come il condotto di sfiato e la sua copertura) e/o le coperture/barriere poste sopra i limitatori di pressione ad azionamento termico sono inclusi nel gruppo del serbatoio se previsti per l'uso in ogni applicazione. Nel caso degli impianti che vengono sottoposti a prova senza componenti rappresentativi, se per un'applicazione del veicolo è indicato l'uso di tale tipo di componenti è necessario ripetere la prova dell'impianto.

- b) metodo 2: qualificazione per il montaggio specifico sul veicolo

Qualora sia indicata una configurazione specifica di montaggio sul veicolo e l'omologazione dell'impianto sia limitata ad essa, la configurazione di prova può includere anche altri componenti del veicolo oltre all'impianto di stoccaggio dell'idrogeno. Tali componenti del veicolo (quali schermature o barriere, fissati in maniera permanente alla struttura del veicolo mediante saldatura o bulloni e non apposti sull'impianto di stoccaggio) devono essere inclusi nella configurazione di prova secondo la configurazione di montaggio sul veicolo relativa all'impianto di stoccaggio dell'idrogeno. La presente prova di esposizione localizzata al fuoco viene condotta nelle zone peggiori di esposizione localizzata al fuoco in base a quattro direzioni di sviluppo del fuoco: incendi che si sviluppano a partire dall'abitacolo, dal vano bagagli, dai passaruota o da benzina ristagnante in pozzanghere al suolo.

5.1.1. Il serbatoio può essere soggetto a fuoco avvolgente senza componenti di schermatura, come descritto nell'allegato 3, punto 5.2.

5.1.2. Indipendentemente dal fatto che si utilizzi il metodo 1 o il metodo 2 di cui sopra, valgono le seguenti prescrizioni di prova:

- a) il gruppo del serbatoio viene riempito di idrogeno gassoso compresso al 100 % della pressione di esercizio nominale (+ 2/- 0 MPa). Il gruppo del serbatoio è posizionato orizzontalmente a circa 100 mm sopra la sorgente di fuoco;

- b) porzione localizzata della prova di esposizione al fuoco:

i) la zona di esposizione localizzata al fuoco si trova sull'oggetto sottoposto a prova più lontano dai limitatori di pressione ad azionamento termico. Se si opta per il metodo 2 e vengono individuate zone più vulnerabili per una specifica configurazione di montaggio sul veicolo, la zona più vulnerabile posta nella posizione più lontana dai limitatori di pressione ad azionamento termico si trova direttamente sopra la sorgente iniziale del fuoco;

ii) la sorgente di fuoco è costituita da bruciatori a GPL configurati per produrre una temperatura minima uniforme sull'oggetto sottoposto a prova misurata con un minimo di 5 termocoppie che coprono la lunghezza di detto oggetto fino a 1,65 m al massimo (almeno 2 termocoppie all'interno della zona di esposizione localizzata al fuoco e almeno 3 termocoppie equidistanti e non distanziate più di 0,5 m tra loro nella zona rimanente) situate a 25 ( $\pm$  10) mm dalla superficie esterna dell'oggetto sottoposto a prova lungo il suo asse longitudinale. A discrezione del costruttore o della struttura che effettua la prova, è possibile collocare termocoppie aggiuntive nei punti di rilevamento dei limitatori di pressione ad azionamento termico o in qualsiasi altra posizione per finalità diagnostiche facoltative;

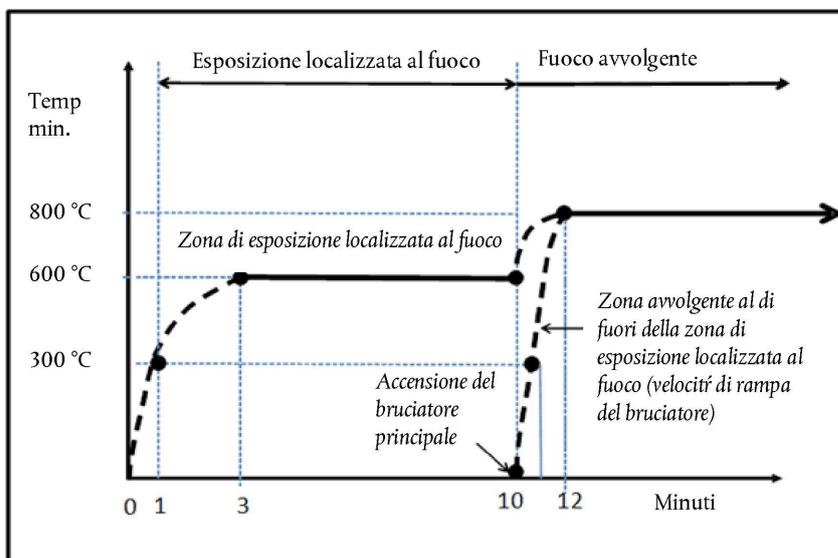
iii) sono applicate barriere antivento per garantire un riscaldamento uniforme;

iv) la sorgente di fuoco inizia in un tratto longitudinale di 250 ( $\pm$  50) mm posizionato sotto la zona di esposizione localizzata al fuoco dell'oggetto sottoposto a prova. La larghezza della sorgente di fuoco comprende l'intero diametro (larghezza) dell'impianto di stoccaggio. Se si sceglie il metodo 2, occorre ridurre la lunghezza e la larghezza, se necessario, in maniera da tenere conto delle caratteristiche specifiche del veicolo;

v) come illustrato nella figura 3, la temperatura delle termocoppie nella zona di esposizione localizzata al fuoco aumenta continuamente fino ad almeno 300 °C entro 1 minuto dall'accensione e fino ad almeno 600 °C entro 3 minuti dall'accensione; per i successivi 7 minuti viene mantenuta una temperatura di almeno 600 °C. La temperatura nella zona di esposizione localizzata al fuoco non deve superare i 900 °C durante tale periodo di tempo. La conformità alle prescrizioni termiche inizia 1 minuto dopo l'ingresso nel periodo con i limiti minimo e massimo e si basa su una media mobile di 1 minuto di ciascuna termocoppia nella zona di interesse. (Nota: la temperatura all'esterno della zona della sorgente di fuoco iniziale non è specificata per questi primi 10 minuti dal momento dell'accensione);

Figura 3

### Profilo della temperatura della prova di esposizione al fuoco



c) porzione avvolgente della prova di esposizione al fuoco:

entro il successivo intervallo di 2 minuti, occorre aumentare la temperatura sull'intera superficie dell'oggetto sottoposto a prova fino ad almeno 800 °C, nonché estendere la sorgente di fuoco in maniera da produrre una temperatura uniforme lungo l'intera lunghezza fino a 1,65 m e l'intera larghezza dell'oggetto sottoposto a prova (fuoco avvolgente). La temperatura minima è mantenuta a 800 °C, mentre la temperatura massima non deve superare i 1 100 °C. La conformità alle prescrizioni termiche inizia 1 minuto dopo l'inizio del periodo con i limiti minimo e massimo costanti e si basa su una media mobile di 1 minuto di ciascuna termocoppia.

L'oggetto sottoposto a prova viene mantenuto a temperatura (in condizioni di fuoco avvolgente) finché l'impianto non sfiata attraverso il limitatore di pressione ad azionamento termico e la pressione scende a valori inferiori a 1 MPa. Lo sfiato deve essere continuo (senza interruzioni) e l'impianto di stoccaggio non deve rompersi. Non devono verificarsi ulteriori rilasci dovuti a perdite (a parte lo sfiato attraverso il limitatore di pressione ad azionamento termico) che provochino una fiamma di lunghezza superiore a 0,5 m oltre il perimetro della fiamma applicata;

### Sintesi del protocollo della prova di esposizione al fuoco

	Zona localizzata di fuoco	Periodo di tempo	Zona di fuoco avvolgente (all'esterno della zona localizzata di fuoco)
Azione	Accendere i bruciatori	0-1 minuto	Bruciatori non in funzione
Temperatura minima	Non specificata		Non specificata
Temperatura massima	Inferiore a 900 °C		Non specificata
Azione	Aumentare la temperatura e stabilizzare il fuoco per l'avvio dell'esposizione localizzata al fuoco	1-3 minuti	Bruciatori non in funzione
Temperatura minima	Superiore a 300 °C		Non specificata
Temperatura massima	Inferiore a 900 °C		Non specificata

	Zona localizzata di fuoco	Periodo di tempo	Zona di fuoco avvolgente (all'esterno della zona localizzata di fuoco)
Azione	L'esposizione localizzata al fuoco continua	3-10 minuti	Bruciatori non in funzione
Temperatura minima	Media mobile di 1 minuto superiore a 600 °C		Non specificata
Temperatura massima	Media mobile di 1 minuto inferiore a 900 °C		Non specificata
Azione	Aumentare la temperatura	10-11 minuti	Bruciatore principale acceso a 10 minuti
Temperatura minima	Media mobile di 1 minuto superiore a 600 °C		Non specificata
Temperatura massima	Media mobile di 1 minuto inferiore a 1 100 °C		Inferiore a 1 100 °C
Azione	Aumentare la temperatura e stabilizzare il fuoco per l'avvio dell'esposizione al fuoco avvolgente	11-12 minuti	Aumentare la temperatura e stabilizzare il fuoco per l'avvio dell'esposizione al fuoco avvolgente
Temperatura minima	Media mobile di 1 minuto superiore a 600 °C		Superiore a 300 °C
Temperatura massima	Media mobile di 1 minuto inferiore a 1 100 °C		Inferiore a 1 100 °C
Azione	L'esposizione al fuoco avvolgente continua	12 minuti - termine della prova	L'esposizione al fuoco avvolgente continua
Temperatura minima	Media mobile di 1 minuto superiore a 800 °C		Media mobile di 1 minuto superiore a 800 °C
Temperatura massima	Media mobile di 1 minuto inferiore a 1 100 °C		Media mobile di 1 minuto inferiore a 1 100 °C

d) documentazione dei risultati della prova di esposizione al fuoco:

la disposizione del fuoco deve essere registrata in maniera sufficientemente dettagliata da consentire di riprodurre il livello di calore applicato all'oggetto sottoposto a prova. I risultati comprendono il tempo trascorso dall'accensione del fuoco all'inizio dello sfiato attraverso i limitatori di pressione ad azionamento termico, nonché la pressione massima e il tempo di evacuazione fino al raggiungimento di una pressione inferiore a 1 MPa. Durante la prova si registrano le temperature delle termocoppie e la pressione del serbatoio a intervalli di 10 secondi o più brevi. L'eventuale mancato rispetto delle prescrizioni indicate relative alla temperatura minima in base alle medie mobili di 1 minuto invalida il risultato della prova. L'eventuale mancato rispetto delle prescrizioni indicate relative alla temperatura massima in base alle medie mobili di 1 minuto invalida il risultato della prova soltanto se l'oggetto sottoposto a prova è stato soggetto a guasti durante la prova.

5.2. Prova di esposizione al fuoco avvolgente:

l'unità sottoposta a prova è l'impianto di stoccaggio di idrogeno compresso, in cui viene immesso idrogeno gassoso compresso al 100 % della pressione di esercizio nominale (+2/- 0 MPa). Il serbatoio viene posizionato orizzontalmente con la base situata circa 100 mm sopra la sorgente di fuoco. Al fine di evitare il contatto diretto delle fiamme con le valvole della bombola, i raccordi e/o i limitatori di pressione si deve usare una schermatura metallica di protezione che non deve trovarsi a contatto diretto con il sistema di protezione antincendio indicato (limitatori di pressione o valvola del serbatoio).

Una sorgente di fuoco uniforme lunga 1,65 m permette il contatto diretto delle fiamme sulla superficie della bombola, su tutto il diametro. La prova deve continuare fino a quando il serbatoio non sfiata completamente (ossia finché la pressione del serbatoio non scende al di sotto di 0,7 MPa). Eventuali anomalie o variazioni della sorgente di fuoco durante la prova invalidano il risultato.

Occorre monitorare le temperature della fiamma ricorrendo ad almeno tre termocoppie sospese nella fiamma approssimativamente 25 mm sotto la base del serbatoio. Le termocoppie possono essere fissate a cubi di acciaio fino a 25 mm su un lato. La temperatura della termocoppia e la pressione del serbatoio vanno registrate ogni 30 secondi durante la prova.

Entro cinque minuti dall'accensione del fuoco viene raggiunta e quindi mantenuta per l'intera durata della prova una temperatura media della fiamma non inferiore a 590 °C (determinata dalla media delle due termocoppie che registrano le temperature più elevate in un intervallo di 60 secondi).

Se il serbatoio presenta una lunghezza inferiore a 1,65 m, il suo centro deve essere posizionato al centro della sorgente di fuoco. Se la lunghezza del serbatoio è superiore a 1,65 m e, inoltre, il serbatoio è dotato di un limitatore di pressione a un'estremità, la sorgente di fuoco deve partire all'estremità opposta del serbatoio. Se il serbatoio presenta una lunghezza superiore a 1,65 m ed è dotato di limitatori di pressione su entrambe le estremità o in più di una posizione lungo la sua lunghezza, il centro della sorgente di fuoco va messo a metà strada tra i limitatori di pressione che sono separati dalla massima distanza in orizzontale.

Il serbatoio deve sfiatare attraverso un limitatore di pressione senza scoppiare.

---

## ALLEGATO 4

**PROCEDURE DI PROVA PER COMPONENTI SPECIFICI PER IMPIANTI DI STOCCAGGIO DI IDROGENO COMPRESSO**

## 1. PROVE DI PRESTAZIONE PER LA QUALIFICAZIONE DEI LIMITATORI DI PRESSIONE AD AZIONAMENTO TERMICO

Le prove vengono effettuate utilizzando un idrogeno gassoso qualitativamente conforme alle norme ISO 14687-2/SAE J2719. Salvo diversa indicazione, tutte le prove vengono effettuate a una temperatura ambiente di  $20 (\pm 5) ^\circ\text{C}$ . Le prove di prestazione per la qualificazione dei limitatori di pressione ad azionamento termico sono specificate qui di seguito (cfr. anche appendice 1).

## 1.1. Prova dei cicli di pressione

Cinque limitatori di pressione ad azionamento termico sono sottoposti a 11 000 cicli di pressione interna con idrogeno gassoso conforme alla qualità del gas di cui alle norme ISO 14687-2/SAE J2719. I primi cinque cicli di pressione sono compresi tra  $2 (\pm 1) \text{ MPa}$  e il 150 % della NWP ( $\pm 1 \text{ MPa}$ ); i cicli rimanenti sono compresi tra  $2 (\pm 1) \text{ MPa}$  e il 125 % della NWP ( $\pm 1 \text{ MPa}$ ). I primi 1 500 cicli di pressione sono eseguiti a una temperatura dei limitatori di pressione ad azionamento termico pari a  $85 ^\circ\text{C}$  o superiore. I cicli rimanenti sono eseguiti a una temperatura dei limitatori di  $55 (\pm 5) ^\circ\text{C}$ . La frequenza massima dei cicli di pressione è di dieci cicli al minuto. In seguito a questa prova, il limitatore di pressione deve soddisfare le prescrizioni della prova di tenuta (allegato 4, punto 1.8), della prova di portata (allegato 4, punto 1.10) e della prova di attivazione al banco (allegato 4, punto 1.9).

## 1.2. Prova di invecchiamento accelerato

Sono sottoposti a prova otto limitatori di pressione ad azionamento termico: tre alla temperatura di attivazione indicata dal costruttore (Tact) e cinque a una temperatura di invecchiamento accelerato ( $T_{\text{life}} = 9,1 \times T_{\text{act}}^{0,503}$ ). Il limitatore di pressione ad azionamento termico viene posto in un forno o in un bagno liquido la cui temperatura viene mantenuta costante ( $\pm 1 ^\circ\text{C}$ ). La pressione dell'idrogeno gassoso all'ingresso del limitatore di pressione ad azionamento termico è pari al 125 % della NWP ( $\pm 1 \text{ MPa}$ ). L'alimentazione di pressione può trovarsi all'esterno del bagno o del forno a temperatura controllata. Ciascun limitatore viene pressurizzato individualmente o tramite un sistema collettore. Se si utilizza un sistema collettore, ogni presa di pressione è dotata di una valvola di ritenuta per evitare perdite di pressione in caso di guasto di un campione. I tre limitatori di pressione ad azionamento termico sottoposti a prova a Tact devono attivarsi in meno di dieci ore. I cinque limitatori di pressione ad azionamento termico sottoposti a prova a Tlife non devono attivarsi in meno di 500 ore.

## 1.3. Prova dei cicli di temperatura

- a) Un limitatore di pressione ad azionamento termico non pressurizzato viene posto in un bagno liquido mantenuto a una temperatura di  $-40 ^\circ\text{C}$  o inferiore per almeno due ore. Tale limitatore viene quindi trasferito in un bagno liquido mantenuto a una temperatura di  $+85 ^\circ\text{C}$  o superiore entro cinque minuti e mantenuto a tale temperatura per almeno due ore. Successivamente lo si trasferisce, entro cinque minuti, in un bagno liquido mantenuto a una temperatura di  $-40 ^\circ\text{C}$  o inferiore.
- b) La fase a) viene ripetuta fino a 15 cicli termici.
- c) Con il limitatore di pressione ad azionamento termico condizionato per almeno due ore in un bagno liquido a una temperatura di  $-40 ^\circ\text{C}$  o inferiore, la pressione interna del limitatore viene sottoposta a cicli con idrogeno gassoso tra  $2 \text{ MPa}$  ( $+1/-0 \text{ MPa}$ ) e l'80 % della NWP ( $+2/-0 \text{ MPa}$ ) per 100 cicli mentre il bagno liquido viene mantenuto a una temperatura di  $-40 ^\circ\text{C}$  o inferiore.
- d) Dopo i cicli di temperatura e di pressione, il limitatore di pressione deve soddisfare le prescrizioni della prova di tenuta (allegato 4, punto 1.8), con la differenza che la prova di tenuta deve essere eseguita a  $-40 ^\circ\text{C}$  ( $+5/-0 ^\circ\text{C}$ ). Dopo la prova di tenuta, il limitatore di pressione ad azionamento termico deve soddisfare le prescrizioni della prova di attivazione al banco (allegato 4, punto 1.9) e quindi quelli della prova di portata (allegato 4, punto 1.10).

## 1.4. Prova di resistenza alla corrosione salina

Vengono sottoposti a prova due limitatori di pressione ad azionamento termico. Eventuali tappi non permanenti all'uscita vengono rimossi. Ogni limitatore viene installato in un supporto di prova in conformità con la procedura consigliata dal costruttore in maniera tale che l'esposizione esterna sia coerente con un montaggio realistico. Ogni unità viene esposta per 500 ore a una prova in nebbia salina (spruzzatura di sale) come indicato nella norma ASTM B117 [*Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus* (Pratica standard per il funzionamento del dispositivo di nebbia salina)], con la differenza che per la prova di un'unità il pH della soluzione salina deve essere regolato a  $4,0 \pm 0,2$  mediante aggiunta di acido solforico e acido nitrico secondo un rapporto 2:1, mentre per la prova dell'altra unità il pH della soluzione salina deve essere regolato a  $10,0 \pm 0,2$  mediante aggiunta di idrossido di sodio. La temperatura all'interno della camera per la prova in nebbia salina viene mantenuta a  $30-35 ^\circ\text{C}$ .

Dopo queste prove, ciascun limitatore di pressione deve soddisfare le prescrizioni della prova di tenuta (allegato 3, punto 6.1.8), della prova di portata (allegato 3, punto 6.1.10) e della prova di attivazione al banco (allegato 3, punto 6.1.9).

#### 1.5. Prova nell'ambiente del veicolo

La resistenza alla degradazione dovuta a esposizione esterna a fluidi per autoveicoli è determinata mediante la seguente prova:

a) i collegamenti interni ed esterni del limitatore di pressione ad azionamento termico sono connessi o chiusi con un tappo conformemente alle istruzioni di montaggio del costruttore. Le superfici esterne del limitatore di pressione ad azionamento termico sono esposte per 24 ore a  $20 (\pm 5) ^\circ\text{C}$  a ciascuno dei seguenti fluidi:

- i) acido solforico (soluzione acquosa al 19 % in frazione di volume);
- ii) idrossido di sodio (soluzione acquosa al 25 % in frazione di massa);
- iii) nitrato di ammonio (soluzione acquosa al 28 % in frazione di massa);
- iv) liquido lavavetri (soluzione acquosa di alcool metilico al 50 % in frazione di volume).

I fluidi vengono reintegrati secondo necessità per garantire un'esposizione completa per la durata della prova. Per ogni fluido viene eseguita una prova a sé. Un componente può essere utilizzato per l'esposizione a tutti i fluidi in sequenza;

b) dopo l'esposizione a ciascun fluido, il componente viene pulito con un panno e risciacquato con acqua;

c) il componente non deve mostrare segni di degradazione fisica che potrebbero comprometterne il funzionamento, in particolare: cricche, rammollimento o rigonfiamento. Le variazioni estetiche quali la vaiolatura o la formazione di macchie non costituiscono guasti. terminate tutte le esposizioni, l'unità o le unità devono soddisfare le prescrizioni della prova di tenuta (allegato 4, punto 1.8), della prova di portata (allegato 4, punto 1.10) e della prova di attivazione al banco (allegato 4, punto 1.9).

#### 1.6. Prova di tensocorrosione

Per i limitatori di pressione ad azionamento termico contenenti componenti costituiti da una lega di rame (ad esempio ottone), viene sottoposta a prova un'unità. Tutti i componenti in lega di rame esposti all'atmosfera devono essere sgrassati e quindi esposti in maniera continua per dieci giorni ad una miscela umida di ammoniacaria mantenuta all'interno di una camera di vetro dotata di un coperchio di vetro.

La soluzione acquosa ammoniacale avente un peso specifico di 0,94 viene mantenuta alla base della camera di vetro, sotto al campione, ad una concentrazione pari ad almeno 20 ml per litro di volume della camera. Il campione viene posizionato  $35 (\pm 5)$  mm sopra la soluzione acquosa ammoniacale e alloggiato in una vaschetta inerte. La miscela umida di ammoniacaria viene mantenuta a pressione atmosferica a  $35 (\pm 5) ^\circ\text{C}$ . I componenti in lega di rame non devono presentare cricche o delaminazione a causa di questa prova.

#### 1.7. Prova di caduta e di vibrazione

a) Sei limitatori di pressione ad azionamento termico vengono fatti cadere da un'altezza di 2 m a temperatura ambiente ( $20 \pm 5 ^\circ\text{C}$ ) su una superficie regolare in calcestruzzo. Ogni campione può rimbalzare sulla superficie in calcestruzzo in seguito all'urto iniziale. Un'unità viene lasciata cadere secondo sei orientamenti (direzioni opposte di 3 assi ortogonali: verticale, laterale e longitudinale). Se ciascuno dei sei campioni fatti cadere non mostra danni esterni visibili indicativi della sua inadeguatezza all'uso, procedere con la fase b).

b) Ciascuno dei sei limitatori di pressione ad azionamento termico fatti cadere nella fase a) e un'unità aggiuntiva non sottoposta a caduta vengono montati in un supporto di prova in conformità con le istruzioni di montaggio del costruttore e fatti vibrare per 30 minuti lungo ciascuno dei tre assi ortogonali (verticale, laterale e longitudinale) alla frequenza di risonanza di maggiore impatto per ciascun asse. Le frequenze di risonanza di maggiore impatto vengono determinate utilizzando un'accelerazione di 1,5 g e scandendo un intervallo di frequenze sinusoidali comprese tra 10 e 500 Hz nell'arco di 10 minuti. La frequenza di risonanza è individuata da un pronunciato aumento dell'ampiezza della vibrazione. Se la frequenza di risonanza non viene riscontrata all'interno di tale intervallo, la prova deve essere effettuata a 40 Hz. Dopo questa prova, nessun campione deve mostrare danni esterni visibili indicativi della sua inadeguatezza all'uso. Deve quindi soddisfare le prescrizioni della prova di tenuta (allegato 4, punto 1.8), della prova di portata (allegato 4, punto 1.10) e della prova di attivazione al banco (allegato 4, punto 1.9).

### 1.8. Prova di tenuta

Un limitatore di pressione ad azionamento termico non sottoposto a prove precedenti viene utilizzato per questa prova a temperatura ambiente, ad alta temperatura e a bassa temperatura, senza essere sottoposto ad altre prove di qualificazione della progettazione. L'unità viene mantenuta per un'ora a ciascuna temperatura e pressione di prova prima dell'esecuzione della prova. Le tre condizioni di prova della temperatura sono:

- a) temperatura ambiente: condizionare l'unità a  $20 (\pm 5) ^\circ\text{C}$ ; prova al 5 % della NWP (+0/-2 MPa) e al 150 % della NWP (+ 2/- 0 MPa);
- b) alta temperatura: condizionare l'unità a una temperatura pari a  $85 ^\circ\text{C}$  o superiore; prova al 5 % della NWP (+0/-2 MPa) e al 150 % della NWP (+ 2/- 0 MPa);
- c) bassa temperatura: condizionare l'unità a una temperatura pari a  $-40 ^\circ\text{C}$  o inferiore; prova al 5 % della NWP (+0/-2 MPa) e al 100 % della NWP (+ 2/- 0 MPa).

Le unità aggiuntive sono sottoposte a prove di tenuta come specificato in altre prove di cui all'allegato 4, punto 1, con esposizione ininterrotta alla temperatura indicata in tali prove.

A tutte le temperature di prova indicate, l'unità viene condizionata per un minuto mediante immersione in un fluido a temperatura controllata (o metodo equivalente). Se non si osservano bolle per il periodo di tempo indicato, il campione supera la prova. Se vengono rilevate bolle, occorre misurare la perdita con un metodo adeguato. Il tasso di perdita totale di idrogeno deve essere inferiore a 10 Nml/h.

### 1.9. Prova di attivazione al banco

Si sottopongono a prova due limitatori di pressione ad azionamento termico nuovi, non impiegati in precedenti prove di qualificazione della progettazione, al fine di stabilire un tempo di riferimento per l'attivazione. Ulteriori unità precedentemente sottoposte a prove (prove precedenti conformemente all'allegato 4, punto 1.1, 1.3, 1.4, 1.5 o 1.7) sono sottoposte alla prova di attivazione al banco come indicato nelle altre prove di cui all'allegato 4, punto 1.

- a) La configurazione di prova consiste in un forno o un camino in grado di controllare la temperatura e il flusso dell'aria in modo da far raggiungere i  $600 (\pm 10) ^\circ\text{C}$  all'aria circostante il limitatore di pressione ad azionamento termico. Il limitatore di pressione ad azionamento termico non è esposto direttamente alla fiamma. Viene montato in un supporto seguendo le istruzioni di montaggio del costruttore. La configurazione di prova va documentata.
- b) Al fine di monitorare la temperatura, nel forno o nel camino viene posizionata una termocoppia. La temperatura rimane entro l'intervallo di valori ammissibile per due minuti prima dell'esecuzione della prova.
- c) Il limitatore di pressione ad azionamento termico pressurizzato viene inserito nel forno o nel camino, quindi si registra il tempo di attivazione del limitatore. Prima dell'inserimento nel forno o nel camino, un limitatore di pressione ad azionamento termico nuovo (non precedentemente sottoposto a prove) viene pressurizzato a non oltre il 25 % della NWP (il limitatore non precedentemente sottoposto a prove); mentre un altro limitatore di pressione ad azionamento termico nuovo (non precedentemente sottoposto a prove) viene pressurizzato al 100 % della NWP.
- d) I limitatori di pressione ad azionamento termico precedentemente sottoposti ad altre prove di cui all'allegato 4, punto 1, devono attivarsi entro un periodo non superiore a due minuti rispetto al tempo di attivazione del limitatore di pressione ad azionamento termico nuovo pressurizzato fino al 25 % della NWP.
- e) La differenza relativamente al tempo di attivazione tra i due limitatori non sottoposti a prove precedenti non deve superare i 2 minuti.

### 1.10. Prova di portata

- a) Otto limitatori di pressione ad azionamento termico vengono sottoposti a prova per determinarne la capacità di portata. Tali otto limitatori comprendono tre unità nuove e un'unità proveniente da ciascuna delle seguenti prove precedenti: allegato 4, punti 1.1, 1.3, 1.4, 1.5 e 1.7.
- b) Ciascun limitatore viene attivato conformemente all'allegato 4, punto 1.9. Dopo l'attivazione, senza operazioni di pulitura, rimozione di parti o ricondizionamento, ciascun limitatore di pressione ad azionamento termico viene sottoposto alla prova di portata utilizzando idrogeno, aria o un gas inerte.
- c) La prova di portata viene eseguita con una pressione di ingresso del gas pari a  $2 (\pm 0,5) \text{ MPa}$ . L'uscita è a pressione ambiente. La pressione e la temperatura di ingresso vengono registrate.
- d) La portata viene misurata con una tolleranza pari a  $\pm 2 \%$ . Il valore più basso misurato degli otto limitatori di pressione non deve essere inferiore al 90 % del valore di portata massima.

## 2. PROVE PER LE VALVOLE DI RITENUTA E LE VALVOLE DI INTERCETTAZIONE

Queste prove devono essere effettuate utilizzando un idrogeno gassoso qualitativamente conforme alle norme ISO 14687-2/SAE J2719. Salvo diversa indicazione, tutte le prove vengono effettuate a una temperatura ambiente di  $20 (\pm 5) ^\circ\text{C}$ . Le prove di prestazione per la qualificazione delle valvole di ritenuta e delle valvole di intercettazione sono indicate in appresso (cfr. anche appendice 2).

### 2.1. Prova di resistenza idrostatica

L'apertura di uscita presente nei componenti viene chiusa con un tappo e alle sedi delle valvole o ai blocchi interni viene fatta assumere la posizione aperta. Un'unità viene sottoposta a prova senza essere soggetta ad altre prove di qualificazione della progettazione al fine di stabilire una pressione di scoppio di riferimento, mentre altre unità vengono sottoposte a prova come indicato nelle prove successive di cui all'allegato 4, punto 2.

- a) Si applica una pressione idrostatica pari al 250 % della NWP (+2/-0 MPa) all'ingresso del componente per tre minuti. Il componente viene quindi esaminato per assicurarsi che non si siano verificate rotture.
- b) Si aumenta quindi la pressione idrostatica a una velocità non superiore a 1,4 MPa/s fino al verificarsi del guasto del componente. Si registra la pressione idrostatica al momento del guasto. La pressione di guasto delle unità precedentemente sottoposte a prova non deve essere inferiore all'80 % della pressione di guasto della situazione di riferimento, fatto salvo il caso in cui la pressione idrostatica superi il 400 % della NWP.

### 2.2. Prova di tenuta

Un limitatore non sottoposto a prova in precedenza viene utilizzato per questa prova a temperatura ambiente, ad alta temperatura e a bassa temperatura senza essere sottoposto ad altre prove di qualificazione della progettazione. Le tre condizioni di prova della temperatura sono:

- a) temperatura ambiente: condizionare l'unità a  $20 (\pm 5) ^\circ\text{C}$ ; prova al 5 % della NWP (+ 0/- 2 MPa) e al 150 % della NWP (+ 2/- 0 MPa);
- b) alta temperatura: condizionare l'unità a una temperatura pari a  $85 ^\circ\text{C}$  o superiore; prova al 5 % della NWP (+ 0/- 2 MPa) e al 150 % della NWP (+ 2/- 0 MPa);
- c) bassa temperatura: condizionare l'unità a una temperatura pari a  $- 40 ^\circ\text{C}$  o inferiore; prova al 5 % della NWP (+ 0/- 2 MPa) e al 100 % della NWP (+ 2/- 0 MPa).

Le unità aggiuntive sono sottoposte a prova di tenuta come indicato in altre prove di cui all'allegato 4, punto 2, con esposizione ininterrotta alla temperatura indicata in tali prove.

L'apertura di uscita è collegata con la connessione di accoppiamento appropriata e l'idrogeno pressurizzato viene applicato all'ingresso. A tutte le temperature di prova indicate, l'unità viene condizionata per un minuto mediante immersione in un fluido a temperatura controllata (o metodo equivalente). Se non si osservano bolle per il periodo di tempo indicato, il campione supera la prova. Se vengono rilevate bolle, occorre misurare la perdita con un metodo adeguato. Il tasso di perdita non deve superare 10 Nm/ora di idrogeno gassoso.

### 2.3. Prova dei cicli di pressione a temperatura estrema

- a) Il numero totale di cicli operativi è 11 000 per la valvola di ritenuta e 50 000 per la valvola di intercettazione. La valvola viene installata in un supporto di prova corrispondente alle specifiche di montaggio del costruttore. Il funzionamento dell'unità viene ripetuto continuamente utilizzando idrogeno gassoso a tutte le pressioni indicate.

Un ciclo operativo è definito come segue:

- i) una valvola di ritenuta viene collegata a un supporto di prova e si applica, con impulsi a sei stadi, il 100 % della NWP (+ 2/- 0 MPa) all'ingresso della valvola di ritenuta con l'uscita chiusa. La pressione viene quindi rilasciata dall'ingresso della valvola di ritenuta. La pressione viene abbassata sul lato di uscita della valvola di ritenuta fino a un valore inferiore al 60 % della NWP prima del ciclo successivo;
- ii) una valvola di intercettazione viene collegata a un supporto di prova e la pressione viene applicata in maniera continua tanto sul lato di ingresso quanto su quello di uscita.

Un ciclo operativo è costituito da un ciclo di funzionamento completo seguito dall'azzeramento;

- b) la prova viene condotta su un'unità stabilizzata alle seguenti temperature:
- i) cicli a temperatura ambiente. L'unità viene sottoposta a cicli operativi (aperta/chiusa) al 125 % della NWP (+ 2/- 0 MPa) per il 90 % dei cicli totali con la parte stabilizzata a 20 ( $\pm$  5) °C. Una volta completati i cicli operativi a temperatura ambiente, l'unità deve risultare conforme alla prova di tenuta a temperatura ambiente di cui all'allegato 4, punto 2.2;
  - ii) cicli ad alta temperatura. L'unità viene quindi sottoposta a cicli operativi al 125 % della NWP (+ 2/- 0 MPa) per il 5 % dei cicli operativi totali con la parte stabilizzata a una temperatura di 85 °C o superiore. Una volta completati i cicli operativi a 85 °C, l'unità deve risultare conforme alla prova di tenuta ad alta temperatura di cui all'allegato 4, punto 2.2;
  - iii) cicli a bassa temperatura. L'unità viene quindi sottoposta a cicli operativi al 100 % della NWP (+ 2/- 0 MPa) per il 5 % dei cicli totali con la parte stabilizzata a una temperatura di -40 °C o inferiore. Una volta completati i cicli operativi a -40 °C, l'unità deve risultare conforme alla prova di tenuta a bassa temperatura di cui all'allegato 4, punto 2.2;
- c) prova di turbolenza della valvola di ritenuta: dopo 11 000 cicli operativi e in seguito alle prove di tenuta di cui all'allegato 4, punto 2.3, lettera b), la valvola di ritenuta viene sottoposta a 24 ore di flusso con turbolenza a una portata che causa il maggior grado di turbolenza (vibrazione della valvola). Al termine della prova, la valvola di ritenuta deve risultare conforme alla prova di tenuta a temperatura ambiente (allegato 4, punto 2.2) e alla prova di resistenza (allegato 4, punto 2.1).

#### 2.4. Prova di resistenza alla corrosione salina

Sostenuto nella sua posizione di montaggio normale, il componente è esposto per 500 ore a una prova in nebbia salina (spruzzatura di sale) come indicato nella norma ASTM B117 [*Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus* (Pratica standard per il funzionamento del dispositivo di nebbia salina)]. La temperatura all'interno della camera per la prova in nebbia salina viene mantenuta a 30-35 °C. La soluzione salina è costituita al 5 % da cloruro di sodio e al 95 % da acqua distillata, in frazione di massa.

Immediatamente dopo la prova di corrosione, il campione viene sciacquato e pulito delicatamente rimuovendo i depositi di sale, esaminato per rilevare eventuali distorsioni e deve quindi soddisfare le prescrizioni che seguono:

- a) il componente non deve mostrare segni di degradazione fisica che potrebbero comprometterne il funzionamento, in particolare: cricche, rammollimento o rigonfiamento. Le variazioni estetiche quali la vaiolatura o la formazione di macchie non costituiscono guasti;
- b) prescrizioni della prova di tenuta (allegato 4, punto 2.2);
- c) prescrizioni della prova di resistenza idrostatica (allegato 4, punto 2.1).

#### 2.5. Prova nell'ambiente del veicolo

La resistenza alla degradazione dovuta a esposizione ai fluidi del settore automobilistico è determinata mediante la seguente prova.

- a) I collegamenti interni ed esterni della valvola sono connessi o chiusi con un tappo conformemente alle istruzioni di montaggio del costruttore. Le superfici esterne della valvola sono esposte per 24 ore a 20 ( $\pm$  5) °C a ciascuno dei seguenti fluidi:
  - i) acido solforico (soluzione acquosa al 19 % in frazione di volume);
  - ii) idrossido di sodio (soluzione acquosa al 25 % in frazione di massa);
  - iii) nitrato di ammonio (soluzione acquosa al 28 % in frazione di massa); e
  - iv) liquido lavavetri (soluzione acquosa di alcool metilico al 50 % in frazione di volume).

I fluidi vengono reintegrati secondo necessità per garantire un'esposizione completa per la durata della prova. Per ogni fluido viene eseguita una prova a sé. Un componente può essere utilizzato per l'esposizione a tutti i fluidi in sequenza;

- b) in seguito all'esposizione a ciascuna sostanza chimica, il componente viene pulito con un panno e risciacquato con acqua;
- c) il componente non deve mostrare segni di degradazione fisica che potrebbero comprometterne il funzionamento, in particolare: cricche, rammollimento o rigonfiamento. Le variazioni estetiche quali la vaiolatura o la formazione di macchie non costituiscono guasti. Al termine di tutte le esposizioni, l'unità o le unità devono risultare conformi alle prescrizioni della prova di tenuta a temperatura ambiente (allegato 4, punto 2.2) e della prova di resistenza idrostatica (allegato 4, punto 2.1).

## 2.6. Prova di corrosione atmosferica

La prova di corrosione atmosferica si applica alla qualificazione delle valvole di ritenuta e delle valvole di intercettazione automatiche se il componente presenta materiali non metallici esposti all'atmosfera durante le normali condizioni di esercizio.

- a) Tutti i materiali non metallici che fungono da guarnizioni per il contenimento di carburante e sono esposti all'atmosfera, per i quali il richiedente non ha presentato una dichiarazione soddisfacente delle proprietà, devono risultare privi di cricche o di segni visibili di deterioramento in seguito all'esposizione a ossigeno per 96 ore a 70 ° C a 2 MPa conformemente alla norma ASTM D572 [*Standard Test Method for Rubber - Deterioration by Heat and Oxygen* (Metodo di prova standard per la gomma - Deterioramento dovuto a calore e ossigeno)].
- b) Per tutti gli elastomeri occorre dimostrare la resistenza all'ozono applicando uno o più dei seguenti metodi:
  - i) specifica per i composti elastomerici con resistenza stabilita all'ozono;
  - ii) prove di componenti conformemente alla norma ISO 1431/1 o ASTM D1149 oppure a metodi di prova equivalenti.

## 2.7. Prove elettriche

Le prove elettriche si applicano alla qualificazione della valvola di intercettazione automatica; non si applicano alla qualificazione delle valvole di ritenuta.

- a) Prova di tensione anomala. L'elettrovalvola viene collegata a una sorgente di tensione continua variabile. L'elettrovalvola viene azionata come segue:
  - i) viene stabilita una condizione di equilibrio (temperatura allo stato stazionario) per un'ora a 1,5 volte la tensione nominale;
  - ii) la tensione viene aumentata a due volte la tensione nominale oppure a 60 volt, a seconda di quale di detti valori sia inferiore, e quindi mantenuta tale per un minuto;
  - iii) un eventuale guasto non deve provocare perdite esterne, causare l'apertura della valvola o determinare condizioni di scarsa sicurezza quali presenza di fumo, fuoco o fusione.

La tensione di apertura minima alla pressione di esercizio nominale e alla temperatura ambiente non deve essere superiore a 9 V per gli impianti a 12 V e a 18 V nel caso degli impianti a 24 V.

- b) Prova di resistenza di isolamento. Si applica una tensione continua pari a 1 000 V tra il conduttore di alimentazione e l'involucro del componente per almeno due secondi. La resistenza minima consentita per tale componente è di 240 kΩ.

## 2.8. Prova di vibrazione

La valvola viene pressurizzata al 100 % della sua NWP (+ 2/- 0 MPa) con idrogeno, sigillata alle due estremità e fatta vibrare per 30 minuti lungo ciascuno dei tre assi ortogonali (verticale, laterale e longitudinale) applicando le frequenze di risonanza di maggiore impatto. Le frequenze di risonanza di maggiore impatto sono determinate da un'accelerazione di 1,5 g con un tempo di scansione di 10 minuti all'interno di un intervallo di frequenze sinusoidali comprese tra 10 e 40 Hz. Se la frequenza di risonanza non viene riscontrata all'interno di tale intervallo, la prova viene effettuata a 40 Hz. A seguito di questa prova, nessun campione deve mostrare danni esterni visibili che possano indicare che il componente in esame è compromesso. Una volta completata la prova, l'unità deve risultare conforme alle prescrizioni della prova di tenuta a temperatura ambiente di cui all'allegato 4, punto 2.2

## 2.9. Prova di tensocorrosione

Per le valvole contenenti componenti costituiti da una lega di rame (ad esempio ottone), viene sottoposta a prova un'unità. Tale valvola viene smontata, tutti i componenti in lega di rame vengono sgrassati e, successivamente, la valvola viene rimontata prima di essere esposta in maniera continua per dieci giorni ad una miscela umida di ammoniacca-aria mantenuta in una camera di vetro dotata di un coperchio di vetro.

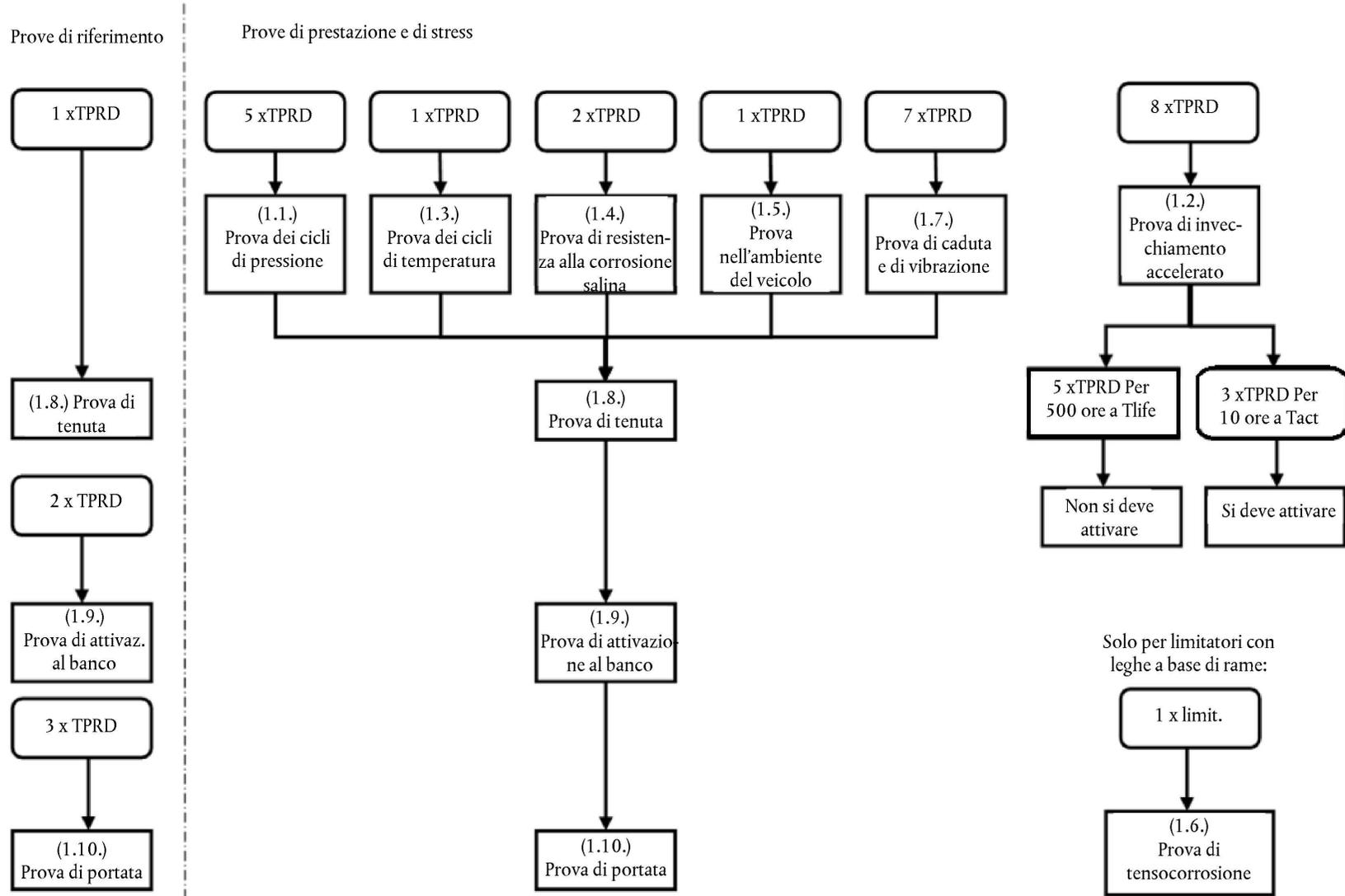
La soluzione acquosa ammoniacale avente un peso specifico di 0,94 viene mantenuta sulla base della camera di vetro sotto al campione ad una concentrazione pari ad almeno 20 ml per litro di volume della camera. Il campione viene posizionato 35 (± 5) mm sopra la soluzione acquosa ammoniacale e alloggiato in una vaschetta inerte. La miscela umida di ammoniacca-aria viene mantenuta a pressione atmosferica a 35 (± 5) °C. I componenti in lega di rame non devono presentare cricche o delaminazione a causa di questa prova.

#### 2.10. Prova di esposizione all'idrogeno preraffreddato

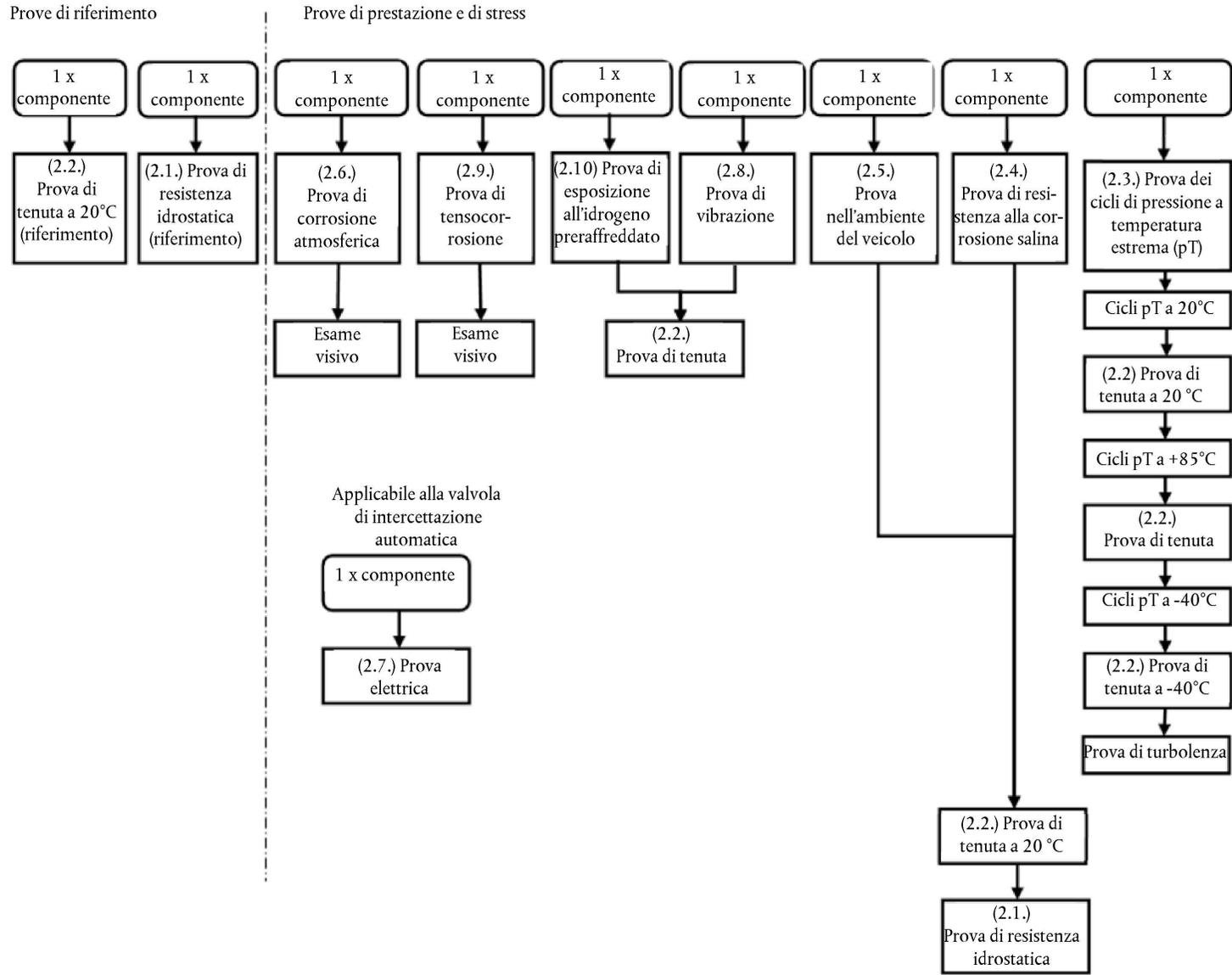
La valvola viene sottoposta a idrogeno gassoso preraffreddato a una temperatura di  $-40\text{ °C}$  o inferiore a una portata di  $30\text{ g/sec}$  alla temperatura esterna di  $20 (\pm 5)\text{ °C}$  per almeno tre minuti. L'unità viene depressurizzata e ripressurizzata dopo un periodo di tenuta di due minuti. Tale prova viene ripetuta dieci volte. Questa procedura di prova viene quindi ripetuta per dieci cicli aggiuntivi, fatta eccezione per il fatto che il periodo di tenuta viene aumentato a 15 minuti. L'unità deve quindi risultare conforme alle prescrizioni della prova di tenuta a temperatura ambiente di cui all'allegato 4, punto 2.2.

---

PANORAMICA DELLE PROVE CONCERNENTI I LIMITATORI DI PRESSIONE AD AZIONAMENTO TERMICO



PANORAMICA DELLE PROVE CONCERNENTI LE VALVOLE DI RITENUTA E LE VALVOLE DI INTERCETTAZIONE AUTOMATICHE



## ALLEGATO 5

PROCEDURE DI PROVA PER IMPIANTI DI ALIMENTAZIONE DEL CARBURANTE DEL VEICOLO CHE  
COMPREDONO L'IMPIANTO DI STOCCAGGIO DI IDROGENO COMPRESSO

## 1. PROVA DI TENUTA DELL'IMPIANTO DI STOCCAGGIO DI IDROGENO COMPRESSO IN SEGUITO AD URTO

Al fine di valutare eventuali perdite di idrogeno in seguito ad urto si ricorre alle prove d'urto di cui al punto 7.2 del presente regolamento.

Prima dell'esecuzione della prova d'urto, la strumentazione viene montata nell'impianto di stoccaggio dell'idrogeno al fine di eseguire le misurazioni di pressione e temperatura richieste qualora il veicolo standard non disponga già di strumentazione che presenti la precisione richiesta.

L'impianto di stoccaggio viene quindi spurgato, se necessario, seguendo le istruzioni fornite dal costruttore in maniera da rimuovere le impurità dal serbatoio prima di riempirlo di idrogeno o elio compresso. Poiché la pressione dell'impianto di stoccaggio varia al variare della temperatura, la pressione di riempimento prevista è determinata in funzione della temperatura. La pressione prevista ( $P_{\text{target}}$ ) deve essere stabilita utilizzando l'equazione riportata in appresso:

$$P_{\text{target}} = NWP \times (273 + T_0) / 288$$

dove NWP è la pressione di esercizio nominale (MPa),  $T_0$  è la temperatura ambiente alla quale è previsto che l'impianto di stoccaggio si stabilizzi e  $P_{\text{target}}$  è la pressione di riempimento prevista in seguito alla stabilizzazione della temperatura.

Il serbatoio viene riempito per almeno il 95 % della pressione di riempimento prevista e lasciato stabilizzare prima dell'esecuzione della prova d'urto.

La valvola di arresto principale e le valvole di intercettazione per l'idrogeno gassoso, situate nella tubazione a valle dell'idrogeno gassoso, si trovano in condizioni di guida normali, immediatamente prima dell'urto.

## 1.1. Prova di tenuta in seguito ad urto: impianto di stoccaggio di idrogeno compresso riempito di idrogeno compresso

La pressione dell'idrogeno,  $P_0$  (MPa), e la temperatura,  $T_0$  (°C), vengono misurate immediatamente prima dell'urto e, quindi, a un intervallo di tempo,  $\Delta t$  (min), successivo all'urto. L'intervallo di tempo,  $\Delta t$ , inizia a decorrere dal momento in cui il veicolo si ferma in seguito all'urto e continua per almeno 60 minuti. Se necessario, occorre estendere l'intervallo di tempo,  $\Delta t$ , per garantire la precisione della misurazione per gli impianti di stoccaggio con un volume elevato che funzionano fino a 70 MPa; in tale caso, il valore di  $\Delta t$  è calcolato applicando la seguente equazione:

$$\Delta t = V_{\text{CHSS}} \times NWP / 1\,000 \times ((-0,027 \times NWP + 4) \times R_s - 0,21) - 1,7 \times R_s$$

dove  $R_s = P_s / NWP$ ,  $P_s$  è l'intervallo di valori del sensore di pressione in termini di pressione (MPa), NWP è la pressione di esercizio nominale (MPa),  $V_{\text{CHSS}}$  è il volume dell'impianto di stoccaggio di idrogeno compresso (l) e  $\Delta t$  è l'intervallo di tempo (min). Se il valore calcolato di  $\Delta t$  è inferiore a 60 minuti,  $\Delta t$  è fissato comunque a 60 minuti.

La massa di idrogeno inizialmente presente nell'impianto di stoccaggio è calcolata come segue:

$$P_0' = P_0 \times 288 / (273 + T_0)$$

$$\rho_0' = -0,0027 \times (P_0')^2 + 0,75 \times P_0' + 0,5789$$

$$M_0 = \rho_0' \times V_{\text{CHSS}}$$

La massa di idrogeno presente alla fine nell'impianto di stoccaggio,  $M_f$ , al termine dell'intervallo di tempo,  $\Delta t$ , viene calcolata come segue:

$$P_f' = P_f \times 288 / (273 + T_f)$$

$$\rho_f' = -0,0027 \times (P_f')^2 + 0,75 \times P_f' + 0,5789$$

$$M_f = \rho_f' \times V_{\text{CHSS}}$$

dove  $P_f$  è la pressione finale misurata (MPa) al termine dell'intervallo di tempo e  $T_f$  è la temperatura finale misurata (°C).

La portata media di idrogeno nell'intervallo di tempo (che deve essere inferiore ai criteri di cui al punto 7.2.1) è pertanto pari a:

$$V_{H_2} = (M_f - M_o) / \Delta t \times 22,41 / 2,016 \times (P_{target} / P_o)$$

dove  $V_{H_2}$  è la portata volumetrica media (NL/min) nell'intervallo di tempo e il termine  $(P_{target} / P_o)$  viene utilizzato per compensare le differenze tra la pressione iniziale misurata,  $P_o$ , e la pressione di riempimento prevista,  $P_{target}$ .

## 1.2. Prova di tenuta in seguito ad urto: impianto di stoccaggio di idrogeno compresso riempito con elio compresso

La pressione dell'elio,  $P_o$  (MPa), e la temperatura,  $T_o$  (°C), vengono misurate immediatamente prima dell'urto e, quindi, a un intervallo di tempo prestabilito successivo all'urto. L'intervallo di tempo,  $\Delta t$ , inizia a decorrere dal momento in cui il veicolo si ferma in seguito all'urto e continua per almeno 60 minuti. Se necessario, occorre estendere l'intervallo di tempo,  $\Delta t$ , al fine di garantire la precisione della misurazione per gli impianti di stoccaggio con un volume elevato che funzionano fino a 70 MPa; in tale caso, il valore di  $\Delta t$  è calcolato applicando la seguente equazione:

$$\Delta t = V_{CHSS} \times NWP / 1\ 000 \times [(-0,028 \times NWP + 5,5) \times R_s - 0,3] - 2,6 \times R_s$$

dove  $R_s = P_s / NWP$ ,  $P_s$  è l'intervallo di valori del sensore di pressione in termini di pressione (MPa),  $NWP$  è la pressione di esercizio nominale (MPa),  $V_{CHSS}$  è il volume dell'impianto di stoccaggio compresso (l) e  $\Delta t$  è l'intervallo di tempo (min). Se il valore di  $\Delta t$  è inferiore a 60 minuti,  $\Delta t$  è fissato comunque a 60 minuti.

La massa di elio inizialmente presente nell'impianto di stoccaggio è calcolata come segue:

$$P_o' = P_o \times 288 / (273 + T_o)$$

$$\rho_o' = -0,0043 \times (P_o')^2 + 1,53 \times P_o' + 1,49$$

$$M_o = \rho_o' \times V_{CHSS}$$

La massa di elio presente alla fine nell'impianto di stoccaggio,  $M_f$ , al termine dell'intervallo di tempo,  $\Delta t$ , viene calcolata come segue:

$$P_f' = P_f \times 288 / (273 + T_f)$$

$$\rho_f' = -0,0043 \times (P_f')^2 + 1,53 \times P_f' + 1,49$$

$$M_f = \rho_f' \times V_{CHSS}$$

dove  $P_f$  è la pressione finale misurata (MPa) al termine dell'intervallo di tempo e  $T_f$  è la temperatura finale misurata (°C).

La portata media di elio nell'intervallo di tempo è quindi:

$$V_{He} = (M_f - M_o) / \Delta t \times 22,41 / 4,003 \times (P_{target} / P_o)$$

dove  $V_{He}$  è la portata volumetrica media (NL/min) nell'intervallo di tempo e il termine  $P_{target} / P_o$  viene utilizzato per compensare le differenze tra la pressione iniziale misurata ( $P_o$ ) e la pressione di riempimento prevista ( $P_{target}$ ).

La conversione della portata volumetrica media di elio in portata media di idrogeno viene calcolata applicando la seguente espressione:

$$V_{H_2} = V_{He} / 0,75$$

dove  $V_{H_2}$  è la corrispondente portata volumetrica media dell'idrogeno (che deve essere inferiore alle prescrizioni di cui al punto 7.2.1 del presente regolamento per risultare conforme).

## 2. PROVA DI CONCENTRAZIONE IN SEGUITO AD URTO PER SPAZI CHIUSI

Le misurazioni vengono registrate durante la prova d'urto per la valutazione di possibili perdite di idrogeno (o elio) (cfr. procedura di prova di cui all'allegato 5, punto 1).

I sensori vengono selezionati per misurare l'accumulo di idrogeno o elio oppure la riduzione di ossigeno (dovuta allo spostamento di aria determinato dalla fuga di idrogeno/elio).

I sensori sono calibrati su riferimenti tracciabili in maniera da garantire una precisione pari al  $\pm 5\%$  applicando i criteri previsti del 4 % di idrogeno o del 3 % di elio in frazione di volume nell'aria e una capacità di misurazione fino al fondo scala di almeno il 25 % superiore ai criteri previsti. Il sensore deve essere in grado di rispondere al 90 % a una variazione di fondo scala nella concentrazione entro 10 secondi.

Prima dell'urto, i sensori sono posizionati nell'abitacolo e nel vano bagagli del veicolo come segue:

- a) a una distanza massima di 250 mm dal rivestimento del tetto sopra al sedile del conducente o vicino al centro superiore dell'abitacolo;
- b) a una distanza massima di 250 mm dal pavimento davanti al sedile posteriore (o più posteriore) nell'abitacolo;
- c) a una distanza massima di 100 mm dalla parte superiore dei vani bagagli all'interno del veicolo che non sono direttamente interessati dall'urto specifico da realizzare.

I sensori sono montati saldamente sulla struttura del veicolo o sui sedili e protetti, in considerazione della prova d'urto prevista, dai detriti, dal gas di scarico dell'airbag e da eventuali oggetti proiettati. Le misurazioni successive all'urto sono registrate da strumenti situati all'interno del veicolo o da una trasmissione remota.

Il veicolo può essere collocato all'aperto in un'area protetta dal vento e da eventuali effetti solari oppure al chiuso in uno spazio sufficientemente ampio o ventilato da impedire l'accumulo di idrogeno in una concentrazione superiore al 10 % dei criteri previsti nell'abitacolo e nei vani bagagli.

La raccolta dei dati in seguito ad urto negli spazi chiusi inizia quando il veicolo si ferma. I dati provenienti dai sensori vengono raccolti almeno ogni 5 secondi e la registrazione continua per un periodo di 60 minuti dopo la prova. Alle misurazioni può essere applicato un ritardo di primo ordine (costante di tempo) fino a un massimo di 5 secondi per garantire omogeneità e filtrare gli effetti dei punti di dati spuri.

Le letture filtrate di ciascun sensore devono essere sempre inferiori ai criteri previsti del 4,0 % per l'idrogeno o del 3,0 % per l'elio durante i 60 minuti successivi al periodo di prova in seguito ad urto.

### 3. PROVA DI CONFORMITÀ PER SINGOLE CONDIZIONI DI GUASTO

Seguire la procedura di prova di cui all'allegato 5, punto 3.1 oppure punto 3.2:

#### 3.1. Procedura di prova per veicoli dotati di rilevatori di fughe di idrogeno gassoso

##### 3.1.1. Condizione di prova

3.1.1.1 Veicolo di prova: il sistema di propulsione del veicolo di prova viene avviato, riscaldato fino alla sua normale temperatura di esercizio e, quindi, lasciato in funzione per la durata della prova. Nel caso dei veicoli che non funzionano con pile a combustibile, il propulsore viene riscaldato e mantenuto al regime minimo. Se il veicolo di prova è dotato di un sistema di arresto automatico al regime minimo, vengono adottate misure tali da impedire l'arresto del motore.

3.1.1.2. Gas di prova: due miscele di aria e idrogeno gassoso, una con una concentrazione del 3,0 % (o inferiore) di idrogeno nell'aria per verificare la funzione di avvertimento e una con una concentrazione del 4,0 % (o inferiore) di idrogeno nell'aria per verificare la funzione di spegnimento. Le concentrazioni adeguate sono selezionate in base alle raccomandazioni (o alla specifica del rivelatore) del costruttore.

##### 3.1.2. Metodo di prova

3.1.2.1. Preparazione per la prova: la prova viene condotta in assenza di influsso di vento con mezzi appropriati quali:

- a) un manicotto di induzione del gas di prova, che viene collegato al rivelatore di perdite di idrogeno gassoso;
- b) il rivelatore di perdite di idrogeno, dotato di un coperchio che serve a far rimanere il gas attorno al rivelatore di perdite di idrogeno.

##### 3.1.2.2. Esecuzione della prova

- a) Il gas di prova viene soffiato sul rivelatore di perdite di idrogeno gassoso.

- b) Il corretto funzionamento del sistema di avvertimento è confermato quando viene effettuata la prova con il gas per verificare il funzionamento della funzione di avvertimento.
- c) Si ha la conferma della chiusura della valvola principale di intercettazione durante la prova con il gas per verificare il funzionamento della funzione di spegnimento. Ad esempio, per confermare il funzionamento della valvola di intercettazione dell'alimentazione di idrogeno si può ricorrere al monitoraggio dell'alimentazione elettrica alla valvola di intercettazione o del suono dell'attivazione della valvola di intercettazione stessa.

## 3.2. Procedura di prova per l'integrità di spazi chiusi e sistemi di rilevamento

### 3.2.1. Preparazione

3.2.1.1. La prova viene condotta senza influsso del vento.

3.2.1.2. Un'attenzione particolare deve essere riservata all'ambiente di prova, poiché durante l'esecuzione della prova possono formarsi miscele infiammabili di idrogeno e aria.

3.2.1.3. Prima della prova il veicolo viene preparato per consentire rilasci di idrogeno dall'impianto a idrogeno controllabili a distanza. La quantità, la posizione e la portata dei punti di rilascio a valle della valvola principale di intercettazione dell'idrogeno sono definite dal costruttore del veicolo prendendo in considerazione gli scenari di perdita del caso peggiore in condizioni di guasto singolo. Come minimo, la portata totale di tutte le emissioni controllate a distanza deve essere adeguata ad attivare la dimostrazione delle funzioni automatiche di «avvertimento» e spegnimento dell'impianto a idrogeno.

3.2.1.4. Ai fini della prova, viene installato un rilevatore di concentrazione di idrogeno nel punto in cui l'idrogeno gassoso può accumularsi maggiormente nell'abitacolo (ad esempio vicino al rivestimento del tetto) quando si effettua la prova di conformità di cui al punto 7.1.4.2 del presente regolamento; inoltre, i rilevatori di concentrazione di idrogeno sono installati in volumi chiusi o semichiusi sul veicolo in punti in cui l'idrogeno può accumularsi in seguito ai rilasci di idrogeno simulati durante le prove per la conformità di cui al punto 7.1.4.3 del presente regolamento (cfr. allegato 5, punto 3.2.1.3).

### 3.2.2. Procedura

3.2.2.1. Le porte, i finestrini e altre coperture del veicolo sono chiusi.

3.2.2.2. Il sistema di propulsione viene avviato, fatto riscaldare fino alla sua temperatura normale di esercizio e lasciato in funzione al minimo per la durata della prova.

3.2.2.3. Viene quindi simulata una prova utilizzando la funzione controllabile a distanza.

3.2.2.4. La concentrazione di idrogeno viene misurata continuamente fino a quando non aumenta per 3 minuti. Durante l'esecuzione della prova per verificare la conformità rispetto al punto 7.1.4.3 del presente regolamento, la perdita simulata viene quindi aumentata mediante la funzione controllabile a distanza fino a quando la valvola principale di intercettazione dell'idrogeno si chiude e si attiva il segnale di avvertimento della spia. Per confermare il funzionamento della valvola di intercettazione dell'alimentazione di idrogeno si può ricorrere al monitoraggio dell'alimentazione elettrica alla valvola di intercettazione o del suono dell'attivazione della valvola di intercettazione stessa.

3.2.2.5. Per quanto riguarda la prova per la verifica della conformità rispetto al punto 7.1.4.2 del presente regolamento, la prova si considera eseguita con successo se la concentrazione di idrogeno nell'abitacolo non supera l'1,0 %. Relativamente alla prova per la verifica della conformità rispetto al punto 7.1.4.3 del presente regolamento, la prova si considera eseguita con successo se la funzione di avvertimento tramite spia e quella di spegnimento scattano ai livelli di cui al punto 7.1.4.3 del presente regolamento (o a livelli inferiori); in caso contrario, la prova si considera non superata e l'impianto non viene qualificato per il servizio a bordo del veicolo.

## 4. PROVA DI CONFORMITÀ PER IL SISTEMA DI SCARICO DEL VEICOLO

4.1. L'impianto di propulsione del veicolo di prova (ad esempio pile a combustibile o motore) viene fatto riscaldare fino alla sua temperatura normale di esercizio.

4.2. Il dispositivo di misurazione viene fatto riscaldare prima dell'uso fino alla temperatura normale di esercizio.

4.3. La sezione di misurazione del dispositivo di misurazione è posizionata sulla linea centrale del flusso di gas di scarico entro 100 mm dal punto di scarico dei gas di scarico esternamente al veicolo.

- 4.4. La concentrazione di idrogeno di scarico viene misurata continuamente durante le seguenti fasi:
- a) l'impianto di propulsione viene spento;
  - b) al completamento del processo di spegnimento, l'impianto di propulsione viene riacceso immediatamente;
  - c) dopo un intervallo di un minuto, l'impianto di propulsione viene spento; la misurazione continua fino al completamento della procedura di spegnimento dell'impianto di propulsione.
- 4.5. Il dispositivo di misurazione deve avere un tempo di risposta di misurazione inferiore a 300 millisecondi.
5. PROVA DI CONFORMITÀ PER PERDITE DAL CIRCUITO DEL CARBURANTE
- 5.1. L'impianto di propulsione del veicolo di prova (ad esempio pile a combustibile o motore) viene fatto riscaldare e funzionare alla sua temperatura normale di esercizio applicando la pressione di esercizio ai circuiti del carburante.
- 5.2. La perdita di idrogeno viene valutata in corrispondenza di sezioni accessibili dei circuiti del carburante dalla sezione ad alta pressione fino alle pile a combustibile (o al motore), utilizzando un rilevatore di perdite di gas o un liquido di rilevamento di perdite, come ad esempio una soluzione saponata.
- 5.3. Il rilevamento di perdite di idrogeno viene effettuato principalmente sui giunti.
- 5.4. Quando viene utilizzato un rilevatore di perdite di gas, il rilevamento viene condotto facendo funzionare il rilevatore di perdite per almeno 10 secondi in punti il più possibile vicini ai tubi del carburante.
- 5.5. Quando viene utilizzato un liquido di rilevamento di perdite, il rilevamento di perdite di idrogeno gassoso viene effettuato immediatamente dopo l'applicazione del liquido. Vengono inoltre eseguiti esami visivi pochi minuti dopo l'applicazione del liquido al fine di verificare la presenza di bolle causate da eventuali perdite.
6. VERIFICA DEL MONTAGGIO
- L'impianto viene sottoposto a esame visivo per verificarne la conformità.
-