

Solo i testi originali UNECE hanno efficacia giuridica a norma del diritto internazionale pubblico. Lo status e la data di entrata in vigore del presente regolamento devono essere verificati 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. 110 della Commissione economica per l'Europa delle Nazioni Unite (UNECE) — Prescrizioni uniformi relative all'omologazione di:**

- I. Componenti specifici dei veicoli a motore che utilizzano gas naturale compresso (GNC) per il sistema di propulsione**
- II. Veicoli per quanto riguarda l'installazione di componenti specifici di tipo omologato per l'utilizzo di gas naturale compresso (GNC) nel sistema di propulsione**

**Addendum 109 — Regolamento n. 110**

**Comprendente tutto il testo valido fino al:**

supplemento 6 della versione originaria del regolamento — data di entrata in vigore: 18 giugno 2007

INDICE

REGOLAMENTO

1. Campo di applicazione
2. Definizione e classificazione dei componenti

PARTE I

3. Domanda di omologazione
4. Marcature
5. Omologazione
6. Specifiche riguardanti i componenti per alimentazione con GNC
7. Modifica di un tipo di componente per l'alimentazione con GNC ed estensione dell'omologazione
8. (non assegnato)
9. Conformità della produzione
10. Sanzioni in caso di non conformità della produzione
11. (non assegnato)
12. Cessazione definitiva della produzione
13. Denominazione e indirizzo dei servizi tecnici incaricati di eseguire le prove di omologazione e dei servizi amministrativi

PARTE II

14. Definizioni
15. Domanda di omologazione
16. Omologazione
17. Prescrizioni riguardanti l'installazione di componenti specifici per l'utilizzo di gas naturale compresso nel sistema di propulsione di un veicolo
18. Conformità della produzione
19. Sanzioni in caso di non conformità della produzione
20. Modifica ed estensione dell'omologazione di un tipo di veicolo
21. Cessazione definitiva della produzione
22. Denominazione e indirizzo dei servizi tecnici incaricati di eseguire le prove di omologazione e dei servizi amministrativi

ALLEGATI

- |             |  |
|-------------|--|
| Allegato 1A | Caratteristiche essenziali del componente per alimentazione con GNC                    |
| Allegato 1B | Caratteristiche essenziali del veicolo, del motore e dell'impianto a GNC               |
| Allegato 2A | Configurazione del marchio di omologazione CE dei componenti per alimentazione con GNC |

Allegato 2B	Comunicazione relativa all'omologazione, all'estensione, al rifiuto o alla revoca dell'omologazione o alla cessazione definitiva della produzione di un tipo di componente per alimentazione con GNC a norma del regolamento n. 110 Addendum — Informazioni complementari relative all'omologazione di un tipo di componente per alimentazione con GNC a norma del regolamento n. 110
Allegato 2C	Configurazione dei marchi di omologazione
Allegato 2D	Comunicazione relativa all'omologazione, all'estensione, al rifiuto o alla revoca dell'omologazione o alla cessazione definitiva della produzione di un tipo di veicolo per quanto riguarda l'installazione di un impianto a GNC a norma del regolamento n. 110
Allegato 3	Bombole per gas — bombole ad alta pressione per lo stoccaggio a bordo di gas naturale compresso utilizzato come carburante per gli autoveicoli Appendice A — Metodi di prova Appendice B — (non assegnato) Appendice C — (non assegnato) Appendice D — Modelli di rapporto Appendice E — Verifica dei rapporti di sollecitazione mediante l'uso di estensimetri Appendice F — Metodi di determinazione della resistenza a rottura Appendice G — Istruzioni del fabbricante per la movimentazione, l'utilizzo e l'ispezione delle bombole Appendice H — Prova ambientale
Allegato 4A	Disposizioni relative all'omologazione della valvola automatica, della valvola di non ritorno, della valvola di sicurezza alla sovrappressione (PRV), del dispositivo di sicurezza alla sovrappressione (PRD) e della valvola limitatrice di flusso
Allegato 4B	Disposizioni relative all'omologazione delle tubazioni e dei tubi flessibili
Allegato 4C	Disposizioni relative all'omologazione del filtro per GNC
Allegato 4D	Disposizioni relative all'omologazione del regolatore di pressione
Allegato 4E	Disposizioni relative all'omologazione dei sensori di pressione e di temperatura
Allegato 4F	Disposizioni relative all'omologazione dell'unità di riempimento
Allegato 4G	Disposizioni relative all'omologazione del regolatore di portata del gas e del miscelatore gas/aria o dell'iniettore di gas
Allegato 4H	Disposizioni relative all'omologazione dell'unità elettronica di controllo
Allegato 5	Procedure di prova
Allegato 5A	Prova di tenuta verso l'esterno
Allegato 5B	Prova di tenuta verso l'esterno
Allegato 5C	Prova di tenuta verso l'interno
Allegato 5D	Prova di compatibilità con il GNC
Allegato 5E	Prova di resistenza alla corrosione
Allegato 5F	Resistenza al calore secco
Allegato 5G	Resistenza al deterioramento da ozono
Allegato 5H	Prova dei cicli termici
Allegato 5I	Prova dei cicli di pressione applicabile unicamente alle bombole (cfr. allegato 3)
Allegato 5J	(non assegnato)
Allegato 5K	(non assegnato)
Allegato 5L	Prova di durata (in funzionamento continuo)
Allegato 5M	Prova di scoppio/distruttiva applicabile unicamente alle bombole (cfr. allegato 3)
Allegato 5N	Prova di resistenza alle vibrazioni
Allegato 5O	Temperature di funzionamento
Allegato 6	Disposizioni relative alla marcatura di identificazione del GNC per i veicoli del trasporto pubblico

## 1. CAMPO DI APPLICAZIONE

Il presente regolamento si applica ai:

- 1.1. parte I.: componenti specifici dei veicoli a motore delle categorie M e N <sup>(1)</sup> che utilizzano gas naturale compresso (GNC) per il sistema di propulsione;
- 1.2. parte II.: veicoli delle categorie M e N <sup>(1)</sup> per quanto riguarda l'installazione di componenti specifici di tipo omologato per l'utilizzo di gas naturale compresso (GNC) nel sistema di propulsione.

<sup>(1)</sup> Secondo le definizioni di cui all'allegato 7 della risoluzione consolidata sulla costruzione dei veicoli (R.E.3), (documento TRANS/WP.29/78/Rev.1/Amend.2, da ultimo modificato dall'Amend.4).

## 2. DEFINIZIONE E CLASSIFICAZIONE DEI COMPONENTI

I componenti dell'impianto a GNC destinati ad essere utilizzati sui veicoli devono essere classificati in base alla pressione di esercizio e alla funzione, conformemente al diagramma della figura 1-1.

Classe 0	Elementi ad alta pressione, compresi i raccordi e le tubazioni contenenti GNC ad una pressione superiore a 3 MPa ed inferiore o pari a 26 MPa.
Classe 1	Elementi a media pressione, compresi i raccordi e le tubazioni contenenti GNC ad una pressione superiore a 450 kPa e inferiore o pari a 3 000 kPa (3 MPa).
Classe 2	Elementi a bassa pressione, compresi i raccordi e le tubazioni contenenti GNC ad una pressione superiore a 20 kPa e inferiore o pari a 450 kPa.
Classe 3	Elementi a media pressione come le valvole di sicurezza o gli elementi protetti da una valvola di sicurezza, compresi i raccordi e le tubazioni contenenti GNC ad una pressione superiore a 450 kPa e inferiore o pari a 3 000 kPa (3 MPa).
Classe 4	Elementi a contatto con gas sottoposto ad una pressione inferiore a 20 kPa.

Un componente può essere costituito da più elementi, ciascuno dei quali è classificato singolarmente nella classe d'appartenenza in base alla pressione massima di esercizio e alla funzione.

- 2.1. Per «pressione» si intende la pressione relativa, rispetto alla pressione atmosferica, salvo diversa indicazione.
- 2.1.1. Per «pressione di impiego» si intende la pressione stabilizzata ad una temperatura uniforme del gas di 15 °C.
- 2.1.2. Per «pressione di prova» si intende la pressione a cui viene sottoposto il componente durante la prova di collaudo.
- 2.1.3. Per «pressione di esercizio» si intende la pressione massima per la quale un componente è progettato e sulla base della quale viene determinata la resistenza dello stesso.
- 2.1.4. Per «temperature di funzionamento» si intendono i valori massimi dei range di temperatura indicati nell'allegato 5O ai quali è garantito il funzionamento corretto e sicuro del componente specifico e per i quali il componente è progettato e omologato.
- 2.2. Per «componenti specifici» si intendono:
- il serbatoio (o bombola);
  - gli accessori fissati alla bombola;
  - il regolatore di pressione;
  - la valvola automatica;
  - la valvola manuale;
  - il dispositivo di alimentazione del gas;
  - il regolatore di portata del gas;
  - i tubi flessibili del gas;
  - i tubi rigidi del gas;
  - l'unità o il bocchettone di riempimento;
  - la valvola di non ritorno;
  - la valvola di sicurezza alla sovrappressione (PRV) (valvola di scarico);
  - il dispositivo di sicurezza alla o sovrappressione (PRD — termofusibile);

- n) il filtro;
- o) il sensore/indicatore di pressione o temperatura;
- p) la valvola limitatrice di flusso;
- q) il rubinetto di servizio;
- r) l'unità elettronica di controllo;
- s) la camera stagna di ventilazione;
- t) i raccordi;
- u) il tubo di aerazione.

2.2.1. Molti dei componenti sopraelencati possono essere combinati o integrati in un «componente multifunzionale».

Figura 1-1

schema di flusso per la classificazione dei componenti per GNC

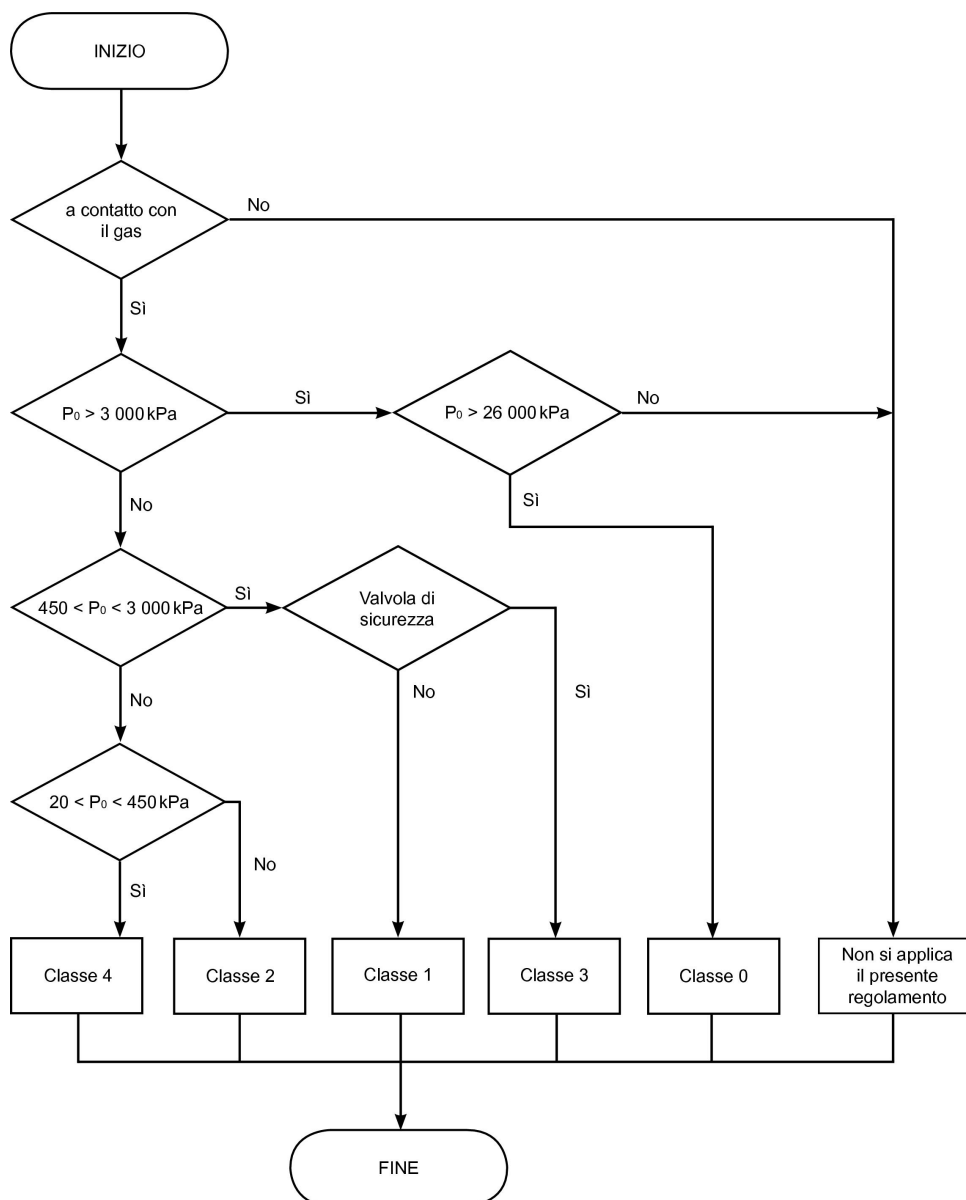


Figura 1-2

**Prove applicabili alle classi specifiche di componenti (bombole escluse)**

Prova funzionale	Prova di resistenza alla sovrappressione	Prova di tenuta (verso l'esterno)	Prova di tenuta (verso l'interno)	Prova di durata in funzionamento continuo	Resistenza alla corrosione	Resistenza al deterioramento da ozono	Compatibilità con il GNC	Resistenza alle vibrazioni	Resistenza al calore secco
	Allegato 5A	Allegato 5B	Allegato 5C	Allegato 5L	Allegato 5E	Allegato 5G	Allegato 5D	Allegato 5N	Allegato 5F
Classe 0	X	X	A	A	X	X	X	X	X
Classe 1	X	X	A	A	X	X	X	X	X
Classe 2	X	X	A	A	X	A	X	X	A
Classe 3	X	X	A	A	X	X	X	X	X
Classe 4	O	O	O	O	X	A	X	O	A

X = Applicabile

O = Non applicabile

A = A seconda dei casi.

- 2.3. Per «serbatoio» (o bombola) si intende qualsiasi recipiente utilizzato per lo stoccaggio del gas naturale compresso;
- 2.3.1. I serbatoi sono designati nel modo seguente:
- GNC-1: in metallo
- GNC-2: anima metallica rinforzata con filamento continuo impregnato di resina (ricopertura circonferenziale)
- GNC-3: anima metallica rinforzata con filamento continuo impregnato di resina (interamente ricoperti)
- GNC-4: filamento continuo impregnato di resina con un'anima non metallica (interamente in materiale composito).
- 2.4. Per «tipo di serbatoio» si intendono serbatoi che non differiscono tra loro per quanto riguarda le caratteristiche prescritte — nell'allegato 3 — per le dimensioni ed i materiali.
- 2.5. Per «accessori fissati al serbatoio» si intendono (ma non a titolo esaustivo) i componenti seguenti, separati o combinati, allorché fissati al serbatoio:
- 2.5.1. valvola manuale;
- 2.5.2. sensore/indicatore di pressione;
- 2.5.3. valvola di sicurezza alla sovrappressione (PRV) (valvola di scarico);
- 2.5.4. dispositivo di sicurezza alla sovrappressione (PRD — termofusibile);
- 2.5.5. valvola automatica della bombola;
- 2.5.6. valvola limitatrice di flusso;
- 2.5.7. camera stagna di ventilazione.
- 2.6. Per «valvola o rubinetto» si intende un dispositivo che permette di controllare il flusso di un fluido.
- 2.7. Per «valvola automatica» si intende una valvola che non è azionata manualmente.
- 2.8. Per «valvola automatica della bombola» si intende una valvola automatica fissata rigidamente alla bombola che controlla il flusso di gas al sistema di alimentazione. La valvola automatica della bombola è chiamata anche rubinetto di servizio controllato a distanza.
- 2.9. Per «valvola di non ritorno» si intende una valvola automatica che permette il flusso del gas in una sola direzione.
- 2.10. Per «valvola limitatrice di flusso» (limitatore di flusso) si intende un dispositivo che automaticamente interrompe, o limita, il flusso di gas quando la portata supera un valore di progetto prestabilito.

- 2.11. Per «valvola manuale» si intende una valvola manuale fissata rigidamente alla bombola.
- 2.12. Per «valvola di sicurezza alla sovrappressione (PRV) (valvola di scarico)» si intende un dispositivo che impedisce che la pressione a monte superi un valore prefissato.
- 2.13. Per «rubinetto di servizio» si intende una valvola di intercettazione che viene chiusa unicamente in occasione della manutenzione del veicolo.
- 2.14. Per «filtro» si intende uno schermo protettivo che trattiene i corpi estranei presenti nel gas.
- 2.15. Per «raccordo» si intende una connessione utilizzata in un sistema di condotti o di tubazioni rigide o flessibili.
- 2.16. **Tubazioni di alimentazione**
- 2.16.1. Per «tubazioni flessibili» si intende un condotto flessibile entro cui circola il gas naturale.
- 2.16.2. Per «tubazioni rigide» si intende un condotto entro cui circola il gas naturale, non progettato per subire flessioni nelle condizioni normali di utilizzo.
- 2.17. Per «dispositivo di alimentazione del gas» si intende un dispositivo che consente l'ingresso del carburante gassoso nel collettore di alimentazione del motore (carburatore o iniettore).
- 2.17.1. Per «miscelatore gas/aria» si intende un dispositivo che consente di miscelare il carburante gassoso e l'aria aspirata destinati al motore.
- 2.17.2. Per «iniettore di gas» si intende un dispositivo per l'ingresso del carburante gassoso nel motore o nel connesso sistema di aspirazione.
- 2.18. Per «regolatore di portata del gas» si intende un dispositivo, montato a valle di un regolatore di pressione, che consente di ridurre la portata di gas e che controlla l'alimentazione del motore.
- 2.19. Per «camera stagna di ventilazione» si intende un dispositivo che convoglia all'esterno del veicolo le perdite di gas, comprensivo del tubo di aerazione.
- 2.20. Per «indicatore di pressione» si intende un dispositivo pressurizzato che indica la pressione del gas.
- 2.21. Per «regolatore di pressione» si intende un dispositivo utilizzato per controllare la pressione di erogazione del carburante gassoso al motore.
- 2.22. Per «dispositivo di sicurezza alla sovrappressione (PRD — termofusibile)» si intende un dispositivo ad utilizzo unico, azionato da una temperatura e/o pressione eccessive, che espelle il gas per evitare la rottura della bombola.
- 2.23. Per «unità o bocchettone di riempimento» si intende un dispositivo montato all'esterno o all'interno (vano motore) del veicolo, utilizzato per riempire il serbatoio alla stazione di servizio.
- 2.24. Per «unità elettronica di controllo (per l'alimentazione con GNC)» si intende un dispositivo che controlla la richiesta di gas ed altri parametri del motore, ed aziona automaticamente la chiusura della valvola automatica di intercettazione, per ragioni di sicurezza.
- 2.25. Per «tipo di componenti» di cui ai punti da 2.6. a 2.23 sopra si intendono componenti che non differiscono sotto profili essenziali, quali i materiali, la pressione di esercizio e le temperature di funzionamento.
- 2.26. Per «tipo di unità elettronica di controllo» di cui al punto 2.24 si intendono componenti che non differiscono sotto profili essenziali, quali i principi di base del software, tranne che per varianti di secondaria importanza.

## PARTE I

### OMOLOGAZIONE DEI COMPONENTI SPECIFICI DEI VEICOLI A MOTORE CHE UTILIZZANO GAS NATURALE COMPRESSO (GNC) PER IL SISTEMA DI PROPULSIONE

3. DOMANDA DI OMOLOGAZIONE
- 3.1. La domanda di omologazione del componente specifico o del componente multifunzionale deve essere presentata dal titolare del marchio di fabbrica o dal suo mandatario.

- 3.2. Deve essere corredata della seguente documentazione in triplice copia e dalle informazioni seguenti:
- 3.2.1. descrizione del veicolo nella quale siano precisate tutte le informazioni pertinenti indicate nell'allegato 1A del presente regolamento;
- 3.2.2. descrizione dettagliata del tipo di componente specifico;
- 3.2.3. disegno del componente specifico, sufficientemente dettagliato e in scala appropriata;
- 3.2.4. verifica del rispetto delle specifiche di cui al punto 6 del presente regolamento.
- 3.3. Su richiesta del servizio tecnico incaricato dell'esecuzione delle prove di omologazione devono essere presentati campioni del componente specifico. Campioni supplementari (in numero massimo di 3) devono essere forniti su richiesta.
- 3.3.1. Durante la fase di riproduzione dei serbatoi [n] (\*), le prov, le prove non distruttive di cui all'allegato 3 devono essere eseguite su ogni 50 esemplari (lotto di qualificazione).
4. MARCATURE
- 4.1. I campioni di un componente specifico presentati per l'omologazione devono recare il marchio di fabbrica o la denominazione commerciale del fabbricante e il tipo, compresa un'indicazione relativa alle temperature di funzionamento [«M» o «C» per le medie (moderate) o le basse (cold) temperature]; i campioni di tubi flessibili devono inoltre recare il mese e l'anno di fabbricazione. L'iscrizione deve essere chiaramente leggibile e indelebile.
- 4.2. In ogni componente deve essere previsto uno spazio sufficiente per l'apposizione del marchio di omologazione; tale spazio deve essere indicato nei disegni di cui al punto 3.2.3.
- 4.3. Ogni serbatoio deve essere provvisto anche di una targhetta su cui siano apposti in maniera chiaramente leggibile e indelebile i seguenti dati:
- a) il numero di serie;
- b) la capacità in litri;
- c) la marcatura «GNC»;
- d) la pressione di esercizio/di prova [MPa];
- e) la massa (kg);
- f) il mese e l'anno di omologazione (es. 01.1996);
- g) il marchio di omologazione di cui al punto 5.4.
5. OMOLOGAZIONE
- 5.1. Se i campioni del componente presentati per l'omologazione soddisfano le prescrizioni di cui ai punti da 6.1 a 6.11 del presente regolamento, è rilasciata l'omologazione per questo tipo di componente.
- 5.2. Ad ogni tipo di componente o di componente multifunzionale omologato viene attribuito un numero di omologazione. Le prime due cifre di tale numero (attualmente 00 per il regolamento nella sua versione originaria) indicano la serie di emendamenti comprendente le principali e più recenti modifiche tecniche apportate al regolamento alla data del rilascio dell'omologazione. Una stessa parte contraente non può assegnare lo stesso codice alfanumerico ad un altro tipo di componente.
- 5.3. L'omologazione oppure il rifiuto o l'estensione dell'omologazione di un tipo di componente per alimentazione con GNC a norma del presente regolamento devono essere comunicati alle parti contraenti dell'accordo che applicano il presente regolamento mediante una scheda conforme al modello che figura nell'allegato 2B del presente regolamento.

(\*) Da precisare.

- 5.4. Oltre alle marcature prescritte dai punti 4.1 e 4.3, ciascun componente conforme ad un tipo omologato a norma del presente regolamento deve recare, in maniera ben visibile nello spazio menzionato al punto 4.2, un marchio internazionale di omologazione composto da:
- 5.4.1. un cerchio all'interno del quale è iscritta la lettera «E» seguita dal numero distintivo del paese che ha rilasciato l'omologazione <sup>(2)</sup>;
- 5.4.2. il numero del presente regolamento, seguito dalla lettera «R», da un trattino e dal numero di omologazione posti a destra del cerchio prescritto al punto 5.4.1. Questo numero di omologazione è costituito dal numero di omologazione attribuito al tipo di componente, che figura nel rispettivo certificato (cfr. punto 5.2 e allegato 2B), preceduto da due cifre che indicano il numero della serie più recente di emendamenti del presente regolamento.
- 5.5. Il marchio di omologazione deve essere chiaramente leggibile e indelebile.
- 5.6. Nell'allegato 2A del presente regolamento figura un esempio della configurazione del citato marchio di omologazione.

## 6. SPECIFICHE RIGUARDANTI I COMPONENTI PER ALIMENTAZIONE CON GNC

### 6.1. Disposizioni generali

- 6.1.1. I componenti specifici dei veicoli che utilizzano GNC per il sistema di propulsione devono funzionare in modo corretto e sicuro, come specificato nel presente regolamento.

I materiali dei componenti a contatto con il GNC devono essere con esso compatibili (cfr. allegato 5D).

Le parti dei componenti il cui corretto e sicuro funzionamento potrebbe essere influenzato dal contatto con il GNC, dall'alta pressione o dalle vibrazioni devono essere sottoposte alle procedure di prova applicabili descritte negli allegati del presente regolamento. In particolare devono essere soddisfatte le disposizioni di cui ai punti da 6.2 a 6.11.

I componenti specifici dei veicoli che utilizzano GNC per il sistema di propulsione devono soddisfare le prescrizioni in materia di compatibilità elettromagnetica (CEM) previste dal regolamento n. 10, serie 02 di emendamenti o da norme equivalenti.

### 6.2. Disposizioni relative ai serbatoi

- 6.2.1. I serbatoi per GNC devono essere omologati conformemente alle disposizioni dell'allegato 3 del presente regolamento.

### 6.3. Disposizioni riguardanti i componenti fissati al serbatoio

- 6.3.1. Il serbatoio deve essere dotato dei seguenti componenti, che possono essere separati o combinati:

- 6.3.1.1. la valvola manuale;

<sup>(2)</sup> 1 per la Germania, 2 per la Francia, 3 per l'Italia, 4 per i Paesi Bassi, 5 per la Svezia, 6 per il Belgio, 7 per l'Ungheria, 8 per la Repubblica ceca, 9 per la Spagna, 10 per la Serbia, 11 per il Regno Unito, 12 per l'Austria, 13 per il Lussemburgo, 14 per la Svizzera, 15 (non assegnato), 16 per la Norvegia, 17 per la Finlandia, 18 per la Danimarca, 19 per la Romania, 20 per la Polonia, 21 per il Portogallo, 22 per la Federazione russa, 23 per la Grecia, 24 per l'Irlanda, 25 per la Croazia, 26 per la Slovenia, 27 per la Slovacchia, 28 per la Bielorussia, 29 per l'Estonia, 30 (non assegnato), 31 per la Bosnia Erzegovina, 32 per la Lettonia, 33 (non assegnato), 34 per la Bulgaria, 36 per la Lituania, 37 per la Turchia, 38 (non assegnato), 39 per l'Azerbaijan, 40 per l'ex Repubblica jugoslava di Macedonia, 41 (non assegnato), 42 per la Comunità europea (le omologazioni sono rilasciate dagli Stati membri che utilizzano il proprio rispettivo simbolo ECE), 43 per il Giappone, 44 (non assegnato), 45 per l'Australia, 46 per l'Ucraina, 47 per la Repubblica del Sud Africa, 48 per la Nuova Zelanda, 49 per Cipro, 50 per Malta, 51 per la Repubblica di Corea, 52 per la Malaysia, 53 per la Thailandia, 54 e 55 (non assegnati) e 56 per il Montenegro. I numeri successivi saranno attribuiti ad altri paesi secondo l'ordine cronologico di ratifica o adesione all'accordo relativo all'adozione di prescrizioni tecniche uniformi applicabili ai veicoli a motore, agli accessori ed alle parti che possono essere installati e/o utilizzati sui veicoli a motore ed alle condizioni del riconoscimento reciproco delle omologazioni rilasciate sulla base di tali disposizioni. I numeri così assegnati saranno comunicati alle parti contraenti dell'accordo dal Segretario generale delle Nazioni Unite.



- 6.3.1.2. valvola automatica della bombola,
- 6.3.1.3. dispositivo di sicurezza alla sovrappressione (PRD),
- 6.3.1.4. limitatore di flusso.
- 6.3.2. Se necessario, il serbatoio può essere provvisto di una camera stagna di ventilazione.
- 6.3.3. I componenti di cui ai punti da 6.3.1 a 6.3.2 devono essere omologati conformemente alle disposizioni dell'allegato 4 del presente regolamento.
- 6.4.-6.11. Disposizioni relative ad altri componenti

I componenti sottoelencati devono essere omologati conformemente alle disposizioni degli allegati indicati nella tabella che segue.

Punto	Componente	Allegato
6.4.	Valvola automatica Valvola di non ritorno Valvola di sicurezza alla sovrappressione (PRV) Dispositivo di sicurezza alla sovrappressione (PRD) Valvola limitatrice di flusso	4A
6.5.	Tubo flessibile di alimentazione	4B
6.6.	Filtro per GNC	4C
6.7.	Regolatore di pressione	4D
6.8.	Sensori di pressione e di temperatura	4E
6.9.	Unità o bocchettone di riempimento	4F
6.10.	Regolatore di portata del gas e miscelatore gas/aria o iniettore	4G
6.11.	Unità elettronica di controllo	4H

- 7. MODIFICA DI UN TIPO DI COMPONENTE PER ALIMENTAZIONE CON GNC ED ESTENSIONE DELL'OMOLOGAZIONE
  - 7.1. Qualsiasi modifica di un tipo di componente per alimentazione con GNC deve essere notificata al servizio amministrativo che ha rilasciato l'omologazione, il quale può:
    - 7.1.1. ritenere improbabile che le modifiche effettuate abbiano un'incidenza negativa rilevante e ritenere che il componente soddisfa ancora le prescrizioni; oppure
    - 7.1.2. decidere che il componente deve essere sottoposto ad una nuova serie parziale o completa di prove da parte dell'autorità competente.
  - 7.2. La conferma o il rifiuto dell'omologazione, con indicazione delle modifiche, devono essere notificati conformemente alla procedura di cui al precedente punto 5.3. alle parti contraenti dell'accordo che applicano il presente regolamento.
  - 7.3. L'autorità competente che rilascia l'estensione dell'omologazione attribuisce un numero di serie ad ogni scheda di comunicazione compilata per le estensioni.
- 8. (non assegnato)
- 9. CONFORMITÀ DELLA PRODUZIONE
 

Le procedure intese ad assicurare la conformità della produzione devono essere conformi a quelle definite nell'appendice 2 E/ECE/324-E/ECE/TRANS/505/Rev. 2) e soddisfare i seguenti requisiti.

  - 9.1. Ogni serbatoio deve essere sottoposto a prova ad una pressione minima pari a 1,5 volte la pressione di esercizio, conformemente a quanto prescritto dall'allegato 3 del presente regolamento.

- 9.2. Ogni lotto comprendente al massimo 200 serbatoi fabbricato con lo stesso lotto di materie prime deve essere sottoposto ad una prova di scoppio a pressione idraulica conformemente al punto 3.2 dell'allegato 3.
- 9.3. Ogni tubo flessibile di alimentazione appartenente alle classi ad alta e media pressione (classi 0, 1) secondo la classificazione di cui al punto 2 del presente regolamento deve essere sottoposto a prova ad una pressione doppia rispetto alla pressione di esercizio.
10. SANZIONI IN CASO DI NON CONFORMITÀ DELLA PRODUZIONE
- 10.1. L'omologazione rilasciata ad un tipo di componente a norma del presente regolamento può essere revocata se le prescrizioni di cui al punto 9 non vengono rispettate.
- 10.2. Se una parte dell'accordo che applica il presente regolamento revoca un'omologazione da essa precedentemente rilasciata, ne informa immediatamente le altre parti contraenti che applicano il presente regolamento mediante l'invio di una scheda di comunicazione conforme al modello di cui all'allegato 2B del presente regolamento.
11. (non assegnato)
12. CESSAZIONE DEFINITIVA DELLA PRODUZIONE
- Il titolare di un'omologazione che cessa completamente la produzione di un tipo di componente omologato a norma del presente regolamento ne deve informare l'autorità che ha rilasciato l'omologazione. A seguito di tale comunicazione detta autorità informa le altre parti contraenti dell'accordo che applicano il presente regolamento mediante una scheda di comunicazione conforme al modello di cui all'allegato 2B del presente regolamento.
13. DENOMINAZIONE E INDIRIZZO DEI SERVIZI TECNICI INCARICATI DI ESEGUIRE LE PROVE DI OMOLOGAZIONE E DEI SERVIZI AMMINISTRATIVI

Le parti contraenti dell'accordo che applicano il presente regolamento comunicano al Segretariato delle Nazioni Unite la denominazione e l'indirizzo dei servizi tecnici incaricati di eseguire le prove di omologazione e dei servizi amministrativi che rilasciano l'omologazione, cui devono essere inviate le schede attestanti il rilascio, l'estensione, il rifiuto o la revoca dell'omologazione emesse negli altri paesi.

## PARTE II

### OMOLOGAZIONE DEI VEICOLI PER QUANTO RIGUARDA L'INSTALLAZIONE DI COMPONENTI SPECIFICI DI TIPO OMOLOGATO PER L'UTILIZZO DI GAS NATURALE COMPRESSO (GNC) NEL SISTEMA DI PROPULSIONE

14. DEFINIZIONI
- 14.1. Ai fini della parte II del presente regolamento:
- 14.1.1. per «omologazione di un veicolo» si intende l'omologazione di un tipo di veicolo delle categorie M ed N per quanto concerne l'impianto a GNC di cui il veicolo è fin dall'origine dotato a fini di propulsione;
- 14.1.2. Per «tipo di veicolo» si intendono veicoli provvisti di componenti specifici per l'alimentazione del motore con GNC, che non differiscano nei seguenti elementi:
- 14.1.2.1. il costruttore;
- 14.1.2.2. la designazione del tipo stabilita dal costruttore;

- 14.1.2.3. gli aspetti essenziali del progetto e della costruzione:
- 14.1.2.3.1. il telaio/pianale (differenze evidenti e fondamentali);
- 14.1.2.3.2. l'installazione dell'impianto per alimentazione con GNC (differenze evidenti e fondamentali);
- 14.1.3. Per «impianto a GNC» si intendono un insieme di componenti (serbatoio/i o bombola/e, valvole, tubi flessibili, ecc.) ed elementi di connessione (tubi rigidi, raccordi, ecc.) montati su veicoli a motore che utilizzano GNC per il sistema di propulsione.
15. DOMANDA DI OMOLOGAZIONE
- 15.1. La domanda di omologazione di un tipo di veicolo per quanto riguarda l'installazione dei componenti specifici per l'utilizzo di gas naturale compresso (GNC) nel sistema di propulsione deve essere presentata dal costruttore del veicolo o dal suo mandatario.
- 15.2. La domanda deve essere accompagnata da documenti, in triplice copia, contenenti una descrizione del veicolo relativa a tutte le caratteristiche pertinenti riportate nell'allegato 1B del presente regolamento.
- 15.3. Un veicolo rappresentativo del tipo omologato deve essere presentato al servizio tecnico incaricato dell'esecuzione delle prove di omologazione.
16. OMOLOGAZIONE
- 16.1. L'omologazione viene rilasciata se il veicolo presentato per l'omologazione a norma del presente regolamento è provvisto di tutti i componenti specifici per l'utilizzo di gas naturale compresso (GNC) nel sistema di propulsione e soddisfa le prescrizioni di cui al punto 17 che segue.
- 16.2. Ad ogni tipo di veicolo omologato viene attribuito un numero di omologazione. Le prime due cifre di tale numero indicano la serie di emendamenti comprendente le principali e più recenti modifiche tecniche apportate al regolamento alla data del rilascio dell'omologazione.
- 16.3. L'omologazione, il rifiuto o l'estensione dell'omologazione — a norma del presente regolamento — di un tipo di veicolo alimentato con GNC sono comunicati alle parti contraenti dell'accordo che applicano il presente regolamento mediante una scheda conforme al modello che figura nell'allegato 2D del presente regolamento.
- 16.4. Ciascun veicolo conforme ad un tipo di veicolo omologato a norma del presente regolamento deve recare, in maniera ben visibile e in una posizione facilmente accessibile specificata nella scheda di omologazione di cui al precedente punto 16.2, un marchio internazionale di omologazione composto da:
- 16.4.1. 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>;
- 16.4.2. il numero del presente regolamento, seguito dalla lettera «R», un trattino e il numero di omologazione a destra del cerchio prescritto al punto 16.4.1.

<sup>(3)</sup> 1 per la Germania, 2 per la Francia, 3 per l'Italia, 4 per i Paesi Bassi, 5 per la Svezia, 6 per il Belgio, 7 per l'Ungheria, 8 per la Repubblica ceca, 9 per la Spagna, 10 per la Serbia, 11 per il Regno Unito, 12 per l'Austria, 13 per il Lussemburgo, 14 per la Svizzera, 15 (non assegnato), 16 per la Norvegia, 17 per la Finlandia, 18 per la Danimarca, 19 per la Romania, 20 per la Polonia, 21 per il Portogallo, 22 per la Federazione russa, 23 per la Grecia, 24 per l'Irlanda, 25 per la Croazia, 26 per la Slovenia, 27 per la Slovacchia, 28 per la Bielorussia, 29 per l'Estonia, 30 (non assegnato), 31 per la Bosnia Erzegovina, 32 per la Lettonia, 33 (non assegnato), 34 per la Bulgaria, 36 per la Lituania, 37 per la Turchia, 38 (non assegnato), 39 per l'Azerbaijan, 40 per l'ex Repubblica jugoslava di Macedonia, 41 (non assegnato), 42 per la Comunità europea (le omologazioni sono rilasciate dagli Stati membri che utilizzano il proprio rispettivo simbolo ECE), 43 per il Giappone, 44 (non assegnato), 45 per l'Australia, 46 per l'Ucraina, 47 per la Repubblica del Sud Africa, 48 per la Nuova Zelanda, 49 per Cipro, 50 per Malta, 51 per la Repubblica di Corea, 52 per la Malaysia, 53 per la Thailandia, 54 e 55 (non assegnati) e 56 per il Montenegro. I numeri successivi saranno attribuiti ad altri paesi secondo l'ordine cronologico di ratifica o adesione all'accordo relativo all'adozione di prescrizioni tecniche uniformi applicabili ai veicoli a motore, agli accessori ed alle parti che possono essere installati e/o utilizzati sui veicoli a motore ed alle condizioni del riconoscimento reciproco delle omologazioni rilasciate sulla base di tali disposizioni. I numeri così assegnati saranno comunicati alle parti contraenti dell'accordo dal Segretario generale delle Nazioni Unite.

- 16.5. Se il veicolo è conforme ad un tipo di veicolo omologato — a norma di uno o più altri regolamenti allegati all'accordo — nel paese che ha rilasciato l'omologazione a norma del presente regolamento, non è necessario ripetere il simbolo di cui al punto 16.4.1; in questo caso il numero del regolamento e di omologazione e i simboli supplementari di tutti i regolamenti applicati per l'omologazione nel paese che ha rilasciato l'omologazione a norma del presente regolamento devono essere disposti in colonne verticali a destra del simbolo di cui al punto 16.4.1.
- 16.6. Il marchio di omologazione deve essere chiaramente leggibile e indelebile.
- 16.7. Il marchio di omologazione deve essere collocato sulla targhetta dei dati del veicolo o in prossimità della stessa.
- 16.8. Nell'allegato 2C del presente regolamento figurano esempi relativi alla configurazione del citato marchio di omologazione.
17. PRESCRIZIONI RIGUARDANTI L'INSTALLAZIONE DI COMPONENTI SPECIFICI PER L'UTILIZZO DI GAS NATURALE COMPRESSO NEL SISTEMA DI PROPULSIONE DI UN VEICOLO
- 17.1. **Prescrizioni di carattere generale**
- 17.1.1. L'impianto a GNC del veicolo deve funzionare in modo adeguato e sicuro alla pressione di esercizio e alle temperature di funzionamento per le quali è stato progettato e omologato.
- 17.1.2. Tutti i componenti dell'impianto devono essere coperti da un'omologazione, per le singole parti, conformemente alla parte I del presente regolamento.
- 17.1.3. I materiali utilizzati nell'impianto devono essere compatibili con il GNC.
- 17.1.4. Tutti i componenti dell'impianto devono essere fissati in modo appropriato.
- 17.1.5. L'impianto a GNC non deve presentare perdite, cioè non deve formare bolle per tre minuti.
- 17.1.6. L'impianto a GNC deve essere installato in modo da avere la migliore protezione contro danni dovuti ad esempio a movimenti di componenti del veicolo, a collisioni, a pietrisco, alle operazioni di carico e scarico del veicolo o a movimenti del carico trasportato.
- 17.1.7. All'impianto a GNC non deve essere collegato alcun accessorio eccetto quelli strettamente necessari per il corretto funzionamento del motore del veicolo.
- 17.1.7.1. In deroga alle disposizioni di cui al punto 17.1.7, i veicoli possono essere muniti di un impianto di riscaldamento dell'abitacolo/vano passeggeri e/o del vano di carico collegato all'impianto a GNC.
- 17.1.7.2. L'impianto di riscaldamento di cui al punto 17.1.7.1 è autorizzato se il servizio tecnico incaricato dell'esecuzione delle prove di omologazione ritiene che sia adeguatamente protetto e che esso non incida sul corretto funzionamento del normale impianto a GNC.
- 17.1.8. Individuazione dei veicoli alimentati a GNC appartenenti alle categorie M2 e M3 <sup>(4)</sup>
- 17.1.8.1. I veicoli delle categorie M2 e M3 dotati di un impianto a GNC devono recare una targhetta conforme alle prescrizioni dell'allegato 6.
- 17.1.8.2. Tale targhetta deve essere apposta sulla parte anteriore e posteriore dei veicoli di categoria M2 o M3 e all'esterno delle porte, sul lato destro.
- 17.2. **Altre prescrizioni**
- 17.2.1. Nessun componente dell'impianto a GNC, ivi compresi i materiali di protezione che fanno parte di tali componenti, deve sporgere oltre la sagoma del veicolo, ad eccezione dell'unità di riempimento, che può sporgere al massimo di 10 mm rispetto alla sua base.

<sup>(4)</sup> Conformemente alla definizione di cui alla risoluzione consolidata sulla costruzione dei veicoli (R.E.3), allegato 7 (TRANS/WP.29/78/Rev.1/Amend.2).

17.2.2. Nessun componente dell'impianto a GNC può essere collocato a meno di 100 mm dalla tubazione di scarico o da un'analogica sorgente di calore, a meno che non sia opportunamente schermato dal calore.

### 17.3. **Impianto a GNC**

17.3.1. Un impianto a GNC deve comprendere perlomeno i seguenti componenti:

17.3.1.1. serbatoio/i o bombola/e;

17.3.1.2. indicatore di pressione o indicatore di livello del carburante;

17.3.1.3. dispositivo di sicurezza alla sovrappressione (PRD — termofusibile);

17.3.1.4. valvola automatica della bombola;

17.3.1.5. valvola manuale;

17.3.1.6. regolatore di pressione;

17.3.1.7. regolatore di portata del gas;

17.3.1.8. limitatore di flusso;

17.3.1.9. dispositivo di alimentazione del gas;

17.3.1.10. unità o bocchettone di riempimento;

17.3.1.11. tubi flessibili del gas;

17.3.1.12. tubazioni rigide del gas;

17.3.1.13. unità elettronica di controllo;

17.3.1.14. raccordi;

17.3.1.15. camera stagna di ventilazione per i componenti installati nel bagagliaio e nell'abitacolo/vano passeggeri. La camera stagna di ventilazione, laddove non sia a prova di incendio, può coprire il dispositivo di sicurezza alla sovrappressione (PRD).

17.3.2. L'impianto a GNC può comprendere anche i seguenti componenti:

17.3.2.1. valvola di non ritorno;

17.3.2.2. valvola di sicurezza alla sovrappressione (PRV);

17.3.2.3. filtro per GNC;

17.3.2.4. sensore di pressione e/o di temperatura;

17.3.2.5. sistema di selezione del carburante e circuito elettrico.

17.3.3. Una valvola automatica supplementare può essere associata al regolatore di pressione.

### 17.4. **Installazione del serbatoio**

17.4.1. Il serbatoio deve essere installato sul veicolo in modo permanente. Non deve essere installato nel vano motore.

17.4.2. Il serbatoio deve essere installato in modo che non ci sia contatto metallo su metallo, tranne che nei punti di fissaggio del serbatoio/dei serbatoi.

17.4.3. Quando il veicolo è in ordine di marcia, il serbatoio non deve trovarsi a meno di 200 mm di altezza rispetto al piano stradale.

17.4.3.1. Le disposizioni di cui al punto 17.4.3 non si applicano se il serbatoio è opportunamente protetto anteriormente e ai lati e se nessuna sua parte sporge inferiormente alla struttura di protezione medesima.

17.4.4. I serbatoi o le bombole di carburante devono essere montati e fissati in modo tale che possano, pieni, resistere senza danni alle sollecitazioni derivanti dalle seguenti accelerazioni:

veicoli delle categorie M1 e N1:

a) 20 g nel senso di marcia

b) 8 g ortogonalmente al senso di marcia

veicoli delle categorie M2 ed N2:

a) 10 g nel senso di marcia

b) 5 g ortogonalmente al senso di marcia

veicoli delle categorie M3 e N3:

a) 6,6 g nel senso di marcia

b) 5 g ortogonalmente al senso di marcia

Invece di una prova pratica può essere utilizzato un metodo di calcolo se chi presenta la domanda di omologazione può dimostrarne l'equivalenza in termini soddisfacenti per il servizio tecnico.

## 17.5. Accessori montati sui serbatoi o sulle bombole

17.5.1. Valvola automatica

17.5.1.1. Su ciascun serbatoio deve essere installata direttamente una valvola automatica.

17.5.1.2. La valvola automatica della bombola deve funzionare in modo che l'alimentazione del gas venga interrotta contemporaneamente allo spegnimento del motore, indipendentemente dalla posizione della chiave di avviamento del motore, e resti interrotta fintantoché il motore non è in moto. È ammesso un ritardo di due (2) secondi per la fase di diagnosi.

17.5.2. Dispositivo di sicurezza alla sovrappressione (PRD)

17.5.2.1. Il dispositivo di sicurezza alla sovrappressione (PRD — termofusibile) deve essere fissato al al/ai serbatoio/i in modo tale da sfiatare nella camera stagna di ventilazione se quest'ultima soddisfa le prescrizioni di cui al punto 17.5.5.

17.5.3. Valvola limitatrice di flusso sul serbatoio

17.5.3.1. Il limitatore di flusso deve essere fissato nel serbatoio sulla valvola automatica.

17.5.4. Valvola manuale

17.5.4.1. Alla bombola deve essere fissata una valvola manuale, che può essere integrata in quella automatica.

17.5.5. Camera stagna di ventilazione montata sul serbatoio o sui serbatoi

17.5.5.1. Sul serbatoio deve essere montata una camera stagna di ventilazione che copra gli accessori del serbatoio/dei serbatoi e soddisfi le prescrizioni di cui ai punti da 17.5.5.2 a 17.5.5.5, a meno che il serbatoio non sia installato all'esterno del veicolo.

- 17.5.5.2. La camera stagna di ventilazione deve essere in comunicazione diretta con l'atmosfera, se necessario tramite un tubo di raccordo flessibile ed una bocchetta di aerazione in materiale resistente al GNC.
- 17.5.5.3. L'apertura di ventilazione della camera stagna non deve scaricare sull'arco passaruota né in direzione di una sorgente di calore come la tubazione di scarico.
- 17.5.5.4. I raccordi flessibili e le bocchette di aerazione sul fondo della scocca del veicolo, utilizzati per la ventilazione della camera stagna di ventilazione, devono avere un'apertura libera minima di 450 mm<sup>2</sup>.
- 17.5.5.5. La camera stagna di ventilazione ed i tubi di raccordo flessibili devono essere a tenuta ad una pressione di 10 kPa senza presentare deformazioni permanenti. In questo caso è accettabile una dispersione non superiore a 100 cm<sup>3</sup> l'ora.
- 17.5.5.6. Il tubo di raccordo flessibile deve essere fissato alla camera stagna di ventilazione e alla bocchetta di aerazione mediante fascette o in altro modo così da assicurare la tenuta.
- 17.5.5.7. La camera stagna di ventilazione deve contenere tutti i componenti che sono nel bagagliaio o nell'abitacolo.

#### 17.6. **Tubi rigidi e flessibili del gas**

- 17.6.1. I tubi rigidi devono essere privi di saldature e costituiti di acciaio inossidabile o di acciaio rivestito di materiale resistente alla corrosione.
- 17.6.2. Il tubo rigido può essere sostituito con un tubo flessibile per le classi 0, 1 o 2.
- 17.6.3. Il tubo flessibile deve soddisfare le prescrizioni di cui all'allegato 4B del presente regolamento.
- 17.6.4. I tubi rigidi devono essere fissati in maniera tale da non essere soggetti a vibrazioni o sollecitazioni meccaniche.
- 17.6.5. I tubi flessibili devono essere fissati in modo tale da non essere soggetti a vibrazioni o sollecitazioni meccaniche.
- 17.6.6. Al punto di fissaggio, i tubi rigidi o flessibili devono essere montati in modo tale che non ci sia contatto metallo-metallo.
- 17.6.7. I tubi rigidi e flessibili non devono essere situati in prossimità dei punti di sollevamento del veicolo (con il martinetto).
- 17.6.8. Nei punti di passaggio attraverso fori od altro, i tubi devono essere provvisti di materiale di protezione.

#### 17.7. **Raccordi per gas tra i componenti**

- 17.7.1. I raccordi a saldatura o brasatura e i raccordi a compressione a superficie mordente non sono ammessi.
- 17.7.2. Per i tubi in acciaio inossidabile si devono utilizzare unicamente raccordi in acciaio inossidabile.
- 17.7.3. I raccordi devono essere realizzati in materiale resistente alla corrosione.
- 17.7.4. I tubi rigidi devono essere collegati tramite raccordi adeguati, ad esempio raccordi a compressione in due pezzi per i tubi in acciaio e raccordi biconi.
- 17.7.5. Il numero di raccordi deve essere limitato al minimo.

- 17.7.6. Tutti i raccordi devono essere posizionati in modo tale che sia facile ispezionarli.
- 17.7.7. All'interno dell'abitacolo o in un bagagliaio chiuso, i tubi non devono essere più lunghi di quanto ragionevolmente necessario, e in ogni caso devono essere protetti mediante una camera stagna di ventilazione.
- 17.7.7.1. Le disposizioni di cui al punto 17.7.7. non si applicano se il veicolo è di categoria M2 o M3 ed i tubi e i raccordi sono muniti di una guaina protettiva resistente al GNC ed in collegamento diretto con l'atmosfera.
- 17.8. **Valvola automatica**
- 17.8.1. Un'altra valvola automatica può essere montata sul tubo del gas, il più vicino possibile al regolatore di pressione.
- 17.9. **Unità o bocchettone di riempimento**
- 17.9.1. L'unità di riempimento deve essere fissata in modo tale che non possa ruotare e deve essere protetta dalla polvere e dall'acqua.
- 17.9.2. Quando il serbatoio per GNC è montato nell'abitacolo o in un bagagliaio chiuso, l'unità di riempimento deve essere situata all'esterno del veicolo o nel vano motore.
- 17.10. **Sistema di selezione del carburante e sistema elettrico**
- 17.10.1. I componenti elettrici dell'impianto a GNC devono essere protetti da eventuali sovraccarichi.
- 17.10.2. I veicoli multicarburante devono essere muniti di un sistema di selezione del carburante che impedisca che il motore possa essere alimentato con più di un carburante contemporaneamente per più di cinque secondi. Sono consentiti i veicoli *dual fuel* (a sistema di alimentazione duale), che utilizzano il gasolio come principale carburante per l'accensione della miscela aria/gas, laddove questi motori e questi veicoli soddisfino le norme obbligatorie in materia di emissioni.
- 17.10.3. Le connessioni e i componenti elettrici alloggiati nella camera stagna di ventilazione devono essere costruiti in modo tale che non sia possibile la formazione di scintille.
18. CONFORMITÀ DELLA PRODUZIONE
- 18.1. Le procedure intese ad assicurare la conformità della produzione devono essere conformi a quelle definite nell'appendice 2 dell'accordo (E/ECE/324-E/ECE/TRANS/505/Rev. 2).
19. SANZIONI IN CASO DI NON CONFORMITÀ DELLA PRODUZIONE
- 19.1. L'omologazione rilasciata ad un tipo di veicolo a norma del presente regolamento può essere revocata se le prescrizioni di cui al punto 18 sopra non vengono rispettate.
- 19.2. La parte contraente dell'accordo che — nell'applicazione del presente regolamento — revoca un'omologazione precedentemente rilasciata, ne informa immediatamente le altre parti contraenti che applicano il presente regolamento mediante l'invio di una scheda di comunicazione conforme al modello di cui all'allegato 2D del presente regolamento.
20. MODIFICA ED ESTENSIONE DELL'OMOLOGAZIONE DI UN TIPO DI VEICOLO
- 20.1. Qualsiasi modifica dell'installazione dei componenti specifici per l'alimentazione del motore con gas naturale compresso deve essere segnalata al servizio amministrativo che ha omologato il tipo di veicolo. Detto servizio può:
- 20.1.1. ritenere che le modifiche effettuate non rischiano di avere un'incidenza negativa rilevante e che comunque il veicolo soddisfa ancora le prescrizioni; oppure



- 20.1.2. richiedere un nuovo rapporto di prova al servizio tecnico incaricato dell'esecuzione delle prove.
- 20.2. La conferma o il rifiuto dell'omologazione, con indicazione delle modifiche, devono essere notificati alle parti contraenti dell'accordo che applicano il presente regolamento, mediante una scheda di comunicazione conforme al modello di cui all'allegato 2D del presente regolamento.
- 20.3. L'autorità competente che rilascia l'estensione dell'omologazione attribuisce un numero di serie ad ogni estensione e ne informa le altre parti contraenti dell'accordo del 1958 che applicano il presente regolamento mediante una scheda di comunicazione conforme al modello di cui all'allegato 2D del presente regolamento.
21. CESSAZIONE DEFINITIVA DELLA PRODUZIONE
- Il titolare di un'omologazione che cessi completamente la produzione di un tipo di veicolo omologato a norma del presente regolamento ne informa l'autorità che ha rilasciato l'omologazione. A seguito di tale comunicazione detta autorità informa le altre parti contraenti dell'accordo del 1958 che applicano il presente regolamento mediante una scheda di comunicazione conforme al modello di cui all'allegato 2D del presente regolamento.
22. DENOMINAZIONE E INDIRIZZO DEI SERVIZI TECNICI INCARICATI DI ESEGUIRE LE PROVE DI OMOLOGAZIONE E DEI SERVIZI AMMINISTRATIVI
- Le parti contraenti dell'accordo che applicano il presente regolamento comunicano al Segretariato delle Nazioni Unite la denominazione e l'indirizzo dei servizi tecnici incaricati di eseguire le prove di omologazione, nonché la denominazione e l'indirizzo dei servizi amministrativi che rilasciano l'omologazione e cui devono essere inviate le schede attestanti il rilascio, l'estensione, il rifiuto o la revoca dell'omologazione rilasciate in altri paesi.
-

## ALLEGATO 1A

## CARATTERISTICHE ESSENZIALI DEL COMPONENTE PER ALIMENTAZIONE CON GNC

1. (non assegnato)
- 1.2.4.5.1. Descrizione dell'impianto: .....
- 1.2.4.5.2. Regolatore/i di pressione: sì/no <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.2.1. Marca o marche: .....
- 1.2.4.5.2.2. Tipo o tipi: .....
- 1.2.4.5.2.5. Disegni: .....
- 1.2.4.5.2.6. Numero dei punti di regolazione principali: .....
- 1.2.4.5.2.7. Descrizione dei principi di regolazione ai punti di regolazione principali: .....
- 1.2.4.5.2.8. Numero di punti di regolazione del minimo: .....
- 1.2.4.5.2.9. Descrizione dei principi di regolazione ai punti di regolazione del minimo: .....
- 1.2.4.5.2.10. Altre possibilità di regolazione: se sì, quali (allegare descrizione e disegni): .....
- 1.2.4.5.2.11. Pressione/i di esercizio <sup>(2)</sup>: ..... kPa
- 1.2.4.5.2.12. Materiale: .....
- 1.2.4.5.2.13. Temperature di funzionamento <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.3. Miscelatore gas/aria: sì/no <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.3.1. Numero: .....
- 1.2.4.5.3.2. Marca o marche: .....
- 1.2.4.5.3.3. Tipo o tipi: .....
- 1.2.4.5.3.4. Disegni: .....
- 1.2.4.5.3.5. Possibilità di regolazione: .....
- 1.2.4.5.3.6. Pressione/i di esercizio <sup>(2)</sup>: ..... kPa
- 1.2.4.5.3.7. Materiale: .....
- 1.2.4.5.3.8. Temperature di funzionamento <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.4. Regolatore di portata del gas: sì/no <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.4.1. Numero: .....
- 1.2.4.5.4.2. Marca o marche: .....
- 1.2.4.5.4.3. Tipo o tipi: .....
- 1.2.4.5.4.4. Disegni: .....
- 1.2.4.5.4.5. Possibilità di regolazione (descrizione) .....
- 1.2.4.5.4.6. Pressione/i di esercizio <sup>(2)</sup>: ..... kPa
- 1.2.4.5.4.7. Materiale: .....
- 1.2.4.5.4.8. Temperature di funzionamento <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.5. Iniettore/i di gas: sì/no <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.5.1. Marca o marche: .....
- 1.2.4.5.5.2. Tipo o tipi: .....
- 1.2.4.5.5.3. Identificazione: .....
- 1.2.4.5.5.4. Pressione/i di esercizio <sup>(2)</sup>: ..... kPa
- 1.2.4.5.5.5. Schemi di installazione: .....

- 1.2.4.5.5.6. Materiale: .....
- 1.2.4.5.5.7. Temperature di funzionamento <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.6. Unità elettronica di controllo (per l'alimentazione con GNC): sì/no <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.6.1. Marca o marche: .....
- 1.2.4.5.6.2. Tipo o tipi: .....
- 1.2.4.5.6.3. Possibilità di regolazione: .....
- 1.2.4.5.6.4. Principi di base del software: .....
- 1.2.4.5.6.5. Temperature di funzionamento <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.7. Serbatoio/i o bombola/e per GNC: sì/no <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.7.1. Marca o marche: .....
- 1.2.4.5.7.2. Tipo o tipi (allegare disegni): .....
- 1.2.4.5.7.3. Capacità: ..... litri
- 1.2.4.5.7.4. Schemi d'installazione del serbatoio: .....
- 1.2.4.5.7.5. Dimensioni: .....
- 1.2.4.5.7.6. Materiale: .....
- 1.2.4.5.8. Accessori del serbatoio per GNC .....
- 1.2.4.5.8.1. Indicatore di pressione: sì/no <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.8.1.1. Marca o marche: .....
- 1.2.4.5.8.1.2. Tipo o tipi: .....
- 1.2.4.5.8.1.3. Principio di funzionamento: galleggiante/altro <sup>(1)</sup> (allegare descrizione o disegni) .....
- 1.2.4.5.8.1.4. Pressione/i di esercizio <sup>(2)</sup>: ..... MPa
- 1.2.4.5.8.1.5. Materiale: .....
- 1.2.4.5.8.1.6. Temperature di funzionamento <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.8.2. Valvola di sicurezza alla sovrappressione (valvola di scarico): sì/no <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.8.2.1. Marca o marche: .....
- 1.2.4.5.8.2.2. Tipo o tipi: .....
- 1.2.4.5.8.2.3. Pressione/i di esercizio <sup>(2)</sup>: ..... MPa
- 1.2.4.5.8.2.4. Materiale: .....
- 1.2.4.5.8.2.5. Temperature di funzionamento <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.8.3. Valvola automatica della bombola:
- 1.2.4.5.8.3.1. Marca o marche: .....
- 1.2.4.5.8.3.2. Tipo o tipi: .....
- 1.2.4.5.8.3.3. Pressione/i di esercizio <sup>(2)</sup>: ..... MPa
- 1.2.4.5.8.3.4. Materiale: .....
- 1.2.4.5.8.3.5. Temperature di funzionamento <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.8.4. Valvola limitatrice di flusso: sì/no <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.8.4.1. Marca o marche: .....
- 1.2.4.5.8.4.2. Tipo o tipi: .....
- 1.2.4.5.8.4.3. Pressione/i di esercizio <sup>(2)</sup>: ..... MPa

- 1.2.4.5.8.4.4. Materiale: .....
- 1.2.4.5.8.4.5. Temperature di funzionamento <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.8.5. Camera stagna di ventilazione: sì/no <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.8.5.1. Marca o marche: .....
- 1.2.4.5.8.5.2. Tipo o tipi: .....
- 1.2.4.5.8.5.3. Pressione/i di esercizio <sup>(2)</sup>: ..... MPa
- 1.2.4.5.8.5.4. Materiale: .....
- 1.2.4.5.8.5.5. Temperature di funzionamento <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.8.6. Valvola manuale: sì/no <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.8.6.1. Marca o marche: .....
- 1.2.4.5.8.6.2. Tipo o tipi: .....
- 1.2.4.5.8.6.3. Disegni: .....
- 1.2.4.5.8.6.4. Pressione/i di esercizio <sup>(2)</sup>: ..... MPa
- 1.2.4.5.8.6.5. Materiale: .....
- 1.2.4.5.8.6.6. Temperature di funzionamento <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.9. Dispositivo di sicurezza alla sovrappressione (PRD — termofusibile): sì/no <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.9.1. Marca o marche: .....
- 1.2.4.5.9.2. Tipo o tipi: .....
- 1.2.4.5.9.3. Descrizione e disegni: .....
- 1.2.4.5.9.4. Temperatura di attivazione <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.9.5. Materiale: .....
- 1.2.4.5.9.6. Temperature di funzionamento <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.10. Unità o bocchettone di riempimento: sì/no <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.10.1. Marca o marche: .....
- 1.2.4.5.10.2. Tipo o tipi: .....
- 1.2.4.5.10.3. Pressione/i di esercizio <sup>(2)</sup>: ..... MPa
- 1.2.4.5.10.4. Descrizione e disegni: .....
- 1.2.4.5.10.5. Materiale: .....
- 1.2.4.5.10.6. Temperature di funzionamento <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.11. Tubi flessibili di alimentazione: sì/no <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.11.1. Marca o marche: .....
- 1.2.4.5.11.2. Tipo o tipi: .....
- 1.2.4.5.11.3. Descrizione: .....
- 1.2.4.5.11.4. Pressione/i di esercizio <sup>(2)</sup>: ..... kPa
- 1.2.4.5.11.5. Materiale: .....
- 1.2.4.5.11.6. Temperature di funzionamento <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.12. Sensore/i di pressione e temperatura: sì/no <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.12.1. Marca o marche: .....
- 1.2.4.5.12.2. Tipo o tipi: .....

- 1.2.4.5.12.3. Descrizione: .....
- 1.2.4.5.12.4. Pressione/i di esercizio <sup>(2)</sup>: ..... kPa
- 1.2.4.5.12.5. Materiale: .....
- 1.2.4.5.12.6. Temperature di funzionamento <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.13. Filtro/i per GNC: sì/no <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.13.1. Marca o marche: .....
- 1.2.4.5.13.2. Tipo o tipi: .....
- 1.2.4.5.13.3. Descrizione: .....
- 1.2.4.5.13.4. Pressione/i di esercizio <sup>(2)</sup>: ..... kPa
- 1.2.4.5.13.5. Materiale: .....
- 1.2.4.5.13.6. Temperature di funzionamento <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.14. Valvola/e di non ritorno: sì/no <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.14.1. Marca o marche: .....
- 1.2.4.5.14.2. Tipo o tipi: .....
- 1.2.4.5.14.3. Descrizione: .....
- 1.2.4.5.14.4. Pressione/i di esercizio <sup>(2)</sup>: ..... kPa
- 1.2.4.5.14.5. Materiale: .....
- 1.2.4.5.14.6. Temperature di funzionamento <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.15. Collegamento dell'impianto di riscaldamento all'impianto a GNC: sì/no <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.15.1. Marca o marche: .....
- 1.2.4.5.15.2. Tipo o tipi: .....
- 1.2.4.5.15.3. Descrizione e schemi di installazione:
- 1.2.5. Impianto di raffreddamento: (liquido/aria) <sup>(1)</sup>
- 1.2.5.1. Descrizione dell'impianto/disegni relativi all'impianto a GNC: .....

---

<sup>(1)</sup> Cancellare la dicitura che non interessa.

<sup>(2)</sup> Indicare la tolleranza.

---

## ALLEGATO 1B

## CARATTERISTICHE ESSENZIALI DEL VEICOLO, DEL MOTORE E DELL'IMPIANTO A GNC

0. DESCRIZIONE DEL VEICOLO/DEI VEICOLI
- 0.1. Marca: .....
- 0.2. Tipo o tipi: .....
- 0.3. Nome e indirizzo del fabbricante: .....
- 0.4. Tipo o tipi del motore e numero/i di omologazione: .....
1. DESCRIZIONE DEL MOTORE/DEI MOTORI
- 1.1. Costruttore: .....
- 1.1.1. Codice/i motore del costruttore (quale apposto sul motore o altri mezzi d'identificazione): ....  
.....
- 1.2. Motore a combustione interna
- 1.2.3. (non assegnato)
- 1.2.4.5.1. (non assegnato)
- 1.2.4.5.2. Regolatore/i di pressione: .....
- 1.2.4.5.2.1. Marca o marche: .....
- 1.2.4.5.2.2. Tipo o tipi: .....
- 1.2.4.5.2.3. Pressione/i di esercizio (<sup>2</sup>): ..... kPa
- 1.2.4.5.2.4. Materiale: .....
- 1.2.4.5.2.5. Temperature di funzionamento (<sup>2</sup>): ..... °C
- 1.2.4.5.3. Miscelatore gas/aria: sì/no (<sup>1</sup>)
- 1.2.4.5.3.1. Numero: .....
- 1.2.4.5.3.2. Marca o marche: .....
- 1.2.4.5.3.3. Tipo o tipi: .....
- 1.2.4.5.3.4. Pressione/i di esercizio (<sup>2</sup>): ..... kPa
- 1.2.4.5.3.5. Materiale: .....
- 1.2.4.5.3.6. Temperature di funzionamento (<sup>2</sup>): ..... °C
- 1.2.4.5.4. Regolatore di portata del gas: sì/no (<sup>1</sup>)
- 1.2.4.5.4.1. Numero: .....
- 1.2.4.5.4.2. Marca o marche: .....
- 1.2.4.5.4.3. Tipo o tipi: .....
- 1.2.4.5.4.4. Pressione/i di esercizio (<sup>2</sup>): ..... kPa
- 1.2.4.5.4.5. Materiale: .....
- 1.2.4.5.4.6. Temperature di funzionamento (<sup>2</sup>): ..... °C
- 1.2.4.5.5. Iniettore/i di gas: sì/no (<sup>1</sup>)
- 1.2.4.5.5.1. Marca o marche: .....
- 1.2.4.5.5.2. Tipo o tipi: .....
- 1.2.4.5.5.3. Pressione/i di esercizio (<sup>2</sup>): ..... kPa
- 1.2.4.5.5.4. Materiale: .....
- 1.2.4.5.5.5. Temperature di funzionamento (<sup>2</sup>): ..... °C
- 1.2.4.5.6. Unità elettronica di controllo per l'alimentazione con GNC: sì/no (<sup>1</sup>)

- 1.2.4.5.6.1. Marca o marche: .....
- 1.2.4.5.6.2. Tipo o tipi: .....
- 1.2.4.5.6.3. Principi di base del software: .....
- 1.2.4.5.6.4. Temperature di funzionamento (°): ..... °C
- 1.2.4.5.7. Serbatoio/i o bombola/e per GNC: sì/no (¹)
- 1.2.4.5.7.1. Marca o marche: .....
- 1.2.4.5.7.2. Tipo o tipi: .....
- 1.2.4.5.7.3. Capacità: ..... litri
- 1.2.4.5.7.4. Numero di omologazione: .....
- 1.2.4.5.7.5. Dimensioni: .....
- 1.2.4.5.7.6. Materiale: .....
- 1.2.4.5.8. Accessori del serbatoio per GNC:
- 1.2.4.5.8.1. Indicatore di pressione:
- 1.2.4.5.8.1.1. Marca o marche: .....
- 1.2.4.5.8.1.2. Tipo o tipi: .....
- 1.2.4.5.8.1.3. Pressione/i di esercizio (²): ..... MPa
- 1.2.4.5.8.1.4. Materiale: .....
- 1.2.4.5.8.1.5. Temperature di funzionamento (²): ..... °C
- 1.2.4.5.8.2. Valvola di sicurezza alla sovrappressione (valvola di scarico): sì/no (¹)
- 1.2.4.5.8.2.1. Marca o marche: .....
- 1.2.4.5.8.2.2. Tipo o tipi: .....
- 1.2.4.5.8.2.3. Pressione di esercizio (²): ..... MPa
- 1.2.4.5.8.2.4. Materiale: .....
- 1.2.4.5.8.2.5. Temperature di funzionamento (²): ..... °C
- 1.2.4.5.8.3. Valvola o valvole automatiche:
- 1.2.4.5.8.3.1. Marca o marche: .....
- 1.2.4.5.8.3.2. Tipo o tipi: .....
- 1.2.4.5.8.3.3. Pressione/i di esercizio (²): ..... MPa
- 1.2.4.5.8.3.4. Materiale: .....
- 1.2.4.5.8.3.5. Temperature di funzionamento (²): ..... °C
- 1.2.4.5.8.4. Valvola limitatrice di flusso: sì/no (¹)
- 1.2.4.5.8.4.1. Marca o marche: .....
- 1.2.4.5.8.4.2. Tipo o tipi: .....
- 1.2.4.5.8.4.3. Pressione/i di esercizio (²): ..... MPa
- 1.2.4.5.8.4.4. Materiale: .....
- 1.2.4.5.8.4.5. Temperature di funzionamento (²): ..... °C
- 1.2.4.5.8.5. Camera stagna di ventilazione: sì/no (¹)
- 1.2.4.5.8.5.1. Marca o marche: .....
- 1.2.4.5.8.5.2. Tipo o tipi: .....

- 1.2.4.5.8.5.3. Pressione/i di esercizio <sup>(2)</sup>: ..... MPa
- 1.2.4.5.8.5.4. Materiale: .....
- 1.2.4.5.8.5.5. Temperature di funzionamento <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.8.6. Valvola manuale:
- 1.2.4.5.8.6.1. Marca o marche: .....
- 1.2.4.5.8.6.2. Tipo o tipi: .....
- 1.2.4.5.8.6.3. Pressione/i di esercizio <sup>(2)</sup>: ..... MPa
- 1.2.4.5.8.6.4. Materiale: .....
- 1.2.4.5.8.6.5. Temperature di funzionamento <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.9. Dispositivo di sicurezza alla sovrappressione (PRD — termofusibile): sì/no <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.9.1. Marca o marche: .....
- 1.2.4.5.9.2. Tipo o tipi: .....
- 1.2.4.5.9.3. Temperatura di attivazione <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.9.4. Materiale: .....
- 1.2.4.5.9.5. Temperature di funzionamento <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.10. Unità o bocchettone di riempimento: sì/no <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.10.1. Marca o marche: .....
- 1.2.4.5.10.2. Tipo o tipi: .....
- 1.2.4.5.10.3. Pressione/i di esercizio <sup>(2)</sup>: ..... MPa
- 1.2.4.5.10.4. Materiale: .....
- 1.2.4.5.10.5. Temperature di funzionamento <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.11. Tubi flessibili di alimentazione: sì/no <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.11.1. Marca o marche: .....
- 1.2.4.5.11.2. Tipo o tipi: .....
- 1.2.4.5.11.3. Pressione/i di esercizio <sup>(2)</sup>: ..... kPa
- 1.2.4.5.11.4. Materiale: .....
- 1.2.4.5.11.5. Temperature di funzionamento <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.12. Sensore/i di pressione e di temperatura: sì/no <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.12.1. Marca o marche: .....
- 1.2.4.5.12.2. Tipo o tipi: .....
- 1.2.4.5.12.3. Pressione/i di esercizio <sup>(2)</sup>: ..... kPa
- 1.2.4.5.12.4. Materiale: .....
- 1.2.4.5.12.5. Temperature di funzionamento <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.13. Filtro per GNC: sì/no <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.13.1. Marca o marche: .....
- 1.2.4.5.13.2. Tipo o tipi: .....
- 1.2.4.5.13.3. Pressione/i di esercizio <sup>(2)</sup>: ..... kPa
- 1.2.4.5.13.4. Materiale: .....
- 1.2.4.5.13.5. Temperature di funzionamento <sup>(2)</sup>: ..... °C



- 1.2.4.5.14. Valvola/e di non ritorno: sì/no <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.14.1. Marca o marche: .....
- 1.2.4.5.14.2. Tipo o tipi: .....
- 1.2.4.5.14.3. Pressione/i di esercizio <sup>(2)</sup>: ..... kPa
- 1.2.4.5.14.4. Materiale: .....
- 1.2.4.5.14.5. Temperature di funzionamento <sup>(2)</sup>: ..... °C
- 1.2.4.5.15. Collegamento dell'impianto di riscaldamento all'impianto a GNC: sì/no <sup>(1)</sup>
- 1.2.4.5.15.1. Marca o marche: .....
- 1.2.4.5.15.2. Tipo o tipi: .....
- 1.2.4.5.15.3. Descrizione e schemi di installazione: .....
- 1.2.4.5.16. Altra documentazione: .....
- 1.2.4.5.16.1. Descrizione dell'impianto a GNC
- 1.2.4.5.16.2. Configurazione dell'impianto (collegamenti elettrici, collettori a vuoto, condotte di compensazione, ecc.): .....
- 1.2.4.5.16.3. Rappresentazione del simbolo: .....
- 1.2.4.5.16.4. Caratteristiche di regolazione: .....
- 1.2.4.5.16.5. Numero di omologazione del veicolo per l'alimentazione con benzina, se già rilasciata: .....  
.....
- 1.2.5. Impianto di raffreddamento: (liquido/aria) <sup>(1)</sup>

---

<sup>(1)</sup> Cancellare la dicitura che non interessa.

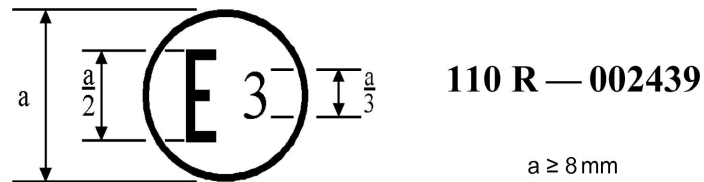
<sup>(2)</sup> Indicare la tolleranza.

---

## ALLEGATO 2A

CONFIGURAZIONE DEL MARCHIO DI OMOLOGAZIONE DEI COMPONENTI PER ALIMENTAZIONE  
CON GNC

(cfr. punto 5,2. del presente regolamento)

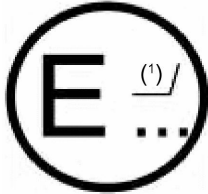


Il marchio di omologazione sopra riportato, apposto sul componente per alimentazione con GNC, indica che il componente è stato omologato in Italia (E3), a norma del regolamento n. 110, con il numero di omologazione 002439. Le prime due cifre indicano che l'omologazione è stata rilasciata conformemente alle disposizioni della versione originaria del regolamento n. 110.

## ALLEGATO 2B

## COMUNICAZIONE

[formato massimo: A4 (210 × 297 mm)]



emessa da: Nome dell'amministrazione:

.....  
 .....  
 .....

comunicazione relativa a

RILASCIO DELL'OMOLOGAZIONE  
 ESTENSIONE DELL'OMOLOGAZIONE  
 RIFIUTO DELL'OMOLOGAZIONE  
 REVOCA DELL'OMOLOGAZIONE  
 CESSAZIONE DEFINITIVA DELLA PRODUZIONE

di un tipo di componente per alimentazione con GNC, a norma del regolamento n. 110

N. di omologazione: .....

N. di estensione: .....

## 1. Componente per alimentazione con GNC:

- Serbatoio/i o bombola/e <sup>(2)</sup>
- Indicatore di pressione <sup>(2)</sup>
- Valvola di sicurezza alla sovrappressione <sup>(2)</sup>
- Valvola o valvole automatiche <sup>(2)</sup>
- Valvola limitatrice di flusso <sup>(2)</sup>
- Camera stagna di ventilazione <sup>(2)</sup>
- Regolatore/i di pressione <sup>(2)</sup>
- Valvola/e di non ritorno <sup>(2)</sup>
- Dispositivo di sicurezza alla sovrappressione (PRD) <sup>(2)</sup>
- Valvola manuale <sup>(2)</sup>
- Tubi flessibili <sup>(2)</sup>
- Unità o bocchettone di riempimento <sup>(2)</sup>
- Iniettore/i di gas <sup>(2)</sup>
- Regolatore di portata del gas <sup>(2)</sup>
- Miscelatore gas/aria <sup>(2)</sup>
- Unità elettronica di controllo <sup>(2)</sup>
- Sensore/i di pressione e di temperatura <sup>(2)</sup>
- Filtro/i per GNC <sup>(2)</sup>

2. Marchio di fabbrica o denominazione commerciale: .....

3. Nome e indirizzo del fabbricante: .....

4. Nome e indirizzo dell'eventuale mandatario del costruttore: .....

5. Presentato all'omologazione il: .....

6. Servizio tecnico incaricato dell'esecuzione delle prove di omologazione: .....

7. Data del verbale di prova rilasciato dal servizio tecnico: .....
8. Numero del verbale di prova rilasciato dal servizio tecnico: .....
9. Omologazione rilasciata/rifiutata/estesa/revocata <sup>(2)</sup>:
10. Motivo/i dell'eventuale estensione: .....
11. Luogo: .....
12. Data: .....
13. Firma: .....
14. Copia dei documenti presentati con la domanda di omologazione o di estensione dell'omologazione è disponibile su richiesta.

---

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

(<sup>2</sup>) Cancellare la dicitura che non interessa.

## Addendum

1. *Informazioni complementari relative all'omologazione di un tipo di componente per alimentazione con GNC a norma del regolamento n. 110*
  - 1.1. Serbatoio/i o bombola/e:
    - 1.1.1. Dimensioni: .....
    - 1.1.2. Materiale: .....
  - 1.2. Indicatore di pressione
    - 1.2.1. Pressione/i di esercizio (<sup>2</sup>): .....
    - 1.2.2. Materiale: .....
  - 1.3. Valvola di sicurezza alla sovrappressione (valvola di scarico)
    - 1.3.1. Pressione/i di esercizio (<sup>2</sup>): .....
    - 1.3.2. Materiale: .....
  - 1.4. Valvola o valvole automatiche
    - 1.4.1. Pressione/i di esercizio (<sup>2</sup>): .....
    - 1.4.2. Materiale: .....
  - 1.5. Valvola limitatrice di flusso
    - 1.5.1. Pressione/i di esercizio (<sup>2</sup>): .....
    - 1.5.2. Materiale: .....
  - 1.6. Camera stagna di ventilazione
    - 1.6.1. Pressione/i di esercizio (<sup>2</sup>): .....
    - 1.6.2. Materiale: .....
  - 1.7. Regolatore/i di pressione
    - 1.7.1. Pressione/i di esercizio (<sup>2</sup>): .....
    - 1.7.2. Materiale: .....
  - 1.8. Valvola/e di non ritorno
    - 1.8.1. Pressione/i di esercizio (<sup>2</sup>): .....
    - 1.8.2. Materiale: .....
  - 1.9. Dispositivo di sicurezza alla sovrappressione (PRD — termofusibile)
    - 1.9.1. Pressione/i di esercizio: (<sup>2</sup>): .....
    - 1.9.2. Materiale: .....
  - 1.10. Valvola manuale
    - 1.10.1. Pressione/i di esercizio (<sup>2</sup>): .....
    - 1.10.2. Materiale: .....
  - 1.11. Tubi flessibili
    - 1.11.1. Pressione/i di esercizio (<sup>2</sup>): .....
    - 1.11.2. Materiale: .....

- 1.12. Unità o bocchettone di riempimento
  - 1.12.1. Pressione/i di esercizio <sup>(2)</sup>: .....
  - 1.12.2. Materiale: .....
  
- 1.13. Iniettore/i di gas
  - 1.13.1. Pressione/i di esercizio <sup>(2)</sup>: .....
  - 1.13.2. Materiale: .....
  
- 1.14. Regolatore di portata del gas
  - 1.14.1. Pressione/i di esercizio <sup>(2)</sup>: .....
  - 1.14.2. Materiale: .....
  
- 1.15. Miscelatore gas/aria
  - 1.15.1. Pressione/i di esercizio <sup>(2)</sup>: .....
  - 1.15.2. Materiale: .....
  
- 1.16. Unità elettronica di controllo (per l'alimentazione con GNC)
  - 1.16.1. Principi di base del software: .....
  
- 1.17. Sensore/i di pressione e di temperatura
  - 1.17.1. Pressione/i di esercizio <sup>(2)</sup>: .....
  - 1.17.2. Materiale: .....
  
- 1.18. Filtro/i per GNC
  - 1.18.1. Pressione/i di esercizio <sup>(2)</sup>: .....
  - 1.18.2. Materiale: .....

---

<sup>(1)</sup> Cancellare la dicitura che non interessa.

<sup>(2)</sup> Indicare la tolleranza.

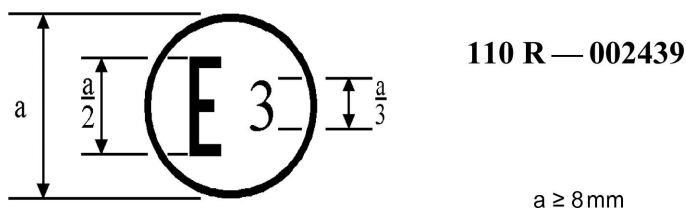
---

## ALLEGATO 2C

## CONFIGURAZIONE DEI MARCHI DI OMOLOGAZIONE

## MODELLO A

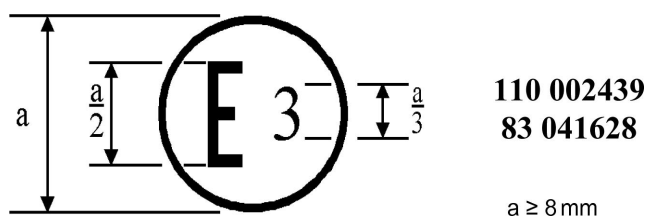
(cfr. punto 16.2. del presente regolamento)



Il marchio di omologazione sopra riportato, apposto su un veicolo, indica che, per quanto riguarda l'installazione di un impianto a GNC per l'alimentazione del motore, il veicolo è stato omologato in Italia (E3) a norma del regolamento n. 100, con il numero di omologazione 002439. Le prime due cifre indicano che l'omologazione è stata rilasciata conformemente alle disposizioni della versione originaria del regolamento n. 110.

## MODELLO B

(cfr. punto 16.2. del presente regolamento)

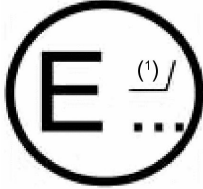


Il marchio di omologazione sopra riportato, apposto su un veicolo, indica che, per quanto riguarda l'installazione di un impianto a GNC per l'alimentazione del motore, il veicolo è stato omologato in Italia (E3) a norma del regolamento n. 110, con il numero di omologazione 002439. Le prime due cifre del numero di omologazione indicano che l'omologazione è stata rilasciata conformemente alle disposizioni della versione originaria del regolamento n. 110 e del regolamento n. 83 modificato dalla serie 04 di emendamenti.

## ALLEGATO 2D

## COMUNICAZIONE

[formato massimo: A4 (210 × 297 mm)]



emessa da: Nome dell'amministrazione:  
 .....  
 .....  
 .....

comunicazione 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 l'installazione di un impianto a GNC a norma del regolamento n. 110

N. di omologazione: ..... N. di estensione: .....

1. Marchio di fabbrica o denominazione commerciale del veicolo: .....
2. Tipo di veicolo: .....
3. Categoria del veicolo: .....
4. Nome e indirizzo del costruttore: .....
5. Nome e indirizzo dell'eventuale mandatario del costruttore: .....
6. Descrizione dettagliata del veicolo, disegni, ecc. (precisare): .....
7. Risultati delle prove: .....
8. Veicolo presentato all'omologazione il: .....
9. Servizio tecnico incaricato dell'esecuzione delle prove di omologazione: .....
10. Data del verbale di prova rilasciato dal servizio tecnico: .....
11. Impianto a GNC:
  - 11.1. Marchio di fabbrica o denominazione commerciale dei componenti e relativi numeri di omologazione: .....
  - 11.1.1. Serbatoio/i o bombola/e: .....
  - 11.1.2. ecc. (cfr. punto 2.2 del regolamento): .....
12. Numero del verbale di prova rilasciato dal servizio tecnico: .....
13. Omologazione rilasciata/rifiutata/estesa/revocata <sup>(2)</sup>: .....
14. Motivo/i dell'eventuale estensione: .....
15. Luogo: .....
16. Data: .....
17. Firma: .....
18. Copia dei seguenti documenti presentati con la domanda di omologazione o di estensione dell'omologazione è disponibile su richiesta.

Disegni, diagrammi e schemi riguardanti i componenti e l'installazione dell'impianto per alimentazione con GNC, ritenuti importanti ai fini del presente regolamento.

All'occorrenza, disegni dei vari apparecchi e della loro posizione nel veicolo.

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

<sup>(2)</sup> Cancellare la dicitura che non interessa.



## ALLEGATO 3

**BOMBOLE PER GAS BOMBOLE AD ALTA PRESSIONE PER LO STOCCAGGIO A BORDO DI GAS NATURALE UTILIZZATO COME CARBURANTE PER GLI AUTOVEICOLI**

## 1. CAMPO DI APPLICAZIONE

Il presente allegato definisce i requisiti minimi applicabili alle bombole per gas leggere ricaricabili. Queste bombole sono destinate unicamente allo stoccaggio di gas naturale compresso ad alta pressione, utilizzato come carburante a bordo di autoveicoli, ai quali tali bombole devono essere fissate. Le bombole possono essere realizzate in acciaio, alluminio o materiale non metallico, utilizzando qualsiasi progettazione o metodo di fabbricazione adatto alle condizioni di impiego specificate. Il presente allegato non tratta le anime metalliche o le bombole di acciaio inossidabile o di tipo saldato. Le bombole cui si applica il presente allegato sono classificate nella classe 0 di cui al punto 2 del presente regolamento e hanno la seguente denominazione:

GNC-1	Metallo
GNC-2	Anima metallica rinforzata con filamento continuo impregnato di resina (ricopertura circonferenziale)
GNC-3	Anima metallica rinforzata con filamento continuo impregnato di resina (interamente ricoperte)
GNC-4	Filamento continuo impregnato di resina con un'anima non metallica (interamente di materiale composito).

Le condizioni di impiego delle bombole sono descritte al punto 4. Il presente allegato si basa su una pressione di esercizio di 20 MPa stabilizzata a 15 °C per il gas naturale impiegato come carburante con una pressione massima di riempimento di 26 MPa. Altre pressioni di esercizio possono essere consentite variando la pressione mediante il coefficiente appropriato (rapporto); ad esempio, un sistema con pressione di esercizio di 25 MPa richiede pressioni moltiplicate per 1,25.

La vita di impiego della bombola deve essere definita dal fabbricante e può variare in funzione delle applicazioni. Il calcolo della vita di impiego della bombola si basa su 1 000 riempimenti per anno di impiego, per un minimo di 15 000 riempimenti. La vita massima di impiego deve essere 20 anni.

Per le bombole metalliche e con anima metallica, la vita di impiego deve essere basata sulla velocità di propagazione delle cricche da fatica. Per assicurare l'assenza di difetti maggiori della dimensione massima consentita è necessario l'esame ad ultrasuoni, o un controllo equivalente su ogni bombola o anima. Questo approccio consente di ottimizzare la progettazione e la fabbricazione di bombole leggere per veicoli che utilizzano il gas naturale compresso come carburante.

Per le bombole interamente di materiale composito provviste di anima non metallica e non portante, la vita di impiego «in sicurezza» è dimostrata mediante appropriati metodi di progettazione, prove di qualificazione della progettazione e controlli di fabbricazione.

## 2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Le norme indicate qui di seguito contengono disposizioni che, integrate in questo testo sotto forma di rinvii, sono valide ai fini del presente allegato (finché non saranno disponibili disposizioni ECE equivalenti).

*Norme ASTM <sup>(1)</sup>*

ASTM B117-90	Test method of Salt Spray (Fog) Testing,
ASTM B154-92	Mercurous Nitrate Test for Copper and Copper Alloys
ASTM D522-92	Mandrel Bend Test of attached Organic Coatings;
ASTM D1308-87	Effect of Household Chemicals on Clear and Pigmented Organic Finishes;
ASTM D2344-84	Test Method for Apparent interlaminar Shear Strength of Parallel Fibre Composites by Short Beam Method;
ASTM D2794-92	Test Method for Resistance of Organic Coatings to the Effects of Rapid Deformation (Impact);
ASTM D3170-87	Chipping Resistance of Coatings;
ASTM D3418-83	Test Method for Transition Temperatures Polymers by Thermal Analysis;

(<sup>1</sup>) American Society for Testing and Materials.

ASTM E647-93	Standard Test, Method for Measurement of Fatigue Crack Growth
ASTM E813-89	Test Method for $J_{IC}$ , a Measure of Fracture Toughness;
ASTM G53-93	Standard Practice for Operating Light and Water — Exposure Apparatus (Fluorescent UV-Condensation Type) for Exposure of non-metallic materials
<i>Norme BSI</i> <sup>(2)</sup>	
BS 5045:	Part 1 (1982) Transportable Gas Containers — Specification for Seamless Steel Gas Containers Above 0,5 litre Water Capacity
BS 7448-91	Fracture Mechanics Toughness Tests Part I — Method for Determination of $K_{IC}$ , Critical COD and Critical J Values of BS PD 6493-1991. Guidance an Methods for Assessing the A Acceptability of Flaws in Fusion Welded Structures; Metallic Materials
<i>Norme ISO</i> <sup>(3)</sup>	
ISO 148-1983	Steel — Charpy Impact Test (v-notch);
ISO 306-1987	Plastics — Thermoplastic Materials — Determination of Vicat Softening Temperature;
ISO 527 Pt 1-93	Plastics — Determination of Tensile Properties — Part I: General principles;
ISO 642-79	Steel-Hardenability Test by End Quenching (Jominy Test);
ISO 2808-91	Paints and Varnishes — Determination of film Thickness;
ISO 3628-78	Glass Reinforced Materials — Determination of Tensile Properties
ISO 4624-78	Plastics and Varnishes — Pull-off Test for adhesion;
ISO 6982-84	Metallic Materials — Tensile Testing,
ISO 6506-1981	Metallic Materials — Hardness test — Brinell Test;
ISO 6508-1986	Metallic Materials — Hardness Tests — Rockwell Test (Scales, ABCDEFGHK);
ISO 7225	Precautionary Labels for Gas Cylinders,
ISO/DIS 7866-1992	Refillable Transportable Seamless Aluminium Alloy Cylinders for Worldwide Usage Design, Manufacture and Acceptance;
ISO 9001:1994	Quality Assurance in Design/Development. Production, Installation and Servicing;
ISO 9002:1994	Quality Assurance in Production and Installation;
ISO/DIS 12737	Metallic Materials — Determination of the Plane-Strain Fracture Toughness;
ISO/IEC Guide 25-1990	General requirements for the Technical Competence of Testing Laboratories;
ISO/IEC Guide 48-1986	Guidelines for Third Party Assessment and Registration of Supplies Quality System;
ISO/DIS 9809	Transportable Seamless Steel Gas Cylinders Design, Construction and Testing — Part I: Quenched and Tempered Steel Cylinders with Tensile Strength < 1 100 MPa;
<i>Norma NACE</i> <sup>(4)</sup>	
NACE TM0177-90	Laboratory Testing of Metals for Resistance to Sulphide Stress Cracking in H <sub>2</sub> S Environments.

### 3. DEFINIZIONI

Ai fini del presente allegato si applicano le seguenti definizioni:

#### 3.1. (non assegnato)

<sup>(2)</sup> British Standards Institution.

<sup>(3)</sup> International Organization for Standardization.

<sup>(4)</sup> National Association of Corrosion Engineers.

- 3.2. *pretensionamento della cerchiatura (autofrettage)*: procedimento di applicazione di una pressione, utilizzato nella fabbricazione di bombole di materiale composito provviste di anime metalliche, che deforma l'anima oltre il suo punto di snervamento quanto basta per causare una deformazione plastica permanente. Questo procedimento fa sì che l'anima abbia sollecitazioni di compressione e che le fibre siano sottoposte a sollecitazioni di trazione con pressione interna nulla.
- 3.3. *pressione di pretensionamento della cerchiatura (autofrettage)*: pressione all'interno della bombola ricoperta alla quale si stabilisce la necessaria distribuzione delle sollecitazioni fra l'anima e la ricopertura;
- 3.4. *lotto — bombole di materiale composito*: gruppo di bombole prodotte consecutivamente da anime qualificate aventi le stesse dimensioni, lo stesso progetto, gli stessi materiali di costruzione specificati e lo stesso processo di fabbricazione;
- 3.5. *lotto — bombole/anime metalliche*: gruppo formato da bombole o anime metalliche, prodotte consecutivamente con lo stesso diametro nominale, lo stesso spessore della parete, lo stesso progetto, lo stesso materiale di costruzione specificato, lo stesso processo di fabbricazione, le medesime attrezzature di fabbricazione e il medesimo trattamento termico, nonché le stesse condizioni di tempo, temperatura e atmosfera durante il trattamento termico;
- 3.6. *lotto — anime non metalliche*: gruppo formato da anime non metalliche, prodotte consecutivamente con lo stesso diametro nominale, lo stesso spessore di parete, lo stesso progetto, lo stesso materiale di costruzione specificato e il medesimo processo di fabbricazione;
- 3.7. *limiti del lotto*: un «lotto» non deve in nessun caso superare 200 bombole finite o anime (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;
- 3.8. *bombola di materiale composito*: bombola realizzata con filamento continuo impregnato di resina avvolto attorno a un'anima metallica o non metallica. Per le bombole di materiale composito con anime non metalliche la denominazione è quella di bombole interamente di materiale composito;
- 3.9. *avvolgimento in trazione controllata*: processo utilizzato nella fabbricazione di bombole di materiale composito con avvolgimento circonferenziale provviste di anime metalliche, mediante il quale si ottengono sollecitazioni di compressione nell'anima e sollecitazioni di trazione nella ricopertura con pressione interna nulla, tramite l'avvolgimento dei filamenti di rinforzo sottoposti a una tensione sufficientemente elevata;
- 3.10. *pressione di riempimento*: pressione del gas nella bombola immediatamente dopo il suo riempimento;
- 3.11. *bombole finite*: bombole ultimate e pronte per l'uso, rappresentative della produzione normale, complete di marcature di identificazione e di strato di rivestimento esterno comprendente l'isolamento integrale specificato dal fabbricante, ma prive di protezione o di isolamento non integrale;
- 3.12. *bombola completamente ricoperta*: ricopertura che presenta un rinforzo avvolto a filamento sia nella direzione circonferenziale sia in quella assiale della bombola;
- 3.13. *temperatura del gas*: temperatura del gas in una bombola;
- 3.14. *bombola con ricopertura circonferenziale*: ricopertura che presenta un filamento di rinforzo avvolto in una direzione sostanzialmente circonferenziale attorno alla porzione cilindrica dell'anima in modo che il filamento non sia soggetto ad alcun carico significativo in una direzione parallela all'asse longitudinale della bombola;
- 3.15. *anima*: recipiente utilizzato come involucro interno stagno al gas, attorno al quale sono avvolte le fibre di rinforzo (filamenti) per ottenere la resistenza necessaria. Nella presente norma internazionale sono descritti due tipi di anima: le anime metalliche progettate per condividere il carico con il rinforzo e le anime non metalliche a cui non è trasmessa alcuna parte del carico;
- 3.16. *fabbricante*: persona o organizzazione responsabile della progettazione, della fabbricazione e delle prove delle bombole;
- 3.17. *pressione massima sviluppata (di esercizio)*: pressione stabilizzata esercitata dal gas quando una bombola riempita alla pressione di esercizio raggiunge la temperatura massima di esercizio;
- 3.18. *ricopertura*: sistema di rinforzo composto da filamento e da resina applicato attorno all'anima;
- 3.19. *pretensionamento*: processo di applicazione della pressione di pretensionamento della cerchiatura (*autofrettage*) o della tensione di avvolgimento controllata;
- 3.20. *vita di impiego*: numero di anni, durante i quali le bombole possono essere utilizzate in sicurezza in conformità alle normali condizioni di impiego;
- 3.21. *pressione stabilizzata*: pressione del gas quando è raggiunta una data temperatura stabilizzata;

- 3.22. *temperatura stabilizzata*: temperatura uniforme del gas dopo la dissipazione dell'eventuale variazione della temperatura causata dal riempimento;
- 3.23. *pressione di prova*: pressione applicata durante una prova idrostatica di tenuta;
- 3.24. *pressione di esercizio*: pressione stabilizzata di 20 MPa a una temperatura uniforme di 15 °C.

#### 4. CONDIZIONI DI IMPIEGO

##### 4.1. **Prescrizioni di carattere generale**

###### 4.1.1. Condizioni normali di impiego

Le condizioni normali di impiego descritte al presente punto sono fornite come base per la progettazione, la fabbricazione, l'ispezione, il collaudo e l'omologazione e di bombole destinate ad essere montate in forma permanente e su veicoli e destinate allo stoccaggio, a temperature ambiente, di gas naturale utilizzato come carburante nei veicoli.

###### 4.1.2. Utilizzo delle bombole

Le condizioni di impiego sono inoltre destinate a fornire informazioni su come utilizzare in modo sicuro le bombole costruite in conformità al presente regolamento. Destinatari di queste informazioni sono:

- a) i fabbricanti di bombole;
- b) i proprietari di bombole;
- c) i progettisti o gli appaltatori responsabili dell'installazione delle bombole;
- d) i progettisti o proprietari di attrezzature utilizzate per ricaricare le bombole sui veicoli;
- e) i fornitori di gas naturale;
- f) le autorità di regolamentazione competenti in materia di utilizzo delle bombole.

###### 4.1.3. Vita di impiego

La vita di impiego nel corso della quale le bombole possono essere utilizzate in condizioni di sicurezza deve essere specificata dal progettista della bombola in base all'utilizzo nelle condizioni di impiego descritte in questa sede. La vita massima di impiego è di 20 anni.

###### 4.1.4. Riqualificazione periodica

Il fabbricante delle bombole deve fornire, sulla base dell'utilizzo nelle condizioni di impiego specificate nel presente allegato, raccomandazioni per la riqualificazione periodica mediante controllo visivo o prove da eseguire nell'arco della vita di impiego. Ogni bombola deve essere sottoposta a controllo visivo almeno ogni 48 mesi a decorrere dalla data di messa in servizio nel veicolo (immatricolazione del veicolo) e ad ogni nuova installazione per verificare l'assenza di danni o deterioramenti anche sotto le fascette di supporto. Il controllo visivo deve essere effettuato da un organismo competente approvato o riconosciuto dall'autorità di regolamentazione, conformemente alle specifiche del fabbricante. Le bombole prive dell'etichetta contenente le informazioni obbligatorie oppure con etichette sulle quali per una qualunque ragione le informazioni obbligatorie siano diventate illeggibili devono essere ritirate dal servizio. Se la bombola può essere identificata in modo certo in base al fabbricante e al numero di serie, si può applicare un'etichetta sostitutiva, in modo che la bombola possa continuare a essere utilizzata.

###### 4.1.4.1. Bombole coinvolte in collisioni

Le bombole coinvolte in una collisione del veicolo devono essere ispezionate nuovamente da parte di un organismo autorizzato dal fabbricante, salvo indicazione contraria dell'autorità competente. Le bombole che non abbiano subito danni da urto a seguito della collisione possono essere nuovamente utilizzate; in caso contrario devono essere restituite al fabbricante per un'indagine valutativa.

###### 4.1.4.2. Bombole coinvolte in incendi

Le bombole che abbiano subito l'azione del fuoco devono essere nuovamente ispezionate da parte di un organismo autorizzato dal fabbricante, oppure dichiarate non idonee e ritirate dal servizio.

#### 4.2. Pressioni massime

La pressione della bombola deve essere limitata a:

- a) una pressione che si stabilizza a 20 MPa ad una temperatura stabilizzata di 15 °C;
- b) 26 MPa, subito dopo il riempimento, indipendentemente dalla temperatura.

#### 4.3. Numero massimo di cicli di riempimento

Le bombole sono progettate per essere riempite fino a una pressione stabilizzata di 20 MPa a una temperatura stabilizzata del gas di 15 °C fino a 1 000 volte per anno di impiego.

#### 4.4. Campo di temperature

##### 4.4.1. Temperatura stabilizzata del gas

La temperatura stabilizzata del gas nelle bombole può variare da un minimo di - 40 °C fino a un massimo di + 65 °C.

##### 4.4.2. Temperature delle bombole

La temperatura dei materiali delle bombole può variare da un minimo di - 40 °C fino a un massimo di + 82 °C.

Le temperature superiori a + 65 °C devono essere sufficientemente localizzate oppure di durata sufficientemente breve, in modo che la temperatura del gas nella bombola non superi mai + 65 °C, tranne nelle condizioni indicate al punto 4.4.3.

##### 4.4.3. Temperature transitorie

Le temperature sviluppate dal gas durante il riempimento e lo scarico possono oltrepassare i limiti definiti al punto 4.4.1.

#### 4.5. Composizione del gas

Al gas naturale non devono essere aggiunti deliberatamente metanolo e/o glicole. Le bombole devono essere progettate in modo da poter essere riempite con gas naturale rispondente ad una delle tre condizioni indicate di seguito:

##### a) SAE J1616

##### b) gas secco

Il vapore acqueo dovrebbe di norma essere inferiore a 32 mg/m<sup>3</sup>, con un punto di rugiada di - 9 °C a 20 MPa. Non ci sono limiti per i componenti dei gas secchi, tranne per:

- acido solfidrico e altri solfuri solubili: ..... 23 mg/m<sup>3</sup>
- ossigeno: ..... 1 % (frazione di volume)

Il tenore di idrogeno non deve superare il 2 % in volume, se le bombole sono fabbricate con un acciaio avente una resistenza a trazione superiore a 950 MPa;

##### c) gas umido

Per quanto concerne il gas che abbia un tenore d'acqua superiore a quello specificato alla lettera b), normalmente i suoi componenti sono soggetti ai limiti indicati qui di seguito:

- acido solfidrico e altri solfuri solubili: ..... 23 mg/m<sup>3</sup>
- ossigeno: ..... 1 % (frazione di volume)
- anidride carbonica: ..... 4 % (frazione di volume)
- idrogeno: ..... 0,1 % (frazione di volume)

Nel caso di gas umidi, per proteggere le bombole e le anime metalliche è necessario almeno 1 mg di lubrificante per compressori per chilogrammo di gas.

#### 4.6. Superfici esterne

Le bombole non sono progettate per un'esposizione continua all'azione meccanica o chimica, ad esempio perdite dal carico trasportato a bordo dei veicoli oppure danni gravi da abrasione provocati dalle condizioni della strada, e devono essere conformi a norme di installazione riconosciute. Le superfici esterne delle bombole possono tuttavia essere involontariamente esposte a:

- a) acqua, per immersione intermittente o spruzzi sulla strada;
- b) sale, dovuto all'impiego del veicolo in zone marittime oppure in zone dove si utilizza sale antighiaccio;
- c) radiazioni ultraviolette della luce solare;
- d) colpi di ghiaia;
- e) solventi, acidi e alcali, fertilizzanti;
- f) fluidi per autoveicoli, compresi la benzina, i fluidi idraulici, il glicole e gli oli.

#### 4.7. Permeazione o perdita di gas

Le bombole possono essere collocate in luogo chiuso per lunghi periodi di tempo. La permeazione di gas attraverso la parete della bombola o la perdita di gas tra i terminali di connessione e l'anima devono essere prese in considerazione in fase di progettazione.

### 5. OMOLOGAZIONE DEL PROGETTO

#### 5.1. Prescrizioni di carattere generale

Il progettista della bombola deve fornire le seguenti informazioni a corredo della domanda di omologazione presentata all'autorità competente:

- a) dichiarazione d'impiego (punto 5.2)
- b) dati di progettazione (punto 5.3)
- c) dati di fabbricazione (punto 5.4)
- d) sistema qualità (punto 5.5)
- e) resistenza a rottura e dimensione dei difetti per le prove non distruttive (PND) (punto 5.6)
- f) scheda delle specifiche (punto 5.7)
- g) dati aggiuntivi (punto 5.8).

Per le bombole progettate conformemente alla norma ISO 9809 non è necessario fornire il rapporto di analisi delle sollecitazioni di cui al punto 5.3.2 o le informazioni di cui al punto 5.6.

#### 5.2. Dichiarazione d'impiego

Lo scopo della dichiarazione d'impiego è fornire indicazioni agli utilizzatori e agli installatori delle bombole, ed informare l'autorità competente per l'omologazione o un suo rappresentante. La dichiarazione d'impiego deve comprendere:

- a) una dichiarazione che indichi che la progettazione della bombola è idonea per l'utilizzo nelle condizioni di impiego definite al punto 4, per la vita di impiego della bombola;
- b) l'indicazione della vita di impiego;

- c) le prescrizioni minime per la prova e/o l'ispezione in servizio;
- d) l'indicazione dei dispositivi di sicurezza alla sovrappressione (PRD) e/o di isolamento prescritti;
- e) una descrizione dei metodi di fissaggio, dei rivestimenti protettivi, ecc., necessari ma non forniti con la bombola;
- f) una descrizione del progetto della bombola;
- g) qualsiasi altra informazione necessaria per assicurare l'utilizzo e l'ispezione della bombola in condizioni di sicurezza.

### 5.3. Dati di progettazione

#### 5.3.1. Disegni

I disegni devono illustrare almeno quanto segue:

- a) titolo, numero di riferimento, data di pubblicazione ed eventuali numeri di revisione con le relative date di pubblicazione;
- b) il riferimento al presente regolamento e il tipo di bombola;
- c) tutte le dimensioni con le relative tolleranze, compresi i dettagli relativi ai fondelli, con gli spessori minimi, e alle aperture o bocchelli;
- d) la massa delle bombole, con relativa tolleranza;
- e) le specifiche dei materiali, comprese le proprietà meccaniche e chimiche minime o i campi di tolleranza e, per le bombole metalliche o le anime metalliche, il campo di durezza specificato;
- f) altri dati quali il campo della pressione di pretensionamento della cerchiatura (*autofrettage*), la pressione minima di prova, i dettagli del sistema di protezione antincendio e del rivestimento protettivo esterno.

#### 5.3.2. Rapporto di analisi delle sollecitazioni

Deve essere effettuata un'analisi delle sollecitazioni ad elementi finiti o altra analisi delle sollecitazioni.

Deve essere fornito un prospetto in cui siano riepilogate le sollecitazioni calcolate.

#### 5.3.3. Dati relativi alle prove sui materiali

Deve essere fornita una descrizione dettagliata dei materiali utilizzati nel progetto, con le tolleranze delle rispettive caratteristiche. Devono inoltre essere presentati dati delle prove che definiscano le proprietà meccaniche e l'idoneità dei materiali all'impiego nelle condizioni specificate al punto 4.

#### 5.3.4. Dati relativi alle prove di qualificazione della progettazione (DQ)

Il materiale, il progetto, la fabbricazione e la verifica della bombola devono essere adatti all'uso previsto e rispondere alle prescrizioni delle prove richieste per quello specifico progetto di bombola, quando si procede ai collaudi con i metodi di prova pertinenti descritti dettagliatamente nell'appendice A del presente allegato.

I dati relativi alle prove devono indicare anche le dimensioni, lo spessore di parete ed il peso di ciascuna bombola sottoposta a prova.

#### 5.3.5. Protezione antincendio

Deve essere specificata la disposizione dei dispositivi di sicurezza alla sovrappressione (PRD) che proteggono la bombola da una rottura improvvisa in caso di esposizione alle condizioni di incendio descritte al punto A.15. I dati delle prove devono confermare l'efficacia del sistema di protezione antincendio specificato.

#### 5.3.6. Supporti delle bombole

Devono essere forniti i dati relativi ai supporti delle bombole o alle prescrizioni riguardanti i supporti, conformemente a quanto indicato al punto 6.11.

#### 5.4. **Dati di fabbricazione**

Devono essere forniti i dettagli relativi a tutti i processi di fabbricazione, alle prove non distruttive, alle prove di produzione e alle prove su lotto. Devono essere specificate le tolleranze per tutti i processi di fabbricazione come il trattamento termico, la formatura dei fondelli, il rapporto di miscelazione della resina, la tensione e la velocità di avvolgimento del filamento, i tempi e le temperature di indurimento (*curing*) e le procedure di pretensionamento della cerchiatura (*autofrettagge*). Devono essere inoltre specificati la finitura superficiale, i dati sulla filettatura, i criteri di accettazione per la scansione con ultrasuoni (o esame equivalente) e le dimensioni massime dei lotti per le prove su lotto.

5.5. (non assegnato)

#### 5.6. **Resistenza a rottura e dimensione dei difetti per le prove non distruttive (PND)**

5.6.1. Resistenza a rottura

Il fabbricante deve dimostrare che sia assicurato il comportamento *leak-before-break* (LBB — perdita prima della rottura), come descritto al punto 6.7.

5.6.2. Dimensioni dei difetti per le PND

Mediante il metodo descritto al punto 6.1.5.2 il fabbricante deve stabilire la dimensione massima dei difetti per le prove non distruttive che impedisca qualsiasi cedimento per fatica della bombola durante la sua vita di impiego o il cedimento strutturale che provochi la rottura.

#### 5.7. **Scheda delle specifiche**

Ogni progetto di bombola deve essere corredato di una scheda delle specifiche contenente l'elenco dei documenti contenenti le informazioni di cui al punto 5.1. Per ogni documento devono essere indicati il titolo, il numero di riferimento, il numero della revisione e la data di pubblicazione della prima edizione e delle rispettive versioni. Tutti i documenti devono essere firmati o siglati dalla persona che li ha emessi. Ogni scheda delle specifiche deve essere contrassegnata da un numero e deve recare l'indicazione del numero dell'eventuale revisione; si tratta di numeri che possono essere utilizzati per indicare il progetto di bombola. La scheda delle specifiche deve recare anche la firma dell'ingegnere responsabile della progettazione. Sulla scheda delle specifiche deve essere previsto uno spazio per un timbro indicante la registrazione del progetto.

#### 5.8. **Dati aggiuntivi**

Se del caso, devono essere forniti dati aggiuntivi a sostegno della domanda, come ad esempio la cronistoria dell'impiego del materiale proposto o l'uso di un particolare progetto di bombola in altre condizioni di impiego.

#### 5.9. **Omologazione e certificazione**

5.9.1. Ispezione e prove

La valutazione di conformità deve essere effettuata secondo le disposizioni di cui al punto 9 del presente regolamento.

Le bombole, per assicurarne la conformità al presente regolamento internazionale, devono essere sottoposte ad ispezione eseguita dall'autorità competente conformemente ai punti 6.13 e 6.14.

5.9.2. Certificato di prova

Se i risultati delle prove effettuate sul prototipo conformemente al punto 6.13 sono soddisfacenti, l'autorità competente rilascia un certificato di prova. L'appendice D del presente allegato contiene un esempio di certificato di prova.

5.9.3. Certificato di accettazione di un lotto

L'autorità competente redige un certificato di accettazione come quello presentato nell'appendice D del presente allegato.



## 6. PRESCRIZIONI APPLICABILI A TUTTI I TIPI DI BOMBOLE

6.1. **Prescrizioni di carattere generale**

Le prescrizioni indicate di seguito si applicano in maniera generale ai tipi di bombole di cui ai punti da 7 a 10. Il progetto delle bombole deve riguardare tutti gli aspetti pertinenti che consentano di assicurare che ogni bombola prodotta secondo tale progetto può essere utilizzata allo scopo previsto per la vita di impiego specificata. Le bombole in acciaio del tipo GNC-1 progettate conformemente alla norma ISO 9809 e rispondenti a tutte le prescrizioni in essa contenute devono rispettare unicamente le prescrizioni di cui al punto 6.3.2.4 e ai punti da 6.9 a 6.1.3.

6.2. **Progettazione**

Il presente regolamento non contiene formule di progettazione né indica sollecitazioni o deformazioni consentite, bensì dispone che l'adeguatezza della progettazione sia stabilita mediante calcoli appropriati e dimostrata attraverso prove che attestino che le bombole sono in grado di superare regolarmente le prove sui materiali, della qualificazione della progettazione, di produzione e su lotto, specificate nel presente regolamento. Ogni progettazione deve garantire un modalità di cedimento con perdita prima della rottura (*leak-before-break* — LBB) in condizioni di possibile deterioramento delle parti sottoposte a pressione durante il normale impiego. Le eventuali perdite da bombole metalliche o da anime metalliche devono essere dovute unicamente alla propagazione di una cricca di fatica.

6.3. **Materiali**

6.3.1. I materiali utilizzati devono essere idonei alle condizioni di impiego specificate al punto 4. Il progetto non deve prevedere il contatto tra materiali incompatibili. Le prove di qualificazione della progettazione relativamente ai materiali sono sintetizzate nella tabella 6.1.

## 6.3.2. Acciaio

## 6.3.2.1. Composizione

Gli acciai devono essere calmati all'alluminio e/o silicio e prodotti secondo un metodo che consenta di ottenere prevalentemente una struttura a grana fine. La composizione chimica di tutti gli acciai deve essere dichiarata e definita almeno dai seguenti elementi:

- a) il contenuto di carbonio, manganese, alluminio e silicio, in tutti i casi;
- b) il contenuto di nichel, cromo, molibdeno, boro e vanadio e quello di qualunque altro elemento di lega aggiunto intenzionalmente.

Nell'analisi di colata non devono essere superati i seguenti valori:

Resistenza a trazione	< 950 MPa	≥ 950 MPa
Zolfo	0,020 %	0,010 %
Fosforo	0,020 %	0,020 %
Zolfo + fosforo	0,030 %	0,025 %

Quando si usa un acciaio al carbonio-boro si deve eseguire una prova di temprabilità secondo la norma ISO 642 sul primo e ultimo lingotto o bramma di ogni colata d'acciaio. La durezza misurata a 7,9 mm dall'estremità sottoposta a tempra deve essere compresa tra 33 e 53 HRC (durezza Rockwell «C»), o tra 327 e 560 HV (durezza Vickers) e deve essere certificata dal fabbricante del materiale.

## 6.3.2.2. Proprietà di trazione

Le proprietà meccaniche dell'acciaio dell'anima o della bombola finita devono essere determinate conformemente al punto A.1 dell'appendice A. L'allungamento dell'acciaio deve essere almeno del 14 %.

### 6.3.2.3. Proprietà di resistenza all'urto

Le proprietà di resistenza all'urto dell'acciaio dell'anima o della bombola finita devono essere determinate conformemente al punto A.2 dell'appendice A. I valori della prova d'urto non devono essere inferiori a quelli indicati nella tabella 6.2 del presente allegato.

### 6.3.2.4. Resistenza alla fessurazione sotto sforzo in presenza di solfuro (SSC — Sulfide stress cracking)

Se il limite superiore della resistenza a trazione specificata per l'acciaio è superiore a 950 MPa, l'acciaio della bombola finita deve essere sottoposto a una prova di resistenza alla fessurazione sotto sforzo in presenza di solfuro conformemente al punto A.3 dell'appendice A e rispondere alle prescrizioni ivi definite.

## 6.3.3. Alluminio

### 6.3.3.1. Composizione

Le leghe d'alluminio devono essere definite conformemente ai metodi della Aluminium Association per un determinato sistema di leghe. Il contenuto massimo di impurità di piombo e bismuto non deve essere superiore allo 0,003 % in qualsiasi lega di alluminio.

### 6.3.3.2. Prove di corrosione

Le leghe di alluminio devono soddisfare i requisiti delle prove di corrosione effettuate conformemente al punto A.4 dell'appendice A.

### 6.3.3.3. Fessurazione da carico permanente

Le leghe di alluminio devono soddisfare i requisiti delle prove di fessurazione da carico permanente effettuate conformemente al punto A.5 dell'appendice A.

### 6.3.3.4. Proprietà di trazione

Le proprietà meccaniche della lega di alluminio della bombola finita devono essere determinate conformemente al punto A.1 dell'appendice A. L'allungamento dell'alluminio deve essere almeno del 12 %.

## 6.3.4. Resine

### 6.3.4.1. Prescrizioni di carattere generale

Come materiale per l'impregnazione possono essere utilizzate resine termoplastiche o termoindurenti. Per la matrice si possono utilizzare ad esempio materiali termoindurenti come sono le plastiche termoindurenti epossidiche, epossidiche modificate, di poliestere e di vinilestere, nonché il materiale termoplastico di polietilene e di poliammide.

### 6.3.4.2. Resistenza al taglio

Le resine devono essere sottoposte a prova conformemente al punto A.26 dell'appendice A, e soddisfare i requisiti in esso contenuti.

### 6.3.4.3. Temperatura di transizione vetrosa

La temperatura di transizione vetrosa della resina deve essere determinata conformemente alla norma ASTM D3418.

## 6.3.5. Fibre

I materiali in filamento utilizzati come rinforzo strutturale devono essere costituiti da fibra di vetro, fibra aramidica o fibra di carbonio. Se si utilizza il rinforzo in fibra di carbonio, il progetto deve includere un sistema che impedisca la corrosione galvanica dei componenti metallici della bombola. Il fabbricante deve conservare il fascicolo riguardante le specifiche pubblicate dei materiali compositi, le raccomandazioni del fabbricante del materiale relative all'immagazzinamento, alle condizioni e alla durata di conservazione, nonché la certificazione del fabbricante del materiale attestante che ogni spedizione è conforme a dette specifiche. Il produttore delle fibre deve certificare che le proprietà del materiale in fibre sono conformi alle specifiche del fabbricante relative a quel prodotto.

### 6.3.6. Anime di materia plastica

Il carico di snervamento a trazione e l'allungamento a rottura devono essere determinati conformemente al punto A.22 dell'appendice A. I risultati delle prove devono dimostrare le proprietà di duttilità della materia plastica dell'anima a temperature pari o inferiori a  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  rispettando i valori specificati dal fabbricante. Il materiale polimerico deve essere compatibile con le condizioni di impiego specificate al punto 4 del presente allegato. Conformemente al metodo descritto al punto A.23 dell'appendice A, la temperatura di rammollimento deve essere di almeno  $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ , e la temperatura di fusione di almeno  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### 6.4. Pressione di prova

La pressione minima di prova utilizzata in fase di fabbricazione deve essere di 30 MPa.

### 6.5. Pressioni di scoppio e rapporti di sollecitazione delle fibre

Per tutti i tipi di bombola la pressione minima effettiva di scoppio non deve essere inferiore ai valori riportati nella tabella 6.3 del presente allegato. Per le bombole di tipo GNC-2, GNC-3 e GNC-4 la ricopertura di materiale composito deve essere progettata per garantire un'alta affidabilità in condizioni di carico permanente e di carico ciclico. Questa affidabilità deve essere conseguita ottenendo, per i rinforzi in materiale composito, rapporti di sollecitazione uguali o superiori ai valori riportati nella tabella 6.3 del presente allegato. Il rapporto di sollecitazione si definisce come il quoziente tra la sollecitazione della fibra alla pressione di scoppio minima specificata e la sollecitazione della fibra alla pressione di esercizio. Il rapporto di scoppio si definisce come il quoziente tra la pressione di scoppio effettiva della bombola e la pressione di esercizio. Per le bombole del tipo GNC-4 il rapporto di sollecitazione è uguale al rapporto di scoppio. Per le bombole del tipo GNC-2 e GNC-3 (con anima metallica, con ricopertura di materiale composito) i calcoli del rapporto di sollecitazione devono comprendere:

- a) un metodo di analisi applicabile ai materiali non lineari (software per applicazioni speciali o programma di analisi ad elementi finiti);
- b) conoscenza e modellazione corretta della curva sollecitazione-deformazione elastoplastica del materiale dell'anima;
- c) modellazione corretta delle proprietà meccaniche dei materiali compositi;
- d) calcoli alla pressione di pretensionamento della cerchiatura (*autofrettage*), a pressione nulla dopo il suddetto pretensionamento, alla pressione di esercizio e alla pressione minima di scoppio;
- e) nell'analisi si deve tener conto delle pretensioni derivanti dalla tensione di avvolgimento;
- f) la pressione minima di scoppio deve essere scelta in modo tale che il rapporto tra la sollecitazione calcolata alla pressione minima di scoppio e la sollecitazione calcolata alla pressione di esercizio sia conforme alle prescrizioni riguardanti il rapporto di sollecitazione della fibra utilizzata;
- g) nell'analisi delle bombole con rinforzo in materiale ibrido (due o più fibre diverse) si deve tener conto della ripartizione del carico tra le diverse fibre sulla base dei diversi moduli di elasticità delle fibre. Le prescrizioni relative al rapporto di sollecitazione per ciascun tipo di fibra devono essere conformi ai valori indicati nella tabella 6.3 del presente allegato. La verifica dei rapporti di sollecitazione può essere effettuata anche mediante estensimetri. L'allegato E (informativo) descrive un metodo accettabile.

### 6.6. Analisi delle sollecitazioni

Per giustificare gli spessori minimi di progetto della parete deve essere eseguita un'analisi delle sollecitazioni. Per le progettazioni in materiale composito, tale analisi deve comprendere la determinazione delle sollecitazioni nelle anime e nelle fibre.

### 6.7. Valutazione della perdita prima della rottura (LBB — leak-before-break)

Le bombole GNC-1, GNC-2 e GNC-3 devono dimostrare un comportamento

*leak-before-break* (LBB — perdita prima della rottura). La prova relativa al comportamento *leak-before-break* (LBB — perdita prima della rottura) deve essere effettuata conformemente al punto A.6 dell'appendice A. La dimostrazione di un comportamento *leak-before-break* non è necessaria per le bombole la cui durata a fatica, nelle prove effettuate conformemente al punto A.13 dell'appendice A, sia superiore a 45 000 cicli di pressione. L'appendice F riporta, a titolo informativo, due metodi di valutazione relativi alla perdita prima della rottura (LBB — *leak-before-break*).

**6.8. Ispezione e prove**

Il controllo di fabbricazione deve specificare i programmi e le procedure riguardanti:

- a) il controllo, le prove ed i criteri di accettazione in fase di fabbricazione;
- b) i controlli periodici, le prove ed i criteri di accettazione durante l'utilizzo in servizio. L'intervallo tra le revisioni visive delle superfici esterne delle bombole deve essere conforme al punto 4.1.4, salvo diversa indicazione dell'autorità competente. Il fabbricante deve stabilire i criteri che determinano il non superamento di un nuovo controllo visivo in base ai risultati delle prove dei cicli di pressione effettuate su bombole che presentano dei difetti. L'appendice G del presente allegato contiene indicazioni in merito alle istruzioni del fabbricante riguardanti la movimentazione, l'utilizzo e l'ispezione delle bombole.

**6.9. Protezione antincendio**

Tutte le bombole devono essere protette dal fuoco per mezzo di dispositivi di sicurezza alla sovrappressione (PRD). La bombola, i materiali che la compongono, i dispositivi di sicurezza alla sovrappressione (PRD) e qualsiasi altro materiale aggiunto di isolamento o protezione devono essere progettati e studiati insieme per garantire un livello adeguato di sicurezza in condizioni di incendio nella prova specificata al punto A.15 dell'appendice A.

I dispositivi di sicurezza alla sovrappressione (PRD) devono essere sottoposti a prova conformemente al punto A.24 dell'appendice A.

**6.10. Aperture o bocchelli****6.10.1. Prescrizioni di carattere generale**

Le aperture o bocchelli sono ammessi unicamente nei fondelli. L'asse delle aperture o bocchelli deve coincidere con l'asse longitudinale della bombola. Le filettature devono essere realizzate con taglio netto, lisce, senza discontinuità superficiali ed essere calibrate.

**6.11. Supporti delle bombole**

Il fabbricante deve specificare in che modo debbano essere fissate le bombole per l'installazione sui veicoli. Il fabbricante deve anche fornire le istruzioni per l'installazione dei supporti, compresa la forza e la coppia di serraggio necessarie per esercitare la forza di fissaggio richiesta senza provocare sollecitazioni inaccettabili nella bombola o danneggiarne la superficie.

**6.12. Protezione della parte esterna rispetto all'ambiente**

L'esterno delle bombole deve rispondere alle prescrizioni riguardanti le condizioni della prova ambientale di cui al punto A.14 dell'appendice A. La protezione esterna può essere assicurata mediante uno dei seguenti sistemi:

- a) una finitura superficiale che assicuri una protezione adeguata (ad esempio metallizzazione a spruzzo su alluminio, anodizzazione);
- b) l'utilizzo di materiali adeguati per la fibra e la matrice (es. fibra di carbonio in resina);
- c) un rivestimento protettivo (es. rivestimento organico, vernice) che risponda alle prescrizioni di cui al punto A.9 dell'appendice A.

Qualsiasi rivestimento applicato sulle bombole deve avere caratteristiche tali per cui il processo di applicazione non incida negativamente sulle proprietà meccaniche della bombola. Il rivestimento deve essere progettato in modo da facilitare la successiva ispezione in servizio e il fabbricante deve fornire indicazioni sul trattamento del rivestimento nel corso dell'ispezione allo scopo di garantire l'integrità della bombola nel tempo.

Si informano i fabbricanti che l'appendice informativa H del presente allegato contiene la descrizione di una prova ambientale che valuta la compatibilità dei sistemi di rivestimento.

### 6.13. Prove di qualificazione della progettazione (DQ)

Per l'omologazione di ogni tipo di bombola si deve dimostrare che il materiale, il progetto, la fabbricazione ed il controllo sono adatti all'utilizzo previsto: devono rispondere cioè alle prescrizioni riguardanti le prove di qualificazione del materiale sintetizzate nella tabella 6.1 del presente allegato e le prove di qualificazione della bombola sintetizzate nella tabella 6.4 del presente allegato, mediante esecuzione di tutte le prove conformemente ai metodi di prova descritti nell'appendice A del presente allegato. La selezione delle bombole o delle anime di prova e l'effettuazione delle prove devono avvenire sotto il controllo dell'autorità competente. Nel caso di prove effettuate su un numero di bombole o anime superiore a quello richiesto dal presente allegato, tutti i risultati devono essere documentati.

### 6.14. Prove su lotto

Le prove su lotto indicate nel presente allegato per ogni tipo di bombola devono essere effettuate su bombole o anime prelevate da ogni lotto di anime o bombole finite. Si possono utilizzare anche campioni testimone sottoposti a trattamento termico, ritenuti rappresentativi delle anime o bombole finite. Le prove su lotto necessarie per ogni tipo di bombola sono specificate nella tabella 6.5 del presente allegato.

### 6.15. Prove e controlli della produzione

#### 6.15.1. Prescrizioni di carattere generale

Le prove e i controlli della produzione devono essere effettuati su tutte le bombole che compongono un lotto. Ogni bombola deve essere controllata durante la fabbricazione e a fabbricazione ultimata mediante:

- a) scansione con ultrasuoni (o metodo di cui sia stata dimostrata l'equivalenza) delle bombole e delle anime metalliche conformemente alla norma BS 5045, parte 1, allegato B, o metodo di cui sia stata dimostrata l'equivalenza, che confermi che la dimensione massima dei difetti presenti sia inferiore alla dimensione specificata nel progetto;
- b) verifica che attesti che le dimensioni critiche e la massa critica della bombola finita, dell'eventuale anima e della ricopertura rientrano nelle tolleranze di progetto;
- c) verifica della conformità alla finitura superficiale specificata, esaminando con particolare attenzione le pieghe e le grinze sul collo delle estremità imbutite o forgiate o ogivate a caldo al tornio, nonché le aperture o bocchelli;
- d) verifica delle marcature;
- e) le prove di durezza delle bombole e delle anime metalliche di cui al punto A.8 dell'appendice A devono essere eseguite dopo il trattamento termico finale, ed i valori così determinati devono rientrare nell'intervallo specificato per il progetto;
- f) prova idrostatica di tenuta conformemente al punto A.11 dell'appendice A.

La tabella 6.6 del presente allegato sintetizza le prescrizioni fondamentali in materia di controllo della produzione da effettuare su ogni bombola.

#### 6.15.2. Dimensione massima dei difetti

Per le bombole di tipo GNC-1, GNC-2 e GNC-3 si deve determinare la dimensione massima dei difetti in qualsiasi punto della bombola metallica o dell'anima metallica, senza che si raggiungano dimensioni critiche nel corso della vita di impiego specificata. La dimensione critica del difetto è definita come il difetto massimo di spessore della parete (della bombola o dell'anima) che consentirebbe al gas immagazzinato di fuoriuscire senza provocare la rottura della bombola. La dimensione dei difetti corrispondente ai criteri di scarto per la scansione a ultrasuoni o esame equivalente deve essere inferiore alla dimensione massima consentita dei difetti. Per le bombole di tipo GNC-2 e GNC-3, il presupposto progettuale è che il composito non subisca alcun danno dovuto a fenomeni dipendenti dal tempo. La dimensione consentita dei difetti per le PND (prove non distruttive) deve essere determinata mediante un metodo appropriato. L'appendice (informativa) F del presente allegato indica due metodi utilizzabili a questo scopo.

#### 6.16. Non conformità ai requisiti di prova

In caso di non conformità ai requisiti di prova, si devono ripetere le prove oppure il trattamento termico con relativa ripetizione delle prove secondo quanto di seguito indicato:

- 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.

Se si ritiene che l'esito negativo della prova sia dovuto al trattamento termico applicato, il fabbricante può sottoporre tutte le bombole del lotto ad un nuovo trattamento termico.

Se l'esito negativo della prova non è dovuto al trattamento termico applicato, tutte le bombole identificate come difettose devono essere scartate o riparate utilizzando un metodo approvato. Le bombole non scartate sono in questo caso considerate come facenti parte di un nuovo lotto.

In entrambi i casi il nuovo lotto deve essere nuovamente sottoposto a prova e devono essere ripetute tutte le prove pertinenti su prototipo o su lotto necessarie per dimostrare l'accettabilità del nuovo lotto. Se l'esito di una o più prove è anche solo in parte insoddisfacente, tutte le bombole di quel lotto devono essere scartate.

#### 6.17. Modifica del progetto

Si intende per modifica del progetto una qualsiasi modifica riguardante la scelta dei materiali strutturali o una qualsiasi modifica dimensionale non attribuibile alle normali tolleranze di fabbricazione.

Le modifiche progettuali di modesta entità devono poter ottenere la qualificazione mediante un programma di prove ridotto. Le modifiche progettuali indicate nella tabella 6.7 devono essere sottoposte alle prove di qualificazione della progettazione specificate nella stessa tabella.

Tabella 6.1

#### Prova di qualificazione della progettazione per i materiali

	Punto corrispondente del presente allegato				
	Acciaio	Alluminio	Resine	Fibre	Anime di materia plastica
Proprietà di trazione	6.3.2.2	6.3.3.4		6.3.5	6.3.6
Resistenza alla fessurazione sotto sforzo in presenza di solfuro (SSC — Sulfide stress cracking)	6.3.2.4				
Proprietà di resistenza all'urto	6.3.2.3				
Resistenza alla fessurazione da carico permanente		6.3.3.3			
Fessurazione per tensocorrosione (SCC — stress corrosion cracking)		6.3.3.2			
Resistenza al taglio			6.3.4.2		
Temperatura di transizione vetrosa			6.3.4.3		
Temperatura di rammollimento/fusione					6.3.6
Meccanica della frattura (*)	6.7	6.7			

(\*) Non necessario se si utilizza il metodo di prova per le bombole difettose di cui al punto A.7 dell'appendice A.

Tabella 6.2

## Valori accettabili per la prova di resistenza all'urto

Diametro della bombola D, mm	> 140			≤ 140
Direzione della prova	trasversale			longitudinale
Larghezza del provino, mm	3-5	> 5-7,5	> 7,5-10	da 3 a 5
Temperatura di prova, °C	- 50			- 50
Media di tre provini	30	35	40	60
Resistenza all'urto, J/cm <sup>2</sup>				
Singolo provino	24	28	32	48

Tabella 6.3

## Valori minimi effettivi di scoppio e rapporti di sollecitazione

	GNC-1 interamente in metallo	GNC-2 ricopertura circonferenziale		GNC-3 interamente ricoperte		GNC-4 interamente di materiale composito	
	Pressione di scoppio [MPa]	Rapporto di sollecitazione [MPa]	Pressione di scoppio [MPa]	Rapporto di sollecitazione [MPa]	Pressione di scoppio [MPa]	Rapporto di sollecitazione [MPa]	Pressione di scoppio [MPa]
interamente in metallo	45						
Vetro		2,75	50 1)	3,65	70 1)	3,65	73
Aramide		2,35	47	3,10	60 1)	3,1	62
Carbonio		2,35	47	2,35	47	2,35	47
Ibrido		2)		2)		2)	

Nota 1: Pressione minima effettiva di scoppio. Si devono inoltre effettuare i calcoli di cui al punto 6.5 del presente allegato per verificare che anche i requisiti relativi al rapporto di sollecitazione siano rispettati.

Nota 2: I rapporti di sollecitazione e le pressioni di scoppio devono essere calcolati conformemente al punto 6.5 del presente allegato.

Tabella 6.4

## Prove di qualificazione della progettazione per le bombole

Prova e numero dell'allegato		Tipo di bombola			
		GNC-1	GNC-2	GNC-3	GNC-4
A.12	Prova di scoppio	X (*)	X	X	X
A.13	Prova di cicli di pressione a temperatura ambiente	X (*)	X	X	X
A.14	Prova in ambiente acido		X	X	X
A.15	Prova d'incendio ( <i>bonfire</i> )	X	X	X	X
A.16	Prova di penetrazione	X	X	X	X
A.17	Prova di resistenza all'intaglio		X	X	X
A.18	Prova di scorrimento ad alta temperatura		X	X	X
A.19	Prova di rottura sotto sollecitazione		X	X	X
A.20	Prova di caduta			X	X
A.21	Prova di permeazione				X
A.24	Comportamento <i>leak-before-break</i> (PRD — perdita prima della rottura)	X	X	X	X

Prova e numero dell'allegato		Tipo di bombola			
		GNC-1	GNC-2	GNC-3	GNC-4
A.25	Prova di momento torcente sul bocchello				X
A.27	Prova di cicli di pressione con gas naturale				X
A.6	Prova di perdita prima della rottura (LBB)	X	X	X	
A.7	Prova di pressione ciclica alle temperature estreme		X	X	X

X = prescritta.

(\*) = non prescritta per le bombole progettate secondo la norma ISO 9809 (la norma ISO 9809 prevede già queste prove).

Tabella 6.5

**Prove su lotto**

Prova e numero dell'allegato		Tipo di bombola			
		GNC-1	GNC-2	GNC-3	GNC-4
A.12	Prova di scoppio	X	X	X	X
A.13	Prova di cicli di pressione a temperatura ambiente	X	X	X	X
A.1	Prova di trazione	X	X (*)	X (*)	
A.2	Prova d'urto (acciaio)	X	X (*)	X (*)	
A.9.2	Prova del rivestimento (*)	X	X	X	X

X = prescritta.

(\*) = salvo quando non è utilizzato alcun rivestimento protettivo.

(†) = prove sul materiale dell'anima.

Tabella 6.6

**Prescrizioni fondamentali in materia di controllo della produzione**

Tipo	GNC-1	GNC-2	GNC-3	GNC-4
Controllo da effettuare				
Dimensioni critiche	X	X	X	X
Finitura superficiale	X	X	X	X
Difetti (esame ad ultrasuoni o equivalente)	X	X	X	
Durezza delle bombole e delle anime metalliche	X	X	X	
Prova idrostatica di tenuta	X	X	X	X
Prova di tenuta				X
Marcature	X	X	X	X

X = prescritta.



Tabella 6.7

## Modifiche del progetto

Modifica del progetto	Tipo di prova								
	Scoppio a pressione idrostatica A.12	Cicli di pressione a temperatura ambiente A.13	Prova in ambiente acido A.14	Prova d'incendio (bonfire) A.15	Resistenza all'intaglio A.17	Prove di penetrazione A.16	Rottura sotto sollecitazione A.19 Scorrimento ad alta temperatura A.18 Prova di caduta A.20	Momento torcente sul bocchello A.25 Prova di permeazione A.21 Cicli di pressione con GNC A.27	Prova funzionale del PRD A.24
Produttore della fibra	X	X					X (*)	X (*)	
Materiale metallico della bombola o dell'anima	X	X	X (*)	X	X (*)	X	X (*)		
Materiale plastico dell'anima		X	X					X (*)	
Materiale fibra	X	X	X	X	X	X	X	X (*)	
Materiale resina			X		X	X	X		
Variazione del diametro 20 %	X	X							
Variazione del diametro > 20 %	X	X		X	X (*)	X			
Variazione della lunghezza ≤ 50 %	X			X (*)					
Variazione della lunghezza > 50 %	X	X		X (*)					
Variazione della pressione di esercizio ≤ 20 % @	X	X							
Forma del fondello	X	X						X (*)	
Dimensioni apertura	X	X							
Modifica rivestimento			X						
Progettazione del bocchello								X (*)	
Modifica processo produzione	X	X							
Dispositivo di sicurezza alla sovrappressione (PRD)				X					X

X = prescritta.

(\*) = prova non prescritta per le bombole metalliche (GNC-1).

(†) = prova prescritta unicamente per le bombole interamente di materiale composito (GNC-4).

(‡) = prova prescritta solo in caso di aumento della lunghezza.

@ = solo quando la variazione dello spessore è proporzionale alla variazione del diametro e/o della pressione.

## 7. BOMBOLE METALLICHE DI TIPO GNC-1

### 7.1. Prescrizioni di carattere generale

Il progetto deve individuare — per una bombola utilizzata alla pressione di esercizio — la dimensione massima di un difetto ammesso, in qualsiasi punto della bombola, che non raggiunga dimensioni critiche prima del termine previsto per la ripetizione delle prove oppure entro la vita di impiego qualora non sia prevista la ripetizione delle prove. La determinazione del comportamento *leak-before-break* (LBB — perdita prima della rottura) deve essere effettuata conformemente alle procedure appropriate definite al punto A.6 dell'appendice A. La dimensione ammessa dei difetti deve essere determinata conformemente al precedente punto 6.15.2.

Le bombole progettate secondo la norma ISO 9809 e conformi a tutte le prescrizioni di detta norma devono rispondere unicamente alle prescrizioni riguardanti la prova sui materiali di cui al punto 6.3.2.4 e alle prescrizioni riguardanti la prova di qualificazione della progettazione di cui al punto 7.5, eccetto i punti 7.5.2 e 7.5.3.

### 7.2. Analisi delle sollecitazioni

Le sollecitazioni all'interno della bombola devono essere calcolate per una pressione di 2 MPa, 20 MPa, per la pressione di prova e per la pressione di scoppio di progettazione. I calcoli devono utilizzare tecniche di analisi idonee che applichino la teoria dei gusci sottili (*thin shell*) che tiene conto della flessione fuori piano del guscio per stabilire la distribuzione delle sollecitazioni a livello del collo, delle zone di transizione e della parte cilindrica della bombola.

### 7.3. Prescrizioni relative alle prove di fabbricazione e di produzione

#### 7.3.1. Prescrizioni di carattere generale

Le estremità delle bombole d'alluminio non devono essere sigillate mediante formatura. Le estremità base delle bombole d'acciaio chiuse mediante formatura, fatta eccezione per le bombole progettate conformemente alla norma ISO 9809, devono essere sottoposte a PND o controlli equivalenti. Non si deve aggiungere metallo nel processo di chiusura delle estremità. Lo spessore e la finitura superficiale di ogni bombola devono essere esaminati prima delle operazioni di formatura delle estremità.

Dopo la formatura delle estremità le bombole devono essere sottoposte ad un trattamento termico fino ad ottenere una durezza rientrante nell'intervallo di valori specificato dal progetto. Non è consentito il trattamento termico localizzato.

L'eventuale dispositivo di fissaggio costituito da un collare, da un anello a livello della parte inferiore della bombola o da un accessorio di supporto deve essere di materiale compatibile con il materiale della bombola e deve essere saldamente fissato con un metodo diverso dalla saldatura, dalla brasatura forte o dalla brasatura dolce.

#### 7.3.2. Prove non distruttive

Su ciascuna bombola metallica devono essere eseguite le seguenti prove:

- a) prova di durezza conformemente al punto A.8 dell'appendice A;
- b) controllo ad ultrasuoni conformemente alla norma BS 5045, parte 1, allegato I, o metodo di prova non distruttiva di cui sia dimostrata l'equivalenza, allo scopo di assicurare che la dimensione massima dei difetti non superi quella specificata nel progetto, determinata conformemente al precedente punto 6.15.2.

#### 7.3.3. Prova sotto pressione idrostatica

Ogni bombola finita deve essere sottoposta ad una prova sotto pressione idrostatica conformemente al punto A.11 dell'appendice A.

### 7.4. Prove su bombole per lotti

Le prove su lotto devono essere effettuate su bombole finite che siano rappresentative della produzione normale e rechino le marcature di identificazione. In ogni lotto si devono scegliere a caso due bombole. Se le prove vengono effettuate su un numero di bombole più elevato rispetto a quello previsto dal presente allegato, tutti i risultati devono essere documentati. Sulle bombole devono essere effettuate perlomeno le prove indicate qui di seguito.

- a) Prove sui materiali per lotti. Una bombola o un campione testimone sottoposto a trattamento termico che sia rappresentativo di una bombola finita devono essere sottoposti alle prove seguenti:
  - i) controllo delle dimensioni critiche rispetto al progetto;

- ii) prova di trazione conformemente al punto A.1 dell'appendice A. I risultati delle prove devono soddisfare i requisiti di progettazione;
- iii) per le bombole d'acciaio, tre prove d'urto conformemente al punto A.2 dell'appendice A. I risultati delle prove devono soddisfare le prescrizioni di cui al precedente punto 6.3.2.3;
- iv) quando il progetto prevede un rivestimento protettivo, tale rivestimento deve essere sottoposto a prova conformemente al punto A.9.2 dell'appendice A.

Devono essere sottoposte alle procedure specificate al precedente punto 6.16 tutte le bombole rientranti in un lotto di prova, che risulti non conforme in base alle prove su lotto.

Quando il rivestimento non risponde alle prescrizioni del punto A.9.2. dell'appendice A, l'intero lotto deve essere controllato allo scopo di eliminare le bombole che presentano gli stessi difetti. Il rivestimento su tutte le bombole rivestite in modo difettoso può essere rimosso e riapplicato. La prova del rivestimento per lotti deve essere quindi ripetuta.

- b) Prova di scoppio per lotti. Una bombola deve essere sottoposta a prova idrostatica di tenuta fino allo scoppio conformemente al punto A.12 dell'appendice A.

Se la pressione di scoppio è inferiore alla pressione minima di scoppio calcolata, si devono attuare le procedure di cui al precedente punto 6.16.

- c) Prova periodica di cicli di pressione. Le bombole finite devono essere sottoposte a cicli di pressione conformemente al punto A.13 dell'appendice A con la frequenza di prova seguente:
  - i) una bombola di ciascun lotto deve essere sottoposta a cicli di pressione corrispondenti a 1 000 volte la vita di impiego specificata, espressa in anni, con un minimo di 15 000 cicli;
  - ii) se su 10 lotti di fabbricazione consecutivi riconducibili ad una stessa famiglia (ovvero materiali e processi simili) nessuna delle bombole sottoposte ai cicli di pressione di cui al precedente punto i) presenta perdite o si rompe in meno di 1 500 moltiplicati per la durata specificata, espressa in anni (minimo 22 500 cicli), allora la prova dei cicli di pressione può essere effettuata su una bombola ogni 5 lotti di produzione;
  - iii) se su 10 lotti di fabbricazione consecutivi riconducibili ad una stessa famiglia, nessuna delle bombole sottoposte ai cicli di pressione di cui al punto i) presenta perdite o si rompe in meno di 2 000 cicli moltiplicati per la vita di impiego specificata, espressa in anni (minimo 30 000 cicli), allora la prova di dei cicli di pressione può essere effettuata su una bombola ogni 10 lotti di produzione;
  - iv) nel caso siano trascorsi più di 6 mesi dall'ultimo lotto di fabbricazione, una bombola prelevata dal lotto di fabbricazione successivo deve essere sottoposta alle prove dei cicli di pressione allo scopo di mantenere la frequenza ridotta di esecuzione delle prove di cui ai precedenti punti ii) o iii);
  - v) se una delle bombole sottoposte alla prova dei cicli di pressione eseguita con frequenza ridotta come previsto al punto ii) o iii) precedenti non supera il numero richiesto di cicli di pressione (rispettivamente un minimo di 22 500 e 30 000 cicli di pressione), è necessario tornare alla frequenza di prova di cui al punto i) per almeno 10 lotti di fabbricazione per poter tornare alla frequenza ridotta di esecuzione delle prove dei cicli di pressione di cui ai punti ii) o iii) precedenti;
  - vi) qualora una qualsiasi delle bombole di cui ai precedenti punti i), ii) o iii) non sia conforme alla prescrizione che prevede un numero minimo dei cicli di pressione pari a 1 000 cicli moltiplicato per la vita di impiego specificata, espressa in anni (almeno 15 000 cicli), è necessario determinare la causa dell'esito negativo della prova ed eliminarla secondo le procedure di cui al punto 6.16 del presente allegato. La prova dei cicli di pressione deve essere quindi ripetuta su altre tre bombole dello stesso lotto. Qualora una qualsiasi di queste tre bombole supplementari non sia conforme alla prescrizione che prevede un numero minimo di cicli di pressione pari a 1 000 cicli moltiplicati per la vita di impiego specificata, espressa in anni, il lotto deve essere scartato.

## 7.5. Prove di qualificazione della progettazione delle bombole

### 7.5.1. Prescrizioni di carattere generale

Le prove di qualificazione devono essere effettuate su bombole finite che siano rappresentative della normale produzione e che rechino le marcature di identificazione. La selezione, il controllo e la documentazione dei risultati devono essere effettuati conformemente al precedente punto 6.13.

### 7.5.2. Prova di scoppio a pressione idrostatica

Tre bombole rappresentative devono essere sottoposte a pressione idrostatica fino al cedimento conformemente al punto A.12 dell'appendice A del presente allegato. La pressione di scoppio della bombola deve essere maggiore della pressione minima di scoppio calcolata mediante l'analisi delle sollecitazioni per quel tipo di bombola, e deve essere di almeno 45 MPa.

### 7.5.3. Prova dei cicli di pressione a temperatura ambiente

Due bombole finite devono essere sottoposte a cicli di pressione a temperatura ambiente conformemente al punto A.13 dell'appendice A fino al cedimento, o ad almeno 45 000 cicli. Le bombole non devono cedere prima di aver raggiunto la vita di impiego specificata, espressa in anni, moltiplicata per 1 000 cicli. Per le bombole che superano 1 000 cicli moltiplicati per la vita di impiego specificata, espressa in anni, il cedimento deve avvenire per perdita e non per rottura. Le bombole che non presentano alcun cedimento entro 45 000 cicli devono essere distrutte proseguendo i cicli di pressione finché non si produce il cedimento, oppure sottoponendole a pressione idrostatica fino allo scoppio. Devono essere registrati il numero di cicli che determina il cedimento e la posizione del punto di inizio del cedimento.

### 7.5.4. Prova d'incendio (*bonfire*)

Le prove devono essere eseguite conformemente al punto A.15 dell'appendice A e le prescrizioni ivi contenute devono essere soddisfatte.

### 7.5.5. Prova di penetrazione

Le prove devono essere eseguite conformemente al punto A.16 dell'appendice A e soddisfare le prescrizioni ivi contenute.

### 7.5.6. Comportamento *leak-before-break* (LBB — perdita prima della rottura)

Per le bombole che non superano 45 000 cicli nelle prove di cui al precedente punto 7.5.3., le prove di comportamento *leak-before-break* devono essere effettuate conformemente al punto A.6 dell'appendice A e le prescrizioni ivi contenute devono essere soddisfatte.

## 8. BOMBOLE DI TIPO GNC-2 CON RICOPERTURA CIRCONFERENZIALE

### 8.1. Prescrizioni di carattere generale

Durante la pressurizzazione, questo tipo di bombola presenta un comportamento in cui gli spostamenti della ricopertura in materiale composito e dell'anima metallica si sovrappongono linearmente. Questo allegato non indica un metodo di progettazione definito nei particolari, in quanto vengono utilizzate diverse tecniche di fabbricazione.

La determinazione del comportamento *leak-before-break* (LBB — perdita prima della rottura) deve essere effettuata conformemente alle procedure appropriate definite al punto A.6 dell'appendice A. La dimensione ammessa dei difetti deve essere determinata conformemente al precedente punto 6.15.2.

### 8.2. Prescrizioni relative al progetto

#### 8.2.1. Anima metallica

L'anima metallica deve avere una pressione minima effettiva di scoppio di 26 MPa.

#### 8.2.2. Ricopertura di materiale composito

La sollecitazione di trazione nelle fibre deve essere conforme alle prescrizioni di cui al precedente punto 6.5.

#### 8.2.3. Analisi delle sollecitazioni

Si devono calcolare le sollecitazioni nel materiale composito e nell'anima dopo il pretensionamento. Le pressioni utilizzate per questi calcoli devono essere la pressione di prova e la pressione di scoppio di progettazione pari a 0, 2 MPa e 20 MPa. Per i calcoli devono essere utilizzate tecniche di analisi idonee che applichino la teoria dei gusci sottili (*thin shell*), tenendo conto del comportamento non lineare del materiale dell'anima per stabilire la distribuzione delle sollecitazioni a livello del collo, delle zone di transizione e della parte cilindrica dell'anima.

Per le progettazioni in cui il pretensionamento viene ottenuto mediante il pretensionamento della cerchiatura (*auto-frettagge*) si devono calcolare i limiti entro cui deve essere compresa la pressione del suddetto pretensionamento.

Per le progettazioni in cui il pretensionamento viene ottenuto utilizzando un avvolgimento in trazione controllata, si devono calcolare la temperatura alla quale viene effettuato l'avvolgimento, la trazione richiesta in ogni strato del materiale composito e il successivo pretensionamento nell'anima.

### 8.3. Prescrizioni relative alla fabbricazione

#### 8.3.1. Prescrizioni di carattere generale

La bombola in materiale composito deve essere fabbricata con un'anima ricoperta da avvolgimenti continui di filamento. Le operazioni di avvolgimento del filamento devono essere comandate da computer o meccanicamente. I filamenti devono essere applicati a tensione controllata durante l'avvolgimento. Una volta terminato l'avvolgimento le resine termoindurenti devono essere sottoposte a indurimento (*curing*) mediante riscaldamento, utilizzando una curva tempo-temperatura predeterminata e controllata.

#### 8.3.2. Anima

La fabbricazione di un'anima metallica deve soddisfare le prescrizioni di cui al precedente punto 7.3 relative al corrispondente tipo di fabbricazione dell'anima.

#### 8.3.3. Ricopertura

Le bombole devono essere fabbricate con una macchina per l'avvolgimento delle fibre. Durante l'avvolgimento si devono sorvegliare le variabili significative per verificare che rientrino nelle tolleranze specificate e ciò deve essere documentato in un apposito rapporto. Le variabili possono comprendere gli elementi seguenti (l'elenco non ha però carattere esaustivo):

- a) tipo di fibra, comprese le dimensioni;
- b) metodo di impregnazione;
- c) tensione di avvolgimento;
- d) velocità di avvolgimento;
- e) numero di filati di fibre o roving;
- f) larghezza della banda;
- g) tipo di resina e composizione;
- h) temperatura della resina;
- i) temperatura dell'anima.

#### 8.3.3.1. Trattamento (*curing*) delle resine termoindurenti

Se si utilizza una resina termoindurente, essa deve essere sottoposta a indurimento (*curing*) dopo l'avvolgimento delle fibre. Durante il trattamento si deve documentare il ciclo di indurimento (vale a dire la relazione tempo-temperatura).

La temperatura di indurimento (*curing*) deve essere controllata e non deve incidere in alcun modo sulle proprietà del materiale dell'anima. La temperatura massima di indurimento (*curing*) per bombole con anima di alluminio è di 177 °C.

#### 8.3.4. Pretensionamento della cerchiatura (*autofrettage*)

L'eventuale pretensionamento della cerchiatura deve essere effettuato prima della prova sotto pressione idrostatica. La pressione di pretensionamento della cerchiatura deve essere compresa entro i limiti di cui al punto 8.2.3 ed il fabbricante deve stabilire il metodo di verifica della pressione appropriata.

### 8.4. Prescrizioni relative alle prove di produzione

#### 8.4.1. Prove non distruttive

Le prove non distruttive devono essere effettuate conformemente ad una norma ISO o ad una norma equivalente riconosciute. Su ogni anima metallica devono essere effettuate le prove seguenti:

- a) prova di durezza conformemente al punto A.8 dell'appendice A;
- b) controllo ad ultrasuoni, conformemente alla norma BS 5045, parte 1, allegato 1B o a metodo di prova non distruttiva di cui sia dimostrata l'equivalenza, allo scopo di assicurare che la dimensione massima dei difetti non superi quella specificata nel progetto.

#### 8.4.2. Prova sotto pressione idrostatica

Ogni bombola finita deve essere sottoposta ad una prova sotto pressione idrostatica conformemente al punto A.11 dell'appendice A. Il fabbricante deve definire il limite di espansione volumetrica permanente per la pressione di prova utilizzata, ma l'espansione permanente non deve in nessun caso superare il 5 % dell'espansione volumetrica totale misurata alla pressione di prova. Qualsiasi bombola che non rientri nel limite specificato devono essere scartata e distrutta oppure utilizzata per effettuare prove su lotto.

### 8.5. Prove su bombole per lotti

#### 8.5.1. Prescrizioni di carattere generale

Le prove per lotto devono essere effettuate su bombole finite che siano rappresentative della produzione normale e rechino le marcature di identificazione. In ogni lotto si devono scegliere a caso due bombole o, a seconda dei casi, una bombola e un'anima. Se le prove vengono effettuate su un numero di bombole più elevato rispetto a quello previsto dal presente allegato, tutti i risultati devono essere documentati. Sulle bombole devono essere effettuate perlomeno le prove indicate qui di seguito.

Laddove siano riscontrati difetti nella ricopertura prima del pretensionamento della cerchiatura (*autofrettage*) o della prova sotto pressione idrostatica, la ricopertura può essere interamente rimossa e sostituita.

- a) Prove sui materiali per lotti. Una bombola o un'anima o un campione testimone sottoposto a trattamento termico rappresentativo di una bombola finita devono essere sottoposti alle prove seguenti:
  - i) controllo delle dimensioni rispetto al progetto;
  - ii) prova di trazione conformemente al punto A.1 dell'appendice A. I risultati delle prove devono soddisfare i requisiti di progettazione;
  - iii) per le anime d'acciaio, tre prove d'urto conformemente al punto A.2 dell'appendice A. I risultati delle prove devono soddisfare i requisiti di progettazione;
  - iv) quando il progetto prevede un rivestimento protettivo, tale rivestimento deve essere sottoposto a prova conformemente al punto A.9.2 dell'appendice A e rispondere alle prescrizioni ivi contenute. Devono essere sottoposte alle procedure specificate al precedente punto 6.16 tutte le bombole o le anime rientranti in un lotto di prova, che risulti non conforme in base alle prove su lotto.

Quando il rivestimento non risponde alle prescrizioni del punto A.9.2. dell'appendice A, l'intero lotto deve essere controllato allo scopo di eliminare le bombole che presentano gli stessi difetti. Il rivestimento di tutte le bombole difettose può essere rimosso utilizzando un metodo che non comprometta l'integrità della copertura in materiale composito e riapplicato. La prova del rivestimento per lotti deve essere quindi ripetuta.

- b) Prova di scoppio per lotti. Una bombola deve essere sottoposta a prova conformemente alle prescrizioni di cui al precedente punto 7.4, lettera b);
- c) Prova periodica di cicli di pressione. La prova deve essere effettuata conformemente alle prescrizioni di cui al precedente punto 7.4, lettera c).

### 8.6. Prove di qualificazione della progettazione delle bombole

#### 8.6.1. Prescrizioni di carattere generale

Le prove di qualificazione devono essere effettuate su bombole che siano rappresentative della normale produzione e che rechino le marcature di identificazione. La selezione, il controllo e la documentazione dei risultati devono essere effettuati conformemente al punto 6.13 sopra.

#### 8.6.2. Prova di scoppio a pressione idrostatica

- a) Un'anima deve essere sottoposta a prova di scoppio per pressione idrostatica conformemente al punto A.12 dell'appendice A. La pressione di scoppio deve essere maggiore della pressione minima di scoppio specificata per la progettazione dell'anima.
- b) Tre bombole devono essere sottoposte a prova di scoppio per pressione idrostatica conformemente al punto A.12 dell'appendice A. Le pressioni di scoppio delle bombole devono essere maggiori della pressione minima di scoppio determinata mediante l'analisi delle sollecitazioni per quel tipo di bombola, in conformità alla tabella 6.3, e in nessun caso devono essere inferiori rispetto al valore necessario per soddisfare i requisiti del rapporto di sollecitazione di cui al precedente punto 6.5.

#### 8.6.3. Prova dei cicli di pressione a temperatura ambiente

Due bombole finite devono essere sottoposte a cicli di pressione fino al cedimento a temperatura ambiente conformemente al punto A.13 dell'appendice A, o fino ad un minimo di 45 000 cicli. Le bombole non devono cedere prima di aver raggiunto la vita di impiego specificata, espressa in anni, moltiplicata per 1 000 cicli. Per le bombole che superano 1 000 cicli moltiplicati per la vita di impiego specificata, espressa in anni, il cedimento deve avvenire per perdita e non per rottura. Le bombole che non presentano alcun cedimento entro 45 000 cicli devono essere distrutte proseguendo i cicli di pressione finché non si produce il cedimento, oppure sottoponendole a pressione idrostatica fino allo scoppio. Per le bombole che superano 45 000 cicli è ammesso il cedimento per rottura. Devono essere registrati il numero di cicli che determina il cedimento e la posizione del punto di inizio del cedimento.

#### 8.6.4. Prova in ambiente acido

Una bombola deve essere sottoposta a prova conformemente al punto A.14 dell'appendice A e soddisfare le prescrizioni ivi contenute. L'appendice informativa H del presente allegato illustra una prova ambientale facoltativa.

#### 8.6.5. Prova d'incendio (*bonfire*)

Le bombole finite devono essere sottoposte a prova conformemente al punto A.15 dell'appendice A e soddisfare le prescrizioni ivi contenute.

#### 8.6.6. Prova di penetrazione

Una bombola finita deve essere sottoposta a prova conformemente al punto A.16 dell'appendice A e soddisfare le prescrizioni ivi contenute.

#### 8.6.7. Prove di resistenza all'intaglio

Una bombola finita deve essere sottoposta a prova conformemente al punto A.17 dell'appendice A e soddisfare le prescrizioni ivi contenute.

#### 8.6.8. Prova di scorrimento ad alta temperatura

Nelle progettazioni in cui la temperatura di transizione vetrosa della resina non supera di almeno 20 °C la temperatura massima di progetto del materiale, una bombola deve essere sottoposta a prova conformemente al punto A.18 dell'appendice A e soddisfare le prescrizioni ivi contenute.

#### 8.6.9. Prova accelerata di rottura sotto sollecitazione

Una bombola finita deve essere sottoposta a prova conformemente al punto A.19 dell'appendice A e soddisfare le prescrizioni ivi contenute.

#### 8.6.10. Comportamento *leak-before-break* (LBB — perdita prima della rottura)

Per le bombole che non superano i 45 000 cicli nelle prove di cui al precedente punto 8.6.3, le prove di comportamento *leak-before-break* devono essere effettuate conformemente al punto A.6 dell'appendice A e soddisfare le prescrizioni ivi contenute.

#### 8.6.11. Prova di pressione ciclica alle temperature estreme

Una bombola finita deve essere sottoposta a prova conformemente al punto A.7 dell'appendice A e soddisfare le prescrizioni ivi contenute.

### 9. BOMBOLE DI TIPO GNC-3, INTERAMENTE RICOPERTE

#### 9.1. Prescrizioni di carattere generale

Durante la pressurizzazione, questo tipo di bombole ha un comportamento in cui gli spostamenti della copertura in materiale composito e dell'anima si sovrappongono. Questo allegato non indica un metodo di progettazione definito nei particolari, in quanto vengono utilizzate diverse tecniche di fabbricazione. La determinazione del comportamento *leak-before-break* (LBB — perdita prima della rottura) deve essere effettuata conformemente alle procedure appropriate definite al punto A.6 dell'appendice A. La dimensione ammessa dei difetti deve essere determinata conformemente al precedente punto 6.15.2.

## 9.2. Prescrizioni relative al progetto

### 9.2.1. Anima metallica

La sollecitazione di compressione nell'anima a pressione zero e a 15 °C non deve provocare la deformazione permanente o la piegatura dell'anima.

### 9.2.2. Ricopertura di materiale composito

La sollecitazione di trazione nelle fibre deve essere conforme alle prescrizioni di cui al precedente punto 6.5.

### 9.2.3. Analisi delle sollecitazioni

Occorre calcolare le sollecitazioni tangenziali e longitudinali nel materiale composito e nell'anima della bombola dopo l'applicazione delle seguenti pressioni: pressione pari a 0, pressione di esercizio, 10 % della pressione di esercizio, pressione di prova e pressione di scoppio di progettazione. Si devono calcolare i limiti entro cui deve essere compresa la pressione di pretensionamento della cerchiatura (*autofrettage*). Per i calcoli devono essere utilizzate tecniche di analisi idonee che applichino la teoria dei gusci sottili (*thin shell*), tenendo conto del comportamento non lineare del materiale dell'anima per stabilire la distribuzione delle sollecitazioni a livello del collo, delle zone di transizione e della parte cilindrica dell'anima della bombola.

## 9.3. Prescrizioni relative alla fabbricazione

Le prescrizioni relative alla fabbricazione rispecchiano quelle descritte al punto 8.3, ma la ricopertura deve essere costituita anche da filamenti avvolti in modo elicoidale.

## 9.4. Prescrizioni relative alle prove di produzione

Le prescrizioni relative alle prove di produzione rispecchiano quelle descritte al punto 8.4 sopra.

## 9.5. Prove su bombole per lotti

Le prove per lotti devono soddisfare le prescrizioni di cui al punto 8.5 sopra.

## 9.6. Prove di qualificazione della progettazione delle bombole

Le prove di qualificazione della progettazione delle bombole devono essere effettuate conformemente alle prescrizioni di cui al punto 8.6 sopra e al punto 9.6.1 infra, ma non è richiesta la prova di scoppio dell'anima prescritta al punto 8.6.

### 9.6.1. Prova di caduta

Una o più bombole finite devono essere sottoposte a prova di caduta conformemente al punto A.30 dell'appendice A.

## 10. BOMBOLE DI TIPO GNC-4, INTERAMENTE IN MATERIALE COMPOSITO

### 10.1. Prescrizioni di carattere generale

Il presente allegato non definisce nei particolari un metodo specifico per la progettazione di bombole con anima in materiale polimerico, perché esistono molti tipi di bombole possibili.

### 10.2. Prescrizioni relative al progetto

Per stabilire l'adeguatezza della progettazione utilizzare i calcoli di progetto. Le sollecitazioni di trazione nelle fibre devono rispondere alle prescrizioni di cui al punto 6.5 sopra.

Sui bocchelli metallici devono essere utilizzate filettature coniche e cilindriche conformi ai punti 6.10.2 o 6.10.3 sopra.

I bocchelli metallici con aperture filettate devono essere in grado di resistere ad una coppia di 500 Nm senza che si producano danni all'integrità del raccordo all'anima non metallica. I bocchelli metallici collegati all'anima non metallica devono essere in materiale compatibile con le condizioni di impiego specificate al punto 4 del presente allegato.



**10.3. Analisi delle sollecitazioni**

Le sollecitazioni tangenziali e longitudinali nel materiale composito e nell'anima della bombola devono essere calcolate per una pressione pari a 0, per la pressione di esercizio, per la pressione di prova e la pressione di scoppio di progettazione. I calcoli devono applicare tecniche di analisi idonee al fine di determinare la distribuzione delle sollecitazioni nella bombola.

**10.4. Prescrizioni relative alla fabbricazione**

Le prescrizioni relative alla fabbricazione rispecchiano quelle descritte al punto 8.3 sopra, salvo che la temperatura di indurimento (*curing*) per le resine termoindurenti deve essere di almeno 10 °C inferiore alla temperatura di ram-mollimento dell'anima in materiale plastico.

**10.5. Prescrizioni relative alle prove di produzione****10.5.1. Prova sotto pressione idrostatica**

Ogni bombola finita deve essere sottoposta ad una prova sotto pressione idrostatica conformemente al punto A.11 dell'appendice A. Il fabbricante deve definire il limite appropriato di espansione elastica per la pressione di prova utilizzata; l'espansione elastica di qualsiasi bombola non deve, tuttavia, in nessun caso superare di oltre il 10 % il valore medio del lotto. Le bombole che non rientrino nel limite di accettazione definito devono essere scartate e distrutte oppure utilizzate per l'effettuazione di prove per lotti.

**10.5.2. Prova di tenuta**

Ogni bombola finita deve essere sottoposta a prova di tenuta conformemente al punto A.10 dell'appendice A e soddisfare le prescrizioni ivi contenute.

**10.6. Prove su bombole per lotti****10.6.1. Prescrizioni di carattere generale**

Le prove per lotto devono essere effettuate su bombole finite che siano rappresentative della produzione normale e rechino le marcature di identificazione. In ogni lotto si deve scegliere a caso una bombola. Se le prove vengono effettuate su un numero di bombole più elevato rispetto a quello previsto dal presente allegato, tutti i risultati devono essere documentati. Sulle bombole devono essere effettuate perlomeno le prove indicate qui di seguito.

**a) Prove sui materiali per lotti**

Una bombola oppure un'anima oppure un campione testimone (di un'anima), rappresentativo di una bombola finita, devono essere sottoposti alle seguenti prove:

- i) controllo delle dimensioni rispetto al progetto;
- ii) prova di trazione sull'anima in materiale plastico conformemente al punto A.22 dell'appendice A. I risultati delle prove devono soddisfare i requisiti di progettazione;
- iii) la temperatura di fusione dell'anima in materiale plastico deve essere verificata conformemente al punto A.23 dell'appendice A. I risultati delle prove devono soddisfare i requisiti di progettazione;
- iv) quando il progetto prevede un rivestimento protettivo, tale rivestimento deve essere sottoposto a prova conformemente al punto A.9.2 dell'appendice A. Quando il rivestimento non risponde alle prescrizioni del punto A.9.2. dell'appendice A, l'intero lotto deve essere controllato allo scopo di eliminare le bombole che presentano gli stessi difetti. Il rivestimento di tutte le bombole difettose può essere rimosso utilizzando un metodo che non comprometta l'integrità della copertura in materiale composito e riapplicato. La prova del rivestimento per lotti deve essere quindi ripetuta.

**b) Prova di scoppio per lotti**

Una bombola deve essere sottoposta a prova conformemente alle prescrizioni di cui al punto 7.4, lettera b) sopra;

**c) Prova periodica di cicli di pressione**

Su una bombola il bocchello deve essere sottoposto a prova con una coppia di 500 Nm conformemente al metodo di prova di cui al punto A.25 dell'appendice A. La bombola deve essere quindi sottoposta a cicli di pressione conformemente alle procedure indicate al punto 7.4, lettera c).

Una volta effettuati i cicli di pressione previsti, la bombola deve essere sottoposta a prova di tenuta conformemente al metodo descritto al punto A.10 dell'appendice A e soddisfare le prescrizioni ivi contenute.

## 10.7. Prove di qualificazione della progettazione delle bombole

### 10.7.1. Prescrizioni di carattere generale

Le prove di qualificazione devono essere effettuate conformemente alle prescrizioni di cui ai punti 8.6, 10.7.2, 10.7.3 e 10.7.4 del presente allegato, ma non è richiesta la prova di comportamento *leak-before-break* (LLB — perdita prima della rottura) di cui al punto 8.6.10.

### 10.7.2. Prova di momento torcente sul bocchello

Una bombola deve essere sottoposta a prova conformemente al punto A.25 dell'appendice A.

### 10.7.3. Prova di permeazione

Una bombola deve essere sottoposta a prova di permeazione conformemente al punto A.21 dell'appendice A e soddisfare le prescrizioni ivi contenute.

### 10.7.4. Prova di cicli di pressione con gas naturale

Una bombola finita deve essere sottoposta a prova conformemente al punto A.27 dell'appendice A e soddisfare le prescrizioni ivi contenute.

## 11. MARCATURE

### 11.1. Realizzazione delle marcature

Su ogni bombola il fabbricante deve apporre marcature permanenti leggibili, di altezza non inferiore a 6 mm. Le marcature devono essere realizzate mediante etichette incorporate nei rivestimenti in resina, etichette fissate con adesivo, stampigliature a bassa pressione sui fondelli rinforzati delle bombole di tipo GNC-1 e GNC-2 oppure mediante una combinazione di detti sistemi di marcatura. Le etichette adesive e la loro applicazione devono essere conformi alla norma ISO 7225 o ad una norma equivalente. Sono ammesse più etichette, che devono essere collocate in modo tale da non venire coperte dalle staffe di montaggio. Ogni bombola conforme al presente allegato deve recare le seguenti marcature.

#### a) Informazioni obbligatorie:

- i) le parole «SOLO GNC»;
- ii) le parole «NON UTILIZZARE DOPO XX/XXXX», dove XX/XXXX indica il mese e l'anno di scadenza <sup>(5)</sup>;
- iii) identificazione del fabbricante;
- iv) identificazione della bombola [numero di particolare (*part number*) applicabile e numero di serie distintivo per ogni bombola];
- v) pressione di esercizio a temperatura;
- vi) numero del regolamento UNECE, tipo di bombola e numero di registrazione della certificazione;
- vii) i dispositivi di sicurezza alla sovrappressione e/o le valvole ammessi all'impiego con la bombola, o i mezzi per ottenere informazioni sui sistemi ammessi di protezione antincendio;
- viii) quando vengono utilizzate etichette, tutte le bombole devono recare un numero di identificazione unico stampigliato su una superficie metallica visibile che consenta l'identificazione in caso di distruzione dell'etichetta.

#### b) Informazioni facoltative

Su una o più etichette separate possono essere riportate le seguenti informazioni facoltative:

- i) campo di temperature del gas, ad esempio da  $-40\text{ °C}$  a  $+65\text{ °C}$ ;

<sup>(5)</sup> La data di scadenza non deve essere posteriore alla vita di impiego specificata. La data di scadenza può essere apposta sulla bombola al momento della spedizione a condizione che le bombole siano state immagazzinate in luogo asciutto senza pressione interna.

- ii) capacità nominale in acqua della bombola espressa con due cifre significative, ad esempio 120 l;
- iii) data della prima prova di pressione (mese ed anno).

Le marcature devono essere riportate nell'ordine indicato ma la loro disposizione può variare in base allo spazio disponibile. Qui di seguito è riportato un esempio accettabile di come riportare le informazioni obbligatorie:

<p><b>SOLO GNC</b> <b>NON UTILIZZARE DOPO .../...</b> Fabbricante/Numero di particolare (<i>part number</i>)/Numero di serie 20 MPa/15 °C regolamento UNECE 110 — GNC-2 (n. di registrazione) «utilizzare unicamente dispositivi di sicurezza alla sovrappressione (PRD) approvati dal fabbricante»</p>
---

## 12. PREPARAZIONE DELLA SPEDIZIONE

Prima della spedizione dallo stabilimento del fabbricante, l'interno di ogni bombola deve essere pulito ed asciugato. Le bombole che non vengono chiuse immediatamente mediante l'installazione di una valvola e di dispositivi di sicurezza, laddove questi siano applicabili, devono essere provviste di tappi in corrispondenza di tutte le aperture o bocchelli, allo scopo di evitare la penetrazione di umidità nella bombola e proteggere le filettature. Prima della spedizione, in tutte le bombole e in tutte le anime in acciaio deve essere spruzzato un anticorrosivo (ad esempio contenente olio).

All'acquirente devono essere fornite la dichiarazione di impiego del fabbricante e tutte le informazioni necessarie per assicurare procedure corrette di movimentazione, utilizzo e ispezione in servizio della bombola. La dichiarazione di impiego deve essere conforme all'appendice D del presente allegato.

## Appendice A

**METODI DI PROVA****A.1. Prove di trazione per bombole di acciaio e di alluminio**

Deve essere effettuata una prova di trazione sul materiale prelevato dalla parte cilindrica della bombola finita, utilizzando un provino rettangolare sagomato conformemente al metodo descritto nella norma ISO 9809 per l'acciaio e nella norma ISO 7866 per l'alluminio. Le due facce del provino, corrispondenti alla superficie interna ed esterna della bombola, non devono essere lavorate di macchina. La prova di trazione deve essere effettuata conformemente alla norma ISO 6892.

*Nota:* Si richiama l'attenzione sul metodo di misurazione dell'allungamento descritto nella norma ISO 6892, in particolare nei casi in cui il provino sottoposto a prova di trazione sia rastremato, il che dà luogo a un punto di rottura distante dal centro della base di misura (lunghezza calibrata).

**A.2. Prova d'urto per bombole e anime d'acciaio**

La prova d'urto deve essere effettuata su tre provini di materiale prelevato dalla parte cilindrica della bombola finita, conformemente alla norma ISO 148. I provini per la prova d'urto devono essere prelevati nella direzione indicata nella tabella 6.2 dell'allegato 3 dalla parete della bombola. L'intaglio deve essere perpendicolare alla faccia della parete della bombola. Per le prove longitudinali il provino deve essere interamente lavorato di macchina (sulle sei facce); se lo spessore della parete non consente di ottenere una larghezza finale del provino pari a 10 mm, la larghezza deve essere più vicina possibile allo spessore nominale della parete della bombola. I provini prelevati nella direzione trasversale devono essere lavorati di macchina solo su quattro facce; le facce interna ed esterna della parete della bombola non devono subire tale lavorazione.

**A.3. Prova di resistenza alla fessurazione sotto sforzo in presenza di solfuro, per l'acciaio**

Salvo quanto precisato di seguito, le prove devono essere condotte in conformità al metodo A — Procedure della prova di trazione normalizzata NACE, descritto nella norma NACE TM0177-96. Le prove devono essere condotte su un minimo di tre provini di trazione con un diametro del calibro di 3,81 mm (0,150 pollici) lavorati di macchina, prelevati dalla parete di una bombola finita o di un'anima. I provini devono essere sottoposti a un carico di trazione costante pari al 60 % del carico minimo di snervamento specificato dell'acciaio, immersi in una soluzione di acqua distillata tamponata con lo 0,5 % (frazione di massa) di acetato di sodio triidrato e regolata a un pH iniziale di 4,0 mediante l'uso di acido acetico.

La soluzione deve essere continuamente saturata alla temperatura e alla pressione ambiente con acido solfidrico a 0,414 kPa (0,06 psia) (azoto di compensazione). I provini sottoposti a prova non devono cedere durante le 144 ore di durata della prova.

**A.4. Prove di corrosione per l'alluminio**

Le prove di corrosione per le leghe di alluminio devono essere effettuate conformemente all'allegato A della norma ISO/DIS 7866 e soddisfare le prescrizioni ivi contenute.

**A.5. Prove di fessurazione da carico permanente per l'alluminio**

Queste prove di resistenza alla fessurazione da carico permanente devono essere effettuate conformemente all'allegato D della norma ISO/DIS 7866 e soddisfare le prescrizioni ivi contenute.

**A.6. Prova di perdita prima della rottura (LBB — leak-before-break)**

Tre bombole finite devono essere sottoposte a cicli di pressione compresa tra non più di 2 MPa e non meno di 30 MPa ad una frequenza non superiore a 10 cicli al minuto.

Tutte le bombole devono cedere per perdita.

**A.7. Prova di pressione ciclica alle temperature estreme**

Le bombole finite, con la ricopertura di materiale composito senza alcun rivestimento protettivo, devono essere sottoposte a cicli di pressione come segue, senza mostrare segni di rottura, perdita o di sfilacciamento delle fibre:

- a) condizionare la bombola per 48 ore a pressione zero, a una temperatura pari o superiore a 65 °C e con un'umidità relativa pari o superiore al 95 %. Questa prescrizione è considerata soddisfatta mediante vaporizzazione di un getto fine o di una nebbia d'acqua in una camera mantenuta alla temperatura di 65 °C;
- b) sottoporre la bombola a pressione idrostatica compresa tra non più di 2 MPa e non meno di 26 MPa a temperatura pari o superiore a 65 °C e con un'umidità del 95 % per 500 cicli moltiplicati per la vita di vita di impiego specificata espressa in anni;
- c) stabilizzare a pressione zero e temperatura ambiente;
- d) mettere in pressione a valori compresi tra non più di 2 MPa a non meno di 20 MPa per 500 cicli moltiplicati per la vita di impiego specificata espressa in anni, alla temperatura di - 40 °C o inferiore.

La frequenza dei cicli di pressione di cui al punto b) non deve superare 10 cicli al minuto. La frequenza dei cicli di pressione di cui al punto d) non deve superare 3 cicli al minuto, salvo nel caso in cui un trasduttore di pressione sia montato direttamente all'interno della bombola. Deve essere disponibile una strumentazione di registrazione idonea in modo da garantire che la temperatura minima del fluido sia mantenuta al livello indicato durante i cicli a bassa temperatura.

Dopo i cicli di pressione alle temperature estreme, le bombole devono essere sottoposte a pressione idrostatica, fino al cedimento, conformemente alle prescrizioni della prova di scoppio idrostatica, e raggiungere una pressione minima di scoppio pari all'85 % della pressione minima di scoppio di progettazione. Per le bombole di tipo GNC-4, prima della prova di scoppio idrostatica, la bombola deve essere sottoposta a prova di tenuta conformemente al punto A.10 infra.

**A.8. Prova di durezza Brinell**

Le prove di durezza devono essere eseguite sulla parete parallela a livello centrale e ad un fondello di ciascuna bombola o anima conformemente alla norma ISO 6506. La prova deve essere eseguita dopo il trattamento termico finale; i valori di durezza determinati tramite la prova devono essere compresi nell'intervallo specificato per il progetto.

**A.9. Prove del rivestimento [obbligatorie se si applica il punto 6.12, lettera c) dell'allegato 3]****A.9.1. Prove del rivestimento**

I rivestimenti devono essere valutati utilizzando i seguenti metodi di prova oppure norme nazionali equivalenti.

- i) Prove di adesione conformemente alla norma ISO 4624 utilizzando il metodo A o il metodo B, a seconda dei casi. Il rivestimento deve mostrare un indice di adesione 4A o 4B, a seconda dei casi;
- ii) prove di flessibilità conformemente alla norma ASTM D522 (prova di piegatura su mandrino di rivestimenti organici applicati — Mandrel Bend Test of Attached Organic Coatings), utilizzando il metodo di prova B con un mandrino da 12,7 mm allo spessore specificato a - 20 °C.

I campioni per la prova di flessibilità devono essere preparati conformemente alla norma ASTM D522. Non devono essere riscontrate fessurazioni visibili;

- iii) prove di resistenza all'urto conformemente alla norma ASTM D2794 [metodo di prova per la resistenza dei rivestimenti organici agli effetti della deformazione rapida (urto) — Test method for Resistance of Organic Coatings to the Effects of Rapid Deformation (Impact)]. Il rivestimento deve superare una prova d'urto preliminare a 18 J, a temperatura ambiente;
- iv) resistenza chimica se la prova è effettuata secondo la norma ASTM D1308 [effetti dei prodotti chimici domestici sui rivestimenti organici trasparenti e pigmentati — Effect of Household Chemicals on Clear and Pigmented Organic Finishes]. Queste prove devono essere effettuate utilizzando il metodo della prova per punti discontinui (Open Spot Test) e un'esposizione di 100 ore ad una soluzione di acido solforico al 30 % (acido per batterie con una densità relativa di 1,219) ed un'esposizione di 24 ore a un glicole polialchilene (ad es. fluido per freni). Non devono essere riscontrati alcun sollevamento, formazione di bolle o rammollimento del rivestimento. L'adesione deve essere di grado 3 nel caso di prova eseguita conformemente alla norma ASTM D3359;

- v) esposizione minima di 1 000 ore conformemente alla norma ASTM G53 [guida per l'utilizzo di apparecchiature (di tipo fluorescente a condensazione UV) per l'esposizione alla luce e all'acqua dei materiali non metallici — Practice for Operating Light- and Water-Exposure Apparatus (Fluorescent W-Condensation Type) for Exposure of non-metallic Materials]. Non deve essere riscontrata alcuna formazione di bolle e l'adesione deve essere di grado 3 nel caso di prova eseguita conformemente alla norma ISO 4624. La perdita massima consentita di brillantezza è del 20 %;
- vi) esposizione minima di 500 ore conformemente alla norma ASTM B117 [prova in nebbia salina — Salt Spray (Fog) Testing]. L'intaglio eseguito con la punta a tracciare non deve superare 3 mm, non deve esserci alcuna traccia di formazione di bolle e l'adesione deve essere di grado 3 nel caso di prova eseguita conformemente alla norma ASTM D3359;
- vii) prove di resistenza alla scheggiatura a temperatura ambiente conformemente alla norma ASTM D3170 (resistenza alla scheggiatura dei rivestimenti — Chipping Resistance of Coatings). Il rivestimento deve essere di classe 7A o migliore, e il substrato non deve rimanere scoperto.

#### A.9.2. Prove del rivestimento per lotti

- i) Spessore del rivestimento

Lo spessore del rivestimento deve soddisfare le prescrizioni del progetto quando sottoposto a prova conformemente alla norma ISO 2808.

- ii) Adesione del rivestimento

La resistenza di adesione del rivestimento deve essere misurata conformemente alla norma ISO 4624, e deve essere almeno di grado 4 se misurata utilizzando il metodo di prova A o B, a seconda dei casi.

#### A.10. Prova di tenuta

Le bombole di tipo GNC-4 devono essere sottoposte a prova di tenuta utilizzando la procedura seguente (o altra procedura accettabile).

- a) Le bombole devono essere minuziosamente asciugate e pressurizzate alla pressione di esercizio con aria o azoto secchi contenenti un gas rilevabile come ad esempio l'elio;
- b) la bombola in esame deve essere scartata laddove venga rilevata in un qualsiasi punto una perdita superiore a 0,004 cm<sup>3</sup>/ora.

#### A.11. Prova idraulica

Si deve utilizzare uno dei due metodi seguenti.

*Metodo 1:* camicia d'acqua (prova di espansione volumetrica)

- a) La bombola deve essere sottoposta a prova idrostatica ad una pressione pari ad almeno 1,5 volte la pressione di esercizio. In nessun caso la pressione di prova deve essere maggiore di quella di pretensionamento della cerchiatura (*autofrettage*).
- b) La pressione deve essere mantenuta per un periodo sufficientemente lungo (almeno 30 secondi) per assicurare l'espansione completa. Qualsiasi pressione interna applicata dopo il pretensionamento e prima della prova idrostatica non deve superare il 90 % della pressione idrostatica di prova. Se non è possibile mantenere la pressione di prova a causa di un guasto dell'apparecchiatura di prova, la prova può essere ripetuta, ad una pressione aumentata di 700 kPa. Non sono ammesse più di 2 ripetizioni della prova.
- c) Il fabbricante deve stabilire il limite appropriato di espansione volumetrica permanente per la pressione di prova utilizzata, ma l'espansione permanente non deve in nessun caso superare il 5 % dell'espansione volumetrica totale misurata alla pressione di prova. Il fabbricante deve stabilire il limite appropriato di espansione elastica per le bombole di tipo GNC-4. Le bombole che non rientrino nel limite di accettazione definito devono essere scartate e distrutte oppure utilizzate per l'effettuazione di prove per lotti.

*Metodo 2:* prova della pressione di collaudo

La pressione idrostatica nella bombola deve essere aumentata in modo regolare e graduale fino a raggiungere la pressione di prova, pari ad almeno 1,5 volte la pressione di esercizio. La pressione di prova della bombola deve essere mantenuta per un periodo sufficientemente lungo (almeno 30 secondi) per accertarsi che non tenda a diminuire e che la tenuta sia garantita.

**A.12. Prova di scoppio a pressione idrostatica**

- a) La velocità di pressurizzazione non deve superare 1,4 MPa al secondo (200 psi/secondo) a pressioni superiori all'80 % della pressione di scoppio di progettazione. Se la velocità di pressurizzazione a pressioni superiori all'80 % della pressione di scoppio di progettazione supera i 350 kPa/secondo (50 psi/secondo), è necessario collocare la bombola schematicamente tra la sorgente di pressione ed il dispositivo di misurazione della pressione, oppure per 5 secondi deve essere applicata una pressione pari a quella minima di scoppio di progettazione.
- b) La pressione minima richiesta (calcolata) deve essere di almeno 45 MPa e non deve essere in nessun caso inferiore al valore necessario per soddisfare le prescrizioni relative al rapporto di sollecitazione. La pressione di scoppio effettiva deve essere registrata. La rottura può prodursi nella parte cilindrica o nel fondello della bombola.

**A.13. Cicli di pressione a temperatura ambiente**

I cicli di pressione devono essere effettuati secondo la procedura descritta qui di seguito:

- a) riempire la bombola da sottoporre a prova con un fluido non corrosivo come olio, acqua additivata o glicole;
- b) sottoporre la bombola a cicli di pressione compresa tra non più di 2 MPa e non meno di 26 MPa con una frequenza non superiore a 10 cicli al minuto.

Registrare il numero di cicli fino al cedimento, unitamente alla posizione e alla descrizione dell'inizio del cedimento.

**A.14. Prova in ambiente acido**

Utilizzare la seguente procedura di prova su una bombola finita:

- i) esporre per 100 ore un'area della superficie della bombola con diametro di 150 mm a una soluzione di acido solforico al 30 % (acido per batterie con una densità relativa di 1,219) mantenendo la pressione della bombola a 26 MPa;
- ii) pressurizzare la bombola fino allo scoppio secondo la procedura di cui al precedente punto A.12. Applicare una pressione di scoppio superiore all'85 % della pressione minima di scoppio di progettazione.

**A.15. Prova d'incendio (bonfire)****A.15.1. Prescrizioni di carattere generale**

Le prove d'incendio sono studiate per dimostrare che le bombole finite, complete del sistema di protezione antincendio [valvola della bombola, dispositivi di sicurezza alla sovrappressione (PRD) e/o isolamento termico integrale] specificato nella progettazione, non sono soggette a scoppio nelle condizioni di incendio indicate. È opportuno procedere con la massima cautela durante la prova antincendio, in considerazione della possibilità di una rottura della bombola.

**A.15.2. Disposizione delle bombole**

Le bombole devono essere disposte orizzontalmente con il fondo a circa 100 mm dalla sorgente del fuoco.

Si deve utilizzare una schermatura metallica di protezione per evitare il contatto diretto delle fiamme con le valvole della bombola, i raccordi e/o i dispositivi di sicurezza alla sovrappressione (PRD). La schermatura metallica non deve essere a contatto diretto con il sistema di protezione antincendio specificato [dispositivi di sicurezza alla sovrappressione (PRD) o valvola della bombola]. Qualsiasi guasto o malfunzionamento (che si produca durante la prova) di una valvola, di un raccordo o di un tubo non facenti parte del sistema di protezione previsto dal progetto invalida il risultato della prova.

**A.15.3. Sorgente del fuoco**

Una sorgente di fuoco uniforme lunga 1,65 m deve permettere il contatto diretto delle fiamme sulla superficie della bombola, su tutto il diametro.

Per alimentare la sorgente del fuoco si può utilizzare qualsiasi combustibile, a condizione che fornisca un calore uniforme sufficiente a mantenere le temperature di prova specificate fino allo svuotamento della bombola. Nella scelta del combustibile occorre tenere presenti i problemi di inquinamento atmosferico. La disposizione del fuoco deve essere registrata in modo sufficientemente dettagliato per poter riprodurre il livello di calore applicato alla bombola. Qualsiasi anomalia o variazione della sorgente di fuoco durante la prova invalida il risultato.

#### A.15.4. Misurazioni della temperatura e della pressione

Le temperature superficiali devono essere controllate mediante almeno tre termocoppie collocate lungo la parte inferiore della bombola a una distanza di non più di 0,75 m l'una dall'altra. Per evitare il contatto diretto della fiamma con le termocoppie si deve utilizzare una schermatura metallica di protezione. In alternativa, le termocoppie possono essere inserite in blocchi di metallo di superficie inferiore a 25 mm<sup>2</sup>.

Le temperature delle termocoppie e la pressione della bombola devono essere registrate ogni 30 secondi o a intervalli più ravvicinati durante la prova.

#### A.15.5. Prescrizioni generali relative alle prove

Le bombole devono essere pressurizzate con gas naturale e sottoposte a prova in posizione orizzontale:

- a) alla pressione di esercizio;
- b) al 25 % della pressione di esercizio.

Subito dopo l'accensione, le fiamme devono venire a contatto con la superficie della bombola, per la lunghezza di 1,65 m della sorgente del fuoco e sull'intero diametro della bombola. Entro 5 minuti dall'accensione la temperatura di almeno una termocoppia deve essere pari ad almeno 590 °C. Questa temperatura minima deve essere mantenuta fino al termine della prova.

#### A.15.6. Bombole di lunghezza pari o inferiore a 1,65 m

Il centro della bombola deve essere collocato sopra il centro della sorgente di fuoco.

#### A.15.7. Bombole di lunghezza superiore a 1,65 m

Se la bombola è provvista di un dispositivo di sicurezza alla sovrappressione (PRD) a un'estremità, la sorgente del fuoco deve cominciare all'estremità opposta della bombola. Se la bombola è provvista di dispositivi di sicurezza alla sovrappressione (PRD) ad entrambe le estremità, o in più punti lungo la bombola, il centro della sorgente di fuoco deve essere collocato a metà tra i dispositivi di sicurezza alla sovrappressione (PRD) separati tra loro dalla massima distanza orizzontale.

Se la bombola è protetta anche da un isolamento termico si devono eseguire due prove di resistenza al fuoco alla pressione di impiego, una con il fuoco al centro rispetto alla lunghezza della bombola, e l'altra con il fuoco appiccato a una delle estremità della bombola.

#### A.15.8. Risultati accettabili

La bombola deve svuotarsi attraverso un dispositivo di sicurezza alla sovrappressione (PRD).

### A.16. Prove di penetrazione

La prova consiste nel far penetrare una pallottola perforante di diametro pari o superiore a 7,62 mm in una bombola pressurizzata a 20 MPa ± 1 MPa con gas compresso. La pallottola deve perforare completamente almeno una delle pareti laterali della bombola. Per le bombole di tipo GNC-2, GNC-3 e GNC-4, il proiettile deve urtare la parete laterale con un angolo di circa 45°. La bombola non deve presentare alcun segno di cedimento dovuto a schegge. La perdita di frammenti di materiale, ciascuno di peso non superiore a 45 grammi, non invalida la prova. Si devono registrare le dimensioni approssimative dei fori di entrata e uscita, e la loro posizione.

### A.17. Prova di resistenza all'intaglio del materiale composito

Unicamente per le bombole di tipo GNC-2, GNC-3 e GNC-4, su una bombola finita provvista di rivestimento di protezione si devono praticare intagli — in senso longitudinale — nel materiale composito. Le dimensioni degli intagli devono essere maggiori rispetto ai limiti specificati dal fabbricante per il controllo visivo.



La bombola intagliata deve essere poi sottoposta a cicli di pressione compresa tra non più di 2 MPa e non meno di 26 MPa, inizialmente per 3 000 cicli, quindi ad altri 12 000 cicli a temperatura ambiente. La bombola non deve perdere né rompersi entro i primi 3 000 cicli, ma può cedere per perdita nei 12 000 cicli successivi. Tutte le bombole sottoposte a questa prova devono essere distrutte.

**A.18. Prova di scorrimento ad alta temperatura**

Questa prova è obbligatoria per tutte le bombole di tipo GNC-4, nonché per tutte le bombole di tipo GNC-2 e GNC-3 in cui la temperatura di transizione vetrosa della matrice in resina non supera di almeno 20 °C la temperatura massima di progetto del materiale indicata al punto 4.4.2 dell'allegato 3.

Una bombola finita deve essere sottoposta a prova come segue:

- a) la bombola deve essere pressurizzata a 26 MPa e mantenuta alla temperatura di 100 °C per non un periodo non inferiore a 200 ore;
- b) dopo la prova, la bombola deve soddisfare le prescrizioni di cui ai precedenti punti A.10 (prova di tenuta), A.11 (prova di espansione idrostatica) e A.12 (prova di scoppio).

**A.19. Prova accelerata di rottura sotto sollecitazione**

Unicamente per le bombole di tipo GNC-2, GNC-3 e GNC-4, una bombola priva di rivestimento protettivo deve essere sottoposta a pressione idrostatica a 26 MPa, ed essere contemporaneamente immersa in acqua a 65 °C. La bombola deve essere mantenuta a questa pressione e a questa temperatura per 1 000 ore, quindi deve essere pressurizzata fino allo scoppio conformemente alla procedura di cui al punto A.12, salvo per il fatto che la pressione di scoppio deve superare l'85 % della pressione minima di scoppio di progettazione.

**A.20. Prova dei danni da urto**

Una o più bombole finite devono essere sottoposte a prova di caduta a temperatura ambiente senza pressurizzazione interna né valvole installate. La superficie su cui sono lasciate cadere le bombole deve essere un piano o una pavimentazione regolare e orizzontale di calcestruzzo. Una bombola deve essere lasciata cadere in posizione orizzontale sulla superficie d'impatto da un'altezza, calcolata relativamente al fondo della bombola, di 1,8 metri. Una bombola deve essere lasciata cadere verticalmente su ciascuna estremità da un'altezza sul piano o pavimentazione d'impatto sufficiente affinché l'energia potenziale sia di 488 J; l'altezza dell'estremità inferiore non deve, in ogni caso, essere maggiore di 1,8 m. Una bombola deve essere lasciata cadere con un angolo di 45° su un fondello da un'altezza tale per cui il baricentro si trovi a 1,8 m; tuttavia, se l'estremità inferiore è a meno di 0,6 m dal suolo, l'angolo di caduta deve essere modificato allo scopo di mantenere un'altezza minima di 0,6 m e un baricentro di 1,8 m.

Dopo l'urto da caduta, le bombole devono essere sottoposte a cicli di pressione compresa tra non più di 2 MPa e non meno di 26 MPa per un numero di cicli pari a 1 000 volte la vita di impiego specificata, espressa in anni. Le bombole possono perdere ma non rompersi durante l'applicazione dei cicli di pressione. Tutte le bombole sottoposte a prova con l'applicazione di cicli di pressione devono essere distrutte.

**A.21. Prova di permeazione**

Questa prova è richiesta unicamente per le bombole di tipo GNC-4. Una bombola finita deve essere riempita con gas naturale compresso o con una miscela composta da 90 % di azoto e 10 % di elio alla pressione di esercizio. Durante la prova la bombola, che deve essere posta in una camera chiusa e sigillata a temperatura ambiente, deve essere controllata per rilevare eventuali perdite per un periodo di tempo sufficientemente lungo da consentire di determinare un tasso di permeazione stabile. Il tasso di permeazione deve essere inferiore a 0,25 ml di gas naturale o elio all'ora per litro di capacità in acqua della bombola.

**A.22. Proprietà di trazione delle materie plastiche**

Il carico di snervamento a trazione e l'allungamento a rottura della materia plastica dell'anima devono essere determinati a -50 °C conformemente alla norma ISO 3628, e soddisfare le prescrizioni di cui al punto 6.3.6 dell'allegato 3.

**A.23. Temperatura di fusione delle materie plastiche**

Il materiale polimerico di anime finite deve essere sottoposto a prova conformemente al metodo descritto nella norma ISO 306, e soddisfare le prescrizioni di cui al punto 6.3.6 dell'allegato 3.

**A.24. Prescrizioni relative ai dispositivi di sicurezza alla sovrappressione (PRD)**

La compatibilità dei dispositivi di sicurezza alla sovrappressione (PRD) specificati dal fabbricante nelle condizioni di impiego indicate al punto 4 dell'allegato 3 deve essere dimostrata mediante le seguenti prove di qualificazione:

- a) un campione deve essere mantenuto ad una temperatura controllata non inferiore a 95 °C e ad una pressione non inferiore alla pressione di prova (30 MPa) per 24 ore. Al termine della prova non si deve rilevare alcuna perdita né alcun segno visibile di estrusione di qualsiasi metallo fusibile utilizzato nel progetto.
- b) un campione deve essere sottoposto a prova di fatica applicando non oltre 4 cicli di pressione al minuto nel modo seguente:
  - i) mantenendo il campione a 82 °C lo si sottopone a 10 000 cicli di pressione compresa tra 2 MPa e 26 MPa;
  - ii) mantenendo il campione a - 40 °C lo si sottopone a 10 000 cicli di pressione compresa tra 2 MPa e 20 MPa.

Al termine della prova non si deve rilevare alcuna perdita né alcun segno visibile di estrusione di qualsiasi metallo fusibile utilizzato nel progetto.

- c) I componenti esposti in ottone destinati a mantenere la pressione nei dispositivi di sicurezza alla sovrappressione (PRD) devono resistere, senza che si produca alcuna fessurazione per tenso corrosione, ad una prova con nitrato mercurioso effettuata conformemente alla norma ASTM B154. Il dispositivo di sicurezza alla sovrappressione (PRD) deve essere immerso per 30 minuti in una soluzione acquosa di nitrato mercurioso contenente 10 g di nitrato mercurioso e 10 ml di acido nitrico per litro di soluzione. Dopo l'immersione il dispositivo di sicurezza alla sovrappressione (PRD) deve essere sottoposto a prova di tenuta applicando una pressione aerostatica di 26 MPa per un minuto, nel corso del quale deve essere verificata l'assenza di perdite verso l'esterno a livello del componente. Eventuali perdite non devono essere superiori a 200 cm<sup>3</sup>/h.
- d) I componenti esposti in acciaio inossidabile destinati a mantenere la pressione nei dispositivi di sicurezza alla sovrappressione (PRD) devono essere fabbricati con un tipo di lega resistente alla fessurazione per tenso corrosione indotta da cloruri.

**A.25. Prova di momento torcente sul bocchello**

Il corpo della bombola deve essere fissato per impedirne la rotazione e deve essere applicata una coppia di 500 Nm a ciascun bocchello della bombola, dapprima nella direzione di serraggio di un collegamento filettato, poi in quella di allentamento e infine di nuovo in quella di serraggio.

**A.26. Resistenza al taglio della resina**

Le resine devono essere sottoposte a prova su un provino campione rappresentativo della ricopertura in materiale composito conformemente alla norma ASTM D2344 o ad una norma nazionale equivalente. Dopo 24 ore di bollitura in acqua, il materiale composito deve avere una resistenza minima al taglio di 13,8 MPa.

**A.27. Prova di cicli di pressione con gas naturale**

Una bombola finita deve essere sottoposta a 300 cicli di pressione compresa tra meno di 2 MPa e la pressione di esercizio, utilizzando gas naturale compresso. La durata di ciascun ciclo di riempimento e svuotamento della bombola non deve superare a 1 ora. La bombola deve essere sottoposta a prova di tenuta conformemente al precedente punto A.10 e soddisfare le prescrizioni ivi contenute. Al termine dei cicli suddetti effettuati con il gas naturale, la bombola deve essere sezionata e l'interfaccia anima/bocchello deve essere esaminata per rilevare qualsiasi deterioramento come ad esempio cricche da fatica o scariche elettrostatiche.

*Nota:* È necessario prestare particolare attenzione alla sicurezza durante l'esecuzione di questa prova. Prima di effettuare la prova, occorre che le bombole di questo tipo abbiano pienamente soddisfatto le prescrizioni di prova di cui al precedente punto A.12 (prova di scoppio a pressione idrostatica), al punto 8.6.3 dell'allegato 3 (prova dei cicli di pressione a temperatura ambiente), e al precedente punto A.21 (prova di permeazione). Prima dell'esecuzione della prova le bombole in questione devono aver soddisfatto le prescrizioni di prova di cui al precedente punto A.10 (prova di tenuta).

**A.28. Prescrizioni relative al dispositivo a valvola manuale**

Un campione deve essere sottoposto a prova di fatica applicando non più di 4 cicli di pressione al minuto nel modo seguente:

- i) mantenendo il campione a 20 °C lo si sottopone a 2 000 cicli di pressione compresa tra 2 MPa e 26 MPa.

*Appendice B*

(non assegnato)

\_\_\_\_\_

*Appendice C*

(non assegnato)

\_\_\_\_\_

*Appendice D***MODELLI DI RAPPORTO**

*Nota:* La presente appendice non costituisce una parte obbligatoria dell'allegato 3. Dovrebbero essere utilizzati i seguenti modelli:

- (1) Rapporto di fabbricazione e certificato di conformità — chiaro e leggibile, secondo il formato di cui al modello 1.
- (2) Rapporto <sup>(1)</sup> dell'analisi chimica del materiale per bombole, anime o bocchelli metallici — deve contenere elementi essenziali, identificazione, ecc.
- (3) Rapporto <sup>(1)</sup> delle proprietà meccaniche del materiale per bombole e anime metalliche — deve contenere tutti i rapporti di prova prescritti dal presente regolamento.
- (4) Rapporto <sup>(1)</sup> delle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali per anime non metalliche — deve contenere tutte le informazioni e i rapporti di prova prescritti dal presente regolamento.
- (5) Rapporto <sup>(1)</sup> dell'analisi del materiale composito — deve contenere tutti i rapporti di prova e i dati prescritti dal presente regolamento.
- (6) Rapporto delle prove idrostatiche, della prova periodica dei cicli di pressione e delle prove di scoppio — deve contenere tutti i rapporti di prova e i dati prescritti dal presente regolamento.

---

<sup>(1)</sup> I modelli di rapporto dal n. 2 al n. 6 devono essere elaborati dal fabbricante e servono a identificare esattamente le bombole e le relative prescrizioni. Ogni relazione deve essere firmata dall'autorità competente e dal fabbricante.

## Modello 1

**RAPPORTO DEL FABBRICANTE E CERTIFICAZIONE DI CONFORMITÀ**

Fabbricato da: .....

Sede: .....

Numero di registrazione regolamentare: .....

Numero e marchio del fabbricante: .....

Numero di serie: da ..... a ..... compreso

Descrizione della bombola: .....

Dimensioni: ..... diametro esterno: ..... mm; lunghezza ..... mm.

Le marcature punzonate sul fondello o riportate su etichette applicate sulla bombola sono:

a) «SOLO GNC»: .....

b) «NON UTILIZZARE DOPO»: .....

c) Marchio del fabbricante: .....

d) Numero di serie o di particolare (*part number*): .....

e) Pressione di esercizio in MPa: .....

f) Regolamento UNECE: .....

g) Protezione antincendio (tipo): .....

h) Data del primo collaudo (mese e anno): .....

i) Tara della bombola vuota (in kg): .....

j) Contrassegno dell'organismo o degli ispettori autorizzati: .....

k) Capacità in acqua, in litri: .....

l) Pressione di prova in MPa: .....

m) Eventuali istruzioni particolari: .....

Ogni bombola è stata fabbricata conformemente a tutte le prescrizioni del regolamento UNECE n. ... e alla descrizione della bombola di cui sopra. I prescritti rapporti dei risultati di prova sono allegati.

Con la presente certifico che i risultati delle prove sono soddisfacenti sotto tutti gli aspetti e conformi alle prescrizioni relative al tipo sopraindicato .....

Osservazioni: .....

Autorità competente: .....

firma dell'ispettore: .....

firma del fabbricante: .....

Luogo e data: .....

---

## Appendice E

**VERIFICA DEI RAPPORTI DI SOLLECITAZIONE MEDIANTE L'USO DI ESTENSIMETRI**

1. Il rapporto sollecitazione-deformazione per le fibre è sempre elastico; di conseguenza, i rapporti di sollecitazione e i rapporti di deformazione sono uguali.
  2. Sono necessari estensimetri per allungamenti elevati.
  3. Gli estensimetri devono essere orientati nel senso delle fibre su cui sono montati (ad esempio, per la fibra di rinforzo circonferenziale sull'esterno della bombola, gli estensimetri vanno montati in direzione circonferenziale).
  4. Metodo 1 (per le bombole che non utilizzano avvolgimento ad elevata trazione)
    - a) Prima del pretensionamento della cerchiatura (*autofrettage*), applicare gli estensimetri e tararli;
    - b) verificare che siano state rispettate le deformazioni alla pressione di pretensionamento della cerchiatura (*autofrettage*), a pressione nulla dopo il suddetto pretensionamento, alla pressione di esercizio e alla pressione minima di scoppio;
    - c) verificare che il quoziente tra la deformazione alla pressione di scoppio e la deformazione alla pressione di esercizio rispetti le prescrizioni relative al rapporto di sollecitazione. Per le bombole di costruzione ibrida confrontare la deformazione alla pressione di esercizio con la deformazione di rottura di bombole rinforzate con un unico tipo di fibra.
  5. Metodo 2 (per tutte le bombole)
    - a) A pressione nulla dopo l'avvolgimento e il pretensionamento della cerchiatura (*autofrettage*), applicare gli estensimetri e tararli;
    - b) misurare le deformazioni a pressione nulla e alle pressioni di esercizio e minima di scoppio;
    - c) Alla pressione nulla, dopo aver effettuato le misurazioni delle deformazioni alla pressione di esercizio e alla pressione minima di scoppio, e controllando gli estensimetri, tagliare la sezione della bombola in modo che la regione contenente l'estensimetro abbia una lunghezza di circa 127 mm. Rimuovere l'anima senza danneggiare il materiale composito. Misurare le deformazioni dopo aver rimosso l'anima.
    - d) Regolare le letture di deformazione alla pressione nulla, alla pressione di esercizio e alla pressione minima di scoppio rispetto al valore di deformazione misurato a pressione nulla con e senza l'anima.
    - e) Verificare che il quoziente tra la deformazione alla pressione di scoppio e la deformazione alla pressione di esercizio rispetti le prescrizioni relative al rapporto di sollecitazione. Per le bombole di costruzione ibrida, confrontare la deformazione alla pressione di esercizio con la deformazione di rottura di bombole rinforzate con un unico tipo di fibra.
-

## Appendice F

**METODI DI DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A ROTTURA****F.1. Determinazione dei punti sensibili alla fatica**

La posizione e l'orientamento dei cedimenti per fatica devono essere determinati nelle bombole mediante un'adeguata analisi delle sollecitazioni oppure mediante prove di fatica effettuate in scala reale su bombole finite, secondo quanto prescritto per ogni tipo di bombola sulla base delle prove di qualificazione della progettazione. Utilizzando l'analisi delle sollecitazioni ad elementi finiti, il punto sensibile alla fatica deve essere individuato sulla base della posizione e dell'orientamento della massima concentrazione dello sforzo di trazione principale nella parete della bombola o nell'anima alla pressione di esercizio.

**F.2. Perdita prima della rottura (LBB — leak-before-break)****F.2.1. Analisi critica**

(*engineering critical assessment* — ECA) — Quest'analisi può essere effettuata per dimostrare che nella bombola finita si produrrà una perdita in presenza di un difetto nella bombola o nell'anima che si propaghi fino a diventare una cricca passante. Sulla parete laterale della bombola deve essere effettuata una valutazione della perdita prima della rottura. Se il punto sensibile alla fatica è al di fuori della parete laterale, la valutazione della perdita prima della rottura deve essere effettuata anche in quel punto utilizzando una metodologia di livello II, così come delineato nella norma BS PD6493. L'analisi deve comprendere le seguenti fasi:

- a) misurazione della lunghezza massima (asse principale) della cricca superficiale passante (normalmente di forma ellittica) su tre bombole sottoposte a cicli di pressione nell'ambito delle prove di qualificazione della progettazione (conformemente ai punti A.13 e A.14 dell'appendice A) per ciascun tipo di bombola. Nell'analisi utilizzare la cricca più lunga rilevata nelle tre bombole. Modellizzare una cricca semiellittica passante con asse principale pari a due volte l'asse più lungo (misurato) e con l'asse più corto pari a 0,9 volte lo spessore della parete. La cricca semiellittica deve essere modellizzata nelle posizioni specificate al punto F.1 dell'appendice F. La cricca deve essere orientata in modo tale che il più forte sforzo principale di trazione provochi l'avanzamento della fessura;
- b) ai fini dell'analisi si devono utilizzare i livelli di sollecitazione nella parete/anima a 26 MPa ricavati dall'analisi delle sollecitazioni di cui al punto 6.6 dell'allegato 3. Le forze che provocano l'avanzamento della cricca (*crack driving forces*) devono essere calcolate in base al punto 9.2 o 9.3 della norma BS PD6493;
- c) la resistenza alla frattura della bombola finita o dell'anima di una bombola finita, determinata a temperatura ambiente per l'alluminio e a  $-40$  °C per l'acciaio, deve essere stabilita utilizzando una tecnica di prova normalizzata (ISO/DIS 12737 o ASTM 813-89 o BS 7448) conformemente ai punti 8.4 e 8.5 della norma BS PD6493;
- d) il coefficiente di collasso plastico deve essere calcolato conformemente al punto 9.4 della norma BS PD6493-91;
- e) l'intaglio modellizzato deve essere accettabile secondo quanto previsto al punto 11.2 della norma BS PD6493-91.

**F.2.2. Prova di perdita prima della rottura per scoppio di una bombola intagliata**

Una prova di frattura deve essere effettuata sulla parete laterale della bombola. Se i punti sensibili alla fatica determinati conformemente al punto F.1 dell'appendice F sono all'esterno della parete laterale, la prova di frattura deve essere effettuata anche in tali punti. La procedura di prova è la seguente:

- a) Determinazione della lunghezza dell'intaglio corrispondente alla perdita prima della rottura

La lunghezza dell'intaglio corrispondente alla perdita prima della rottura nel punto sensibile alla fatica deve essere pari al doppio della lunghezza massima della cricca superficiale passante misurata sulle tre bombole sottoposte a cicli di pressione fino al cedimento nel quadro delle prove di qualificazione della progettazione relative a ogni tipo di bombola.

- b) Intagli sulle bombole

Per le bombole di tipo GNC-1 che presentano un punto sensibile alla fatica nella parte cilindrica in direzione assiale, gli intagli esterni devono essere lavorati di macchina longitudinalmente, circa a metà della lunghezza della parte cilindrica della bombola. Gli intagli devono essere praticati nello spessore minimo di parete della sezione mediana determinato in base a misurazioni dello spessore in quattro punti lungo la circonferenza della bombola. Per le bombole di tipo GNC-1 che presentano un punto sensibile alla fatica all'esterno della parte cilindrica, l'intaglio corrispondente alla perdita prima della rottura deve essere praticato sulla superficie interna della bombola nella direzione sensibile alla fatica. Per le bombole di tipo GNC-2 e GNC-3 l'intaglio corrispondente alla perdita prima della rottura deve essere praticato nell'anima metallica.

Per gli intagli da sottoporre a prova con pressione monotona, l'utensile di taglio utilizzato deve avere uno spessore di circa 12,5 mm con un angolo di 45° ed un raggio di raccordo massimo di 0,25 mm. Il diametro dell'utensile di taglio deve essere di 50 mm per le bombole con diametro esterno inferiore a 140 mm, e compreso tra 65 e 80 mm per le bombole con diametro esterno superiore a 140 mm (si raccomanda l'utilizzo di un utensile «CVN» normalizzato).

*Nota:* L'utensile di taglio deve essere affilato regolarmente per far sì che il raggio di raccordo sia conforme alle specifiche. La profondità dell'intaglio può essere modificata per ottenere una perdita mediante messa in pressione idraulica monotona. La cricca non deve propagarsi di oltre il 10 % al di là dell'intaglio — praticato con l'utensile di taglio — misurato sulla superficie esterna.

c) Procedura di prova

La prova deve essere effettuata mediante messa in pressione monotona o ciclica nel modo descritto qui di seguito.

i) Messa in pressione monotona fino allo scoppio

La bombola deve essere sottoposta a pressione idrostatica finché la pressione non venga scaricata nel punto dell'intaglio. La pressurizzazione deve essere effettuata secondo quanto descritto al punto A.12 dell'appendice A.

ii) Pressione ciclica

La procedura di prova deve essere conforme alle prescrizioni del punto A.13 dell'appendice A.

d) Criteri di accettazione per la prova della bombola intagliata

La bombola supera le prove se sono soddisfatte le seguenti condizioni.

i) Per la prova di scoppio mediante messa in pressione monotona, la pressione di cedimento deve essere pari o superiore a 26 MPa;

Per la prova di scoppio mediante messa in pressione monotona è ammessa una cricca misurata sulla superficie esterna pari a 1,1 volte la lunghezza dell'intaglio originariamente praticato.

ii) Per le bombole sottoposte a cicli di pressione è ammessa la propagazione della cricca da fatica oltre la lunghezza dell'intaglio originariamente praticato. Il cedimento, tuttavia, deve avvenire per «perdita». La propagazione del difetto dovuta alla fatica deve prodursi su almeno il 90 % della lunghezza dell'intaglio originariamente praticato.

*Nota:* Se questi requisiti non sono soddisfatti (il cedimento si verifica a meno di 36 MPa, pur avvenendo per perdita) la prova può essere ripetuta con un intaglio meno profondo. Inoltre, se si verifica un cedimento per rottura ad una pressione superiore a 26 MPa e se l'intaglio è poco profondo, la prova può essere ripetuta con un intaglio più profondo.

### F.3. Dimensioni dei difetti per le prove non distruttive (PND)

#### F.3.1. Determinazione delle dimensioni dei difetti per le prove non distruttive (PND) mediante analisi critica (engineering critical assessment — ECA)

I calcoli devono essere effettuati conformemente alla norma britannica (BS) PD 6493, parte 3, attenendosi alle fasi seguenti:

- a) le cricche da fatica devono essere modellizzate nel punto sottoposto a più forte sollecitazione nella parete/anima sotto forma di intagli piani;
- b) il campo di sollecitazioni applicate nel punto sensibile alla fatica, dovuto ad una pressione compresa tra 2 MPa e 20 MPa, deve essere determinato in base all'analisi delle sollecitazioni così come indicato al punto F.1 dell'appendice F;
- c) la sollecitazione di flessione e la sollecitazione di membrana possono essere usate separatamente;
- d) il numero minimo di cicli di pressione è 15 000;



- e) i dati sulla propagazione della cricca da fatica devono essere determinati in aria conformemente alla norma ASTM E647. Il piano della cricca deve essere orientato in direzione C-L (vale a dire che il piano della cricca deve essere perpendicolare alle circonferenze e lungo l'asse della bombola), come illustrato nella norma ASTM E399. La velocità di propagazione è determinata dalla media di tre prove con provini. Nell'analisi possono essere utilizzati i dati specifici, eventualmente disponibili, relativi alla velocità di propagazione delle cricche da fatica per il materiale e le condizioni di impiego;
- f) la crescita della cricca nella direzione dello spessore e in quella della lunghezza per ciclo di pressione deve essere determinata seguendo le fasi indicate al punto 14.2 della norma britannica BS PD 6493-91, integrando il rapporto tra la velocità di propagazione della cricca da fatica determinata conformemente al precedente punto e) e il campo di variazione della forza che provoca l'avanzamento della cricca (crack driving force) corrispondente al ciclo di pressione applicato;
- g) seguendo le fasi sopraindicate, calcolare la profondità e la lunghezza massime ammissibili del difetto che non provochino il cedimento per rottura o fatica della bombola durante la vita di impiego prevista dal progetto. Le dimensioni dei difetti per le PND (prove non distruttive) devono essere pari o inferiori alla dimensione massima (ammessa) dei difetti calcolata nel progetto.

F.3.2. Determinazione delle dimensioni dei difetti per le prove non distruttive (PND) mediante cicli di pressione applicati alla bombola intagliata

Per quanto concerne le bombole di tipo GNC-1, GNC-2 e GNC-3, tre bombole con intagli artificiali che superino la capacità di rilevamento della lunghezza e profondità dei difetti del metodo di ispezione PND di cui al punto 6.15 dell'allegato 3 devono essere sottoposte a cicli di pressione fino a cedimento conformemente al metodo di prova di cui al punto A.13 dell'appendice A. Per bombole di tipo GNC-1 che presentino un punto sensibile alla fatica nella parte cilindrica, praticare intagli esterni sulla parete laterale. Per le bombole di tipo GNC-1 che abbiano un punto sensibile alla fatica all'esterno della parete laterale e per le bombole di tipo GNC-2 e GNC-3, praticare intagli interni. Gli intagli interni possono essere lavorati di macchina prima del trattamento termico e della chiusura dell'estremità della bombola.

Le bombole non devono perdere o rompersi prima di 15 000 cicli. La dimensione consentita dei difetti per le PND è pari o inferiore alla dimensione dell'intaglio artificiale praticato in quel punto.

---

*Appendice G***ISTRUZIONI DEL FABBRICANTE PER LA MOVIMENTAZIONE, L'UTILIZZO E L'ISPEZIONE DELLE BOMBOLE****G.1. Prescrizioni di carattere generale**

La funzione principale di questa appendice è fornire indicazioni all'acquirente, al distributore, all'installatore e all'utilizzatore della bombola per un utilizzo sicuro della bombola stessa durante la sua vita d'impiego prevista.

**G.2. Distribuzione**

Il fabbricante deve informare l'acquirente dell'obbligo di fornire istruzioni a tutti coloro che sono coinvolti nelle operazioni di distribuzione, movimentazione, installazione e utilizzo delle bombole. Il documento può essere riprodotto per avere a disposizione un numero di copie sufficienti alle esigenze; deve però essere contrassegnato con il riferimento alle bombole consegnate.

**G.3. Riferimento a codici, norme e regolamenti esistenti**

Possono essere fornite istruzioni specifiche facendo riferimento a codici, norme e regolamenti nazionali o riconosciuti.

**G.4. Movimentazione delle bombole**

Devono essere descritte le procedure di movimentazione in modo da assicurare che le bombole non subiscano danni o contaminazioni inaccettabili durante la movimentazione.

**G.5. Installazione**

Devono essere fornite istruzioni di installazione al fine di assicurare che le bombole non subiscano danni inaccettabili durante l'installazione e durante il normale funzionamento nella vita di impiego prevista.

Nel caso in cui il montaggio sia descritto dal fabbricante, le istruzioni devono contenere all'occorrenza dettagli come lo schema di montaggio, l'uso di materiali resilienti per guarnizioni, le coppie di serraggio corrette e recare l'indicazione che deve essere evitata l'esposizione diretta della bombola a contatti meccanici e chimici.

Il fabbricante, nei casi in cui non descriva il montaggio, deve attirare l'attenzione dell'acquirente sui possibili effetti a lungo termine del sistema di montaggio sul veicolo, ad esempio: movimenti della scocca del veicolo ed espansione/contrazione della bombola nelle condizioni di pressione e temperatura di impiego.

All'occorrenza, il fabbricante deve attirare l'attenzione dell'acquirente sulla necessità di effettuare l'installazione in modo tale da evitare il deposito di liquidi o solidi che potrebbero danneggiare il materiale della bombola.

Il fabbricante deve anche specificare il corretto dispositivo di sicurezza alla sovrappressione (PRD) da installare.

**G.6. Utilizzo delle bombole**

Il fabbricante deve attirare l'attenzione dell'acquirente sulle condizioni di utilizzo previste da questo regolamento, in particolare sul numero di cicli di pressione consentito per la bombola, sulla sua durata d'impiego in anni, sui parametri di qualità del gas e sulle pressioni massime consentite.

**G.7. Ispezione in servizio**

Il fabbricante deve indicare chiaramente l'obbligo per l'utilizzatore di rispettare le prescrizioni riguardanti l'ispezione della bombola (ad esempio l'intervallo tra le revisioni da far eseguire a personale autorizzato). Queste informazioni devono essere conformi alle prescrizioni di omologazione del progetto.

---

## Appendice H

## PROVA AMBIENTALE

## H.1. Campo di applicazione

La prova ambientale ha l'obiettivo di dimostrare che le bombole per veicoli a gas naturale (VGN) sono in grado di resistere all'esposizione all'ambiente del sottoscocca ed occasionalmente ad altri fluidi. La prova è stata messa a punto dall'industria automobilistica statunitense a seguito di cedimenti delle bombole dovuti a fessurazione per tenso corrosione (SCC — stress corrosion cracking) della copertura in materiale composito.

## H.2. Riassunto del metodo di prova

Si procede innanzitutto al preconditionamento di una bombola sottoponendola ad urti prodotti con un pendolo e con ghiaia per simulare le potenziali condizioni del sottoscocca. La bombola viene quindi sottoposta all'immersione in modo da simulare l'esposizione a sale ad uso stradale/pioggia acida, esposta ad altri fluidi, sottoposta a cicli di pressione ed esposta ad alte e a basse temperature. Al termine della sequenza di prova la bombola viene messa in pressione idraulica fino alla distruzione. La resistenza residua allo scoppio della bombola non deve essere inferiore all'85 % della resistenza minima allo scoppio di progettazione.

## H.3. Disposizione e preparazione della bombola

La bombola deve essere sottoposta a prova in condizioni rappresentative della geometria installata, compresi l'eventuale rivestimento, le staffe di montaggio e le guarnizioni, e i raccordi di pressione che utilizzino la stessa configurazione di tenuta (es. O-ring) utilizzata durante l'impiego della bombola. Le staffe di montaggio possono essere verniciate o rivestite prima di essere introdotte nella prova di immersione qualora siano verniciate o rivestite prima della loro installazione sul veicolo.

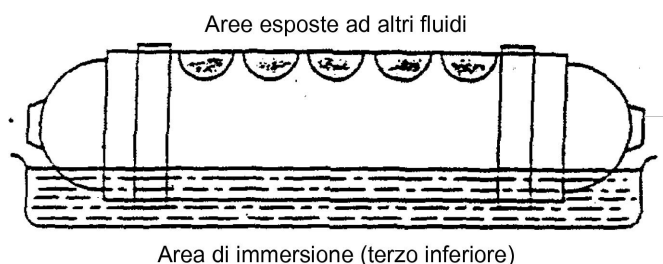
Le bombole devono essere sottoposte a prova in posizione orizzontale e suddivise idealmente lungo la mezzeria orizzontale in una parte «superiore» e una parte «inferiore». La parte inferiore della bombola deve essere sottoposta alternativamente a immersione in sale ad uso stradale/pioggia acida e in aria calda o fredda.

La parte superiore deve essere suddivisa in cinque zone distinte marcate per il preconditionamento e l'esposizione ai fluidi. Le aree devono avere un diametro nominale di 100 mm, e non devono sovrapporsi sulla superficie della bombola. Sebbene ciò agevoli le prove, le zone possono non essere orientate lungo una stessa linea, tuttavia non si devono sovrapporre alla parte immersa della bombola.

Anche se il preconditionamento e l'esposizione ai fluidi sono effettuati sulla parte cilindrica della bombola, l'intera bombola, fondelli compresi, deve resistere alle prove ambientali come le zone esposte.

Figura H.1

## Orientamento della bombola e disposizione delle aree esposte



#### H.4. Apparecchiatura di condizionamento

Per il condizionamento della bombola mediante urto con pendolo e con ghiaia è necessaria la seguente apparecchiatura.

##### a) Apparecchiatura d'urto mediante pendolo

Il corpo d'urto deve essere di acciaio, di forma piramidale, con facce a forma di triangolo equilatero e base quadrata. La sommità e gli spigoli devono essere arrotondati con un raggio di 3 mm. Il centro di percussione del pendolo deve coincidere con il baricentro della piramide; la sua distanza dall'asse di rotazione del pendolo deve essere di 1 m. La massa totale del pendolo riferita al suo centro di percussione deve essere di 15 kg. L'energia del pendolo al momento dell'urto non deve essere inferiore a 30 Nm e il più possibile vicina a tale valore.

Durante l'urto del pendolo la bombola deve essere tenuta ferma in corrispondenza dei fondelli o delle staffe di montaggio previste.

##### b) Macchina per urto con ghiaia

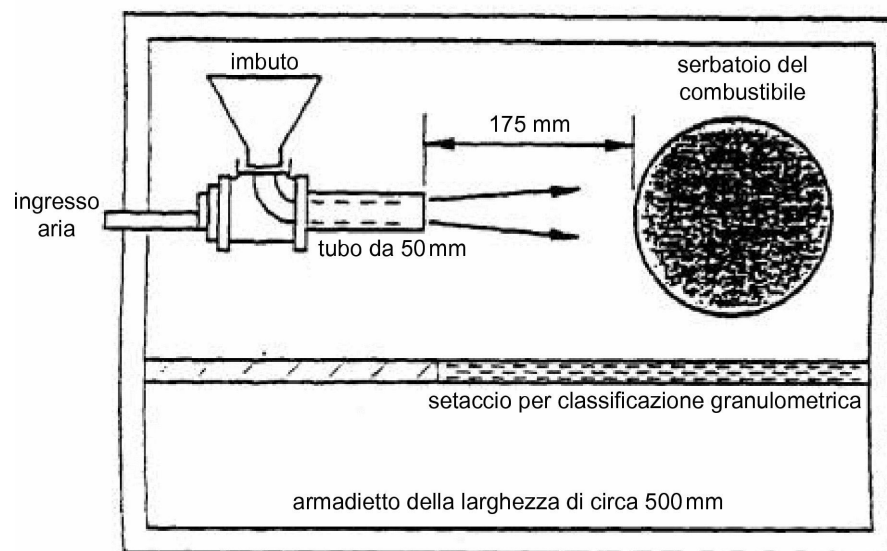
Macchina costruita conformemente alle specifiche di progettazione illustrate nella figura H.2. La procedura di funzionamento dell'apparecchiatura è quella descritta nella norma ASTM D3170 [metodo di prova normalizzato per la resistenza alla scheggiatura dei rivestimenti — Standard Test Method for Chip Resistance of Coatings], tranne per il fatto che la bombola può essere tenuta a temperatura ambiente durante l'impatto con la ghiaia.

##### c) Ghiaia

Ghiaia stradale alluvionale che passi a un setaccio da 16 mm ma venga trattenuta da un setaccio da 9,5 mm. In ogni applicazione si devono utilizzare 550 ml di ghiaia calibrata (circa 250-300 granuli).

Figura H.2

#### Prova d'urto con ghiaia



#### H.5. Ambienti di esposizione

##### a) Ambiente di immersione

Nella fase appropriata della sequenza di prova (tabella 1) la bombola deve essere orientata orizzontalmente con il terzo inferiore del suo diametro immerso in una soluzione acquosa che simuli la pioggia acida/il sale ad uso stradale. La soluzione deve essere costituita da:

Acqua deionizzata	
Cloruro di sodio:	2,5 % in peso $\pm$ 0,1 %;
Cloruro di calcio:	2,5 % in peso $\pm$ 0,1 %;
Acido solforico:	q.b. per ottenere un pH della soluzione pari a $4,0 \pm 0,2$ ;

Il livello ed il pH della soluzione devono essere regolati prima di ogni fase della prova in cui si utilizza questo liquido.

La temperatura del bagno deve essere di  $21 \pm 5$  °C. Durante l'immersione, la parte non immersa della bombola deve essere tenuta in aria ambiente.

b) Esposizione ad altri fluidi

Nella fase appropriata della sequenza di prova (tabella 1) esporre ciascuna zona marcata per 30 minuti ad una delle cinque soluzioni seguenti. Per tutta la durata della prova si deve usare per ogni zona la stessa soluzione. Le soluzioni sono:

Acido solforico	soluzione acquosa al 19 % (frazione di volume);
Idrossido di sodio	soluzione acquosa al 25 % (frazione di massa);
Metanolo/benzina	concentrazioni del 30/70 %;
Nitrato di ammonio	soluzione acquosa al 28 % (frazione di massa);
Liquido lavavetri.	

Durante l'esposizione orientare la bombola di prova con la zona di esposizione verso l'alto. Sulla zona di esposizione posizionare uno strato di lana di vetro (spesso circa 0,5 mm) tagliato a misura. Con una pipetta applicare 5 ml del fluido di prova sulla zona di esposizione. Rimuovere lo strato di lana di vetro dopo la pressurizzazione della bombola per 30 minuti.

#### H.6. Condizioni di prova

a) Ciclo di pressione

Sottoporre la bombola a cicli di pressione idraulica compresa tra non più di 2 MPa e non meno di 26 MPa, come definito nella sequenza di prova. Il ciclo totale deve durare non meno di 66 secondi e deve comprendere una fase della durata minima di 60 secondi in cui la pressione sia mantenuta a 26 MPa. Il ciclo nominale è il seguente:

aumento della pressione da  $\leq 2$  MPa a  $\geq 26$  MPa;  
mantenimento della pressione a  $\geq 26$  MPa per almeno 60 secondi;  
riduzione della pressione da  $\geq 26$  MPa a  $\leq 2$  MPa;  
durata totale del ciclo: almeno 66 secondi.

b) Pressione durante l'esposizione ad altri fluidi

Dopo l'applicazione degli altri fluidi la bombola deve essere messa in pressione a non meno di 26 MPa per almeno 30 minuti.

c) Esposizione a temperature basse e elevate

Come definito nella sequenza di prova, esporre l'intera bombola ad aria molto calda o molto fredda; il contatto deve avvenire a livello della superficie esterna. La temperatura dell'aria fredda deve essere pari o inferiore a  $-40$  °C; quella dell'aria calda di  $82 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$ . Per l'esposizione a bassa temperatura, la temperatura del fluido delle bombole di tipo GNC-1 deve essere sorvegliata utilizzando una termocoppia montata all'interno della bombola per accertarsi che si mantenga a  $-40$  °C o a meno.

#### H.7. Procedura di prova

a) Precondizionamento della bombola

Ciascuna delle cinque zone della parte superiore della bombola marcate per l'esposizione ad altri fluidi deve essere precondizionata mediante un unico impatto della sommità del corpo del pendolo sul centro geometrico di ciascuna area. Dopo l'urto le cinque zone devono essere ulteriormente condizionate mediante urti prodotti con ghiaia.

Precondizionare la regione centrale della parte inferiore della bombola — destinata ad essere sommersa — mediante un impatto della sommità del corpo del pendolo su tre punti distanziati 150 mm circa l'uno dall'altro.

Dopo l'impatto la stessa regione centrale che ha subito l'urto deve essere ulteriormente condizionata mediante urti prodotti con ghiaia.

Durante il precondizionamento la bombola non deve essere in pressione.

## b) Sequenza e cicli di prova

La sequenza degli ambienti di esposizione, i cicli di pressione e la temperatura da utilizzare sono definiti nella tabella 1.

La superficie della bombola non deve essere lavata o asciugata tra le varie fasi.

**H.8. Risultati accettabili**

Dopo la sequenza di prova di cui sopra la bombola deve essere sottoposta a prova idrostatica di tenuta fino allo scoppio conformemente alla procedura illustrata al punto A.12. La pressione di scoppio della bombola non deve essere inferiore all'85 % della pressione minima di scoppio di progettazione.

Tabella H.1

**Condizioni e sequenza di prova**

Fasi della prova	Ambienti di esposizione	Numero di cicli di pressione	Temperatura
1	Altri fluidi	—	Ambiente
2	Immersione	1 875	Ambiente
3	Aria	1 875	Elevata
4	Altri fluidi	—	Ambiente
5	Immersione	1 875	Ambiente
6	Aria	3 750	Bassa
7	Altri fluidi	—	Ambiente
8	Immersione	1 875	Ambiente
9	Aria	1 875	Elevata
10	Altri fluidi	—	Ambiente
11	Immersione	1 875	Ambiente

## ALLEGATO 4A

**DISPOSIZIONI RELATIVE ALL'OMOLOGAZIONE DI VALVOLE AUTOMATICHE, VALVOLE DI NON RITORNO, VALVOLE DI SICUREZZA ALLA SOVRAPRESSIONE, DISPOSITIVI DI SICUREZZA ALLA SOVRAPRESSIONE (PRD) E VALVOLE LIMITATRICI DI FLUSSO**

1. Il presente allegato definisce le disposizioni relative all'omologazione di valvole automatiche, valvole di non ritorno, valvole di sicurezza alla sovrappressione (PRV), dispositivi di sicurezza alla sovrappressione (PRD) e valvole limitatrici di flusso.
2. VALVOLA AUTOMATICA
  - 2.1. I materiali di costruzione della valvola automatica che durante il funzionamento sono a contatto con il GNC devono essere compatibili con il GNC di prova. Per verificare detta compatibilità seguire la procedura descritta nell'allegato 5D.
  - 2.2. **Specifiche di funzionamento**
    - 2.2.1. La valvola automatica deve essere progettata in modo tale da resistere ad una pressione pari a 1,5 volte la pressione di esercizio (MPa) senza perdite e senza deformarsi.
    - 2.2.2. La valvola automatica deve essere progettata in modo tale da assicurare la tenuta ad una pressione pari a 1,5 volte la pressione di esercizio (MPa) (cfr. allegato 5B).
    - 2.2.3. Nella normale posizione di impiego specificata dal fabbricante, la valvola automatica compie 20 000 operazioni, quindi è disattivata. Deve continuare a garantire la tenuta ad una pressione pari a 1,5 volte la pressione di esercizio (MPa) (cfr. allegato 5B).
    - 2.2.4. La valvola automatica deve essere progettata in modo tale da funzionare alle temperature indicate nell'allegato 5O.
  - 2.3. L'eventuale circuito elettrico deve essere isolato dal corpo della valvola automatica. La resistenza di isolamento deve essere  $>10\text{ M}\Omega$ .
  - 2.4. La valvola automatica comandata elettricamente deve essere in posizione chiusa quando la corrente è disinserita.
  - 2.5. La valvola automatica deve superare le prove previste per i componenti in base alla classe d'appartenenza determinata secondo lo schema della figura 1-1 del punto 2 del presente regolamento.
3. VALVOLA DI NON RITORNO
  - 3.1. I materiali di costruzione della valvola di non ritorno che sono a contatto con il GNC durante il funzionamento devono essere compatibili con il GNC di prova. Per verificare detta compatibilità seguire la procedura descritta nell'allegato 5D.
  - 3.2. **Specifiche di funzionamento**
    - 3.2.1. La valvola di non ritorno deve essere progettata in modo tale da resistere ad una pressione pari a 1,5 volte la pressione di esercizio (MPa) senza perdite e senza deformarsi.
    - 3.2.2. La valvola di non ritorno deve essere progettata in modo tale da assicurare la tenuta (verso l'esterno) ad una pressione pari a 1,5 volte la pressione di esercizio (MPa) (cfr. allegato 5B).
    - 3.2.3. Nella normale posizione di impiego specificata dal fabbricante, la valvola di non ritorno compie 20 000 operazioni, quindi è disattivata. Deve continuare a garantire la tenuta (verso l'esterno) ad una pressione pari a 1,5 volte la pressione di esercizio (MPa) (cfr. allegato 5B).
    - 3.2.4. La valvola di non ritorno deve essere progettata in modo tale da funzionare alle temperature indicate nell'allegato 5O.
  - 3.3. La valvola di non ritorno deve superare le prove previste per i componenti in base alla classe d'appartenenza determinata secondo lo schema della figura 1-1 del punto 2 del presente regolamento.



4. VALVOLA DI SICUREZZA ALLA SOVRAPRESSIONE (PRV) E DISPOSITIVO DI SICUREZZA ALLA SOVRAPRESSIONE (PRD)
  - 4.1. I materiali di costruzione della valvola di sicurezza alla sovrappressione (PRV) e del dispositivo di sicurezza alla sovrappressione (PRD) che sono a contatto con il GNC durante il funzionamento devono essere compatibili con il GNC di prova. Per verificare detta compatibilità, seguire la procedura descritta nell'allegato 5D.
  - 4.2. **Specifiche di funzionamento**
    - 4.2.1. La valvola di sicurezza alla sovrappressione e il dispositivo di sicurezza alla sovrappressione di classe 0 devono essere progettati in modo tale da resistere ad una pressione pari a 1,5 volte la pressione di esercizio (MPa).
    - 4.2.2. La valvola di sicurezza alla sovrappressione e il dispositivo di sicurezza alla sovrappressione (PRD) di classe 1 devono essere progettati in modo tale da assicurare la tenuta ad una pressione pari a 1,5 volte la pressione di esercizio (MPa) ad uscite chiuse (cfr. allegato 5B).
    - 4.2.3. La valvola di sicurezza alla sovrappressione di classe 1 e classe 2 deve essere progettata in modo tale da assicurare la tenuta ad una pressione doppia rispetto alla pressione di esercizio ad uscite chiuse.
    - 4.2.4. Il dispositivo di sicurezza alla sovrappressione (PRD) deve essere progettato in modo tale da far aprire il fusibile ad una temperatura di  $110 \pm 10$  °C.
    - 4.2.5. La valvola di sicurezza alla sovrappressione di classe 0 deve essere progettata in modo tale da funzionare a temperature comprese tra  $-40$  °C e  $85$  °C.
  - 4.3. La valvola di sicurezza alla sovrappressione e il dispositivo di sicurezza alla sovrappressione (PRD) devono superare le prove previste per i componenti in base alla classe d'appartenenza determinata secondo lo schema della figura 1-1 del punto 2 del presente regolamento.
5. VALVOLA LIMITATRICE DI FLUSSO
  - 5.1. I materiali della valvola limitatrice di flusso che sono a contatto con il GNC durante il funzionamento devono essere compatibili con il GNC di prova. Per verificare detta compatibilità, seguire la procedura descritta nell'allegato 5D.
  - 5.2. **Specifiche di funzionamento**
    - 5.2.1. La valvola limitatrice di flusso, laddove non incorporata nella bombola, deve essere progettata in modo tale da resistere ad una pressione pari a 1,5 volte la pressione di esercizio (MPa).
    - 5.2.2. La valvola limitatrice di flusso deve essere progettata in modo tale da assicurare la tenuta ad una pressione pari a 1,5 volte la pressione di esercizio (MPa).
    - 5.2.3. La valvola limitatrice di flusso deve essere progettata in modo tale da funzionare alle temperature indicate nell'allegato 5O.
  - 5.3. La valvola limitatrice di flusso deve essere montata all'interno del serbatoio.
  - 5.4. La valvola limitatrice di flusso deve essere progettata con un bypass per consentire il bilanciamento della pressione.
  - 5.5. La valvola limitatrice di flusso deve entrare in funzione quando la differenza di pressione tra l'entrata e l'uscita della valvola è di 650 kPa.
  - 5.6. Quando la valvola limitatrice di flusso è in posizione di arresto il flusso attraverso il bypass non deve essere superiore a  $0,05 \text{ Nm}^3/\text{minuto}$  ad una pressione differenziale di 10 000 kPa.
  - 5.7. Il dispositivo deve superare le prove previste per i componenti in base alla classe di appartenenza determinata secondo lo schema della figura 1-1 del punto 2 del presente regolamento, tranne per la sovrappressione, la tenuta verso l'esterno, la resistenza al calore secco e la resistenza al deterioramento da ozono.
6. VALVOLA MANUALE
  - 6.1. Il dispositivo a valvola manuale di classe 0 deve essere progettato in modo tale da resistere ad una pressione pari a 1,5 volte la pressione di esercizio.
  - 6.2. Il dispositivo a valvola manuale deve essere progettato per funzionare a temperature comprese tra  $-40$  °C e  $85$  °C.

## ALLEGATO 4B

**DISPOSIZIONI RELATIVE ALL'OMOLOGAZIONE DELLE TUBAZIONI E DEI TUBI FLESSIBILI**

## CAMPO DI APPLICAZIONE

Il presente allegato definisce le disposizioni relative all'omologazione dei tubi flessibili utilizzati per il GNC.

Vengono considerati tre tipi di tubi flessibili:

- i) tubi flessibili per alta pressione (classe 0);
- ii) tubi flessibili per media pressione (classe 1);
- iii) tubi flessibili per bassa pressione (classe 2).

## 1. TUBI FLESSIBILI PER ALTA PRESSIONE — CLASSE 0

1.1. **Specifiche generali**

- 1.1.1. Il tubo flessibile deve essere progettato in modo da poter resistere ad una pressione massima di esercizio pari a 1,5 volte la pressione di esercizio (MPa).
- 1.1.2. Il tubo flessibile deve essere progettato in modo da poter resistere alle temperature indicate nell'allegato 5O.
- 1.1.3. Il diametro interno del tubo deve essere conforme ai valori della tabella 1 della norma ISO 1307.

1.2. **Caratteristiche del tubo**

- 1.2.1. Il tubo flessibile deve essere composto da un tubo ad anima liscia, un rivestimento in materiale sintetico appropriato, e uno o più strati intermedi di rinforzo.
- 1.2.2. Lo strato o gli strati intermedi di rinforzo devono essere protetti dalla corrosione mediante un rivestimento.  

Se per lo strato/gli strati intermedi di rinforzo si utilizza un materiale resistente alla corrosione (ad es. acciaio inossidabile) il rivestimento non è necessario.
- 1.2.3. Il rivestimento interno e quello esterno devono essere lisci e privi di pori, fori ed elementi estranei.  

Un foro praticato intenzionalmente nel rivestimento esterno non deve essere considerato come un'imperfezione.
- 1.2.4. Il rivestimento esterno deve essere appositamente perforato allo scopo di evitare la formazione di bolle.
- 1.2.5. Quando il rivestimento esterno è perforato e lo strato intermedio è realizzato in un materiale non resistente alla corrosione, quest'ultimo deve essere protetto dalla corrosione.

1.3. **Specifiche e prove relative al rivestimento interno**

- 1.3.1. Resistenza alla trazione ed allungamento della gomma e degli elastomeri termoplastici (TPE)
  - 1.3.1.1. La resistenza alla trazione e l'allungamento a rottura devono essere determinati conformemente alla norma ISO 37. La resistenza alla trazione non deve essere inferiore a 20 MPa e l'allungamento a rottura non deve essere inferiore al 250 %.
  - 1.3.1.2. La resistenza all'*n*-pentano deve essere determinata conformemente alla norma ISO 1817 alle seguenti condizioni:
    - i) mezzo: *n*-pentano
    - ii) temperatura: 23 °C (tolleranza secondo la norma ISO 1817)
    - iii) durata dell'immersione: 72 ore.

Requisiti:

- i) variazione massima di volume: 20 %
- ii) variazione massima della resistenza alla trazione: 25 %
- iii) variazione massima dell'allungamento a rottura: 30 %.

Dopo una permanenza di 48 ore in aria a 40 °C, la riduzione della massa rispetto alla massa iniziale non deve superare il 5 %.

1.3.1.3. La resistenza all'invecchiamento deve essere determinata conformemente alla norma ISO 188 alle seguenti condizioni:

- i) temperatura: 115 °C (temperatura di prova = temperatura massima di funzionamento meno 10 °C)
- ii) durata dell'esposizione: 24 e 336 ore.

Successivamente all'invecchiamento i provini devono essere condizionati a 23 °C e a un'umidità relativa del 50 % per almeno 21 giorni, prima dell'esecuzione della prova di trazione secondo quanto indicato al punto 1.3.1.1.

Requisiti:

- i) variazione massima della resistenza alla trazione del 35 % dopo un invecchiamento di 336 ore, rispetto alla resistenza alla trazione di un materiale invecchiato per 24 ore;
- ii) variazione massima dell'allungamento a rottura del 25 % dopo un invecchiamento di 336 ore, rispetto all'allungamento a rottura di un materiale invecchiato per 24 ore.

1.3.2. Resistenza alla trazione ed allungamento propri del materiale termoplastico

1.3.2.1. La resistenza alla trazione e l'allungamento a rottura devono essere determinati conformemente alla norma ISO 527-2 alle seguenti condizioni:

- i) provino: tipo 1 BA.
- ii) velocità di trazione: 20 mm/min.

Il materiale deve essere condizionato per almeno 21 giorni a 23 °C e a un'umidità relativa del 50 % prima dell'esecuzione della prova.

Requisiti:

- i) resistenza alla trazione non inferiore a 20 MPa;
- ii) allungamento a rottura non inferiore al 100 %.

1.3.2.2. La resistenza all'n-pentano deve essere determinata conformemente alla norma ISO 1817 alle seguenti condizioni:

- i) mezzo: n-pentano
- ii) temperatura: 23 °C (tolleranza secondo la norma ISO 1817)
- iii) durata dell'immersione: 72 ore.

Requisiti:

- i) variazione massima di volume: 2 %
- ii) variazione massima della resistenza alla trazione: 10 %
- iii) variazione massima dell'allungamento a rottura: 10 %.

Dopo una permanenza di 48 ore in aria a 40 °C, la riduzione della massa rispetto alla massa iniziale non deve superare il 5 %.

1.3.2.3. La resistenza all'invecchiamento deve essere determinata conformemente alla norma ISO 188 alle seguenti condizioni:

- i) temperatura: 115 °C (temperatura di prova = temperatura massima di funzionamento meno 10 °C)
- ii) durata dell'esposizione: 24 e 336 ore.

Successivamente all'invecchiamento i provini devono essere condizionati a 23 °C e a un'umidità relativa del 50 % per almeno 21 giorni, prima dell'esecuzione della prova di trazione secondo quanto indicato al punto 1.3.2.1.

Requisiti:

- i) variazione massima della resistenza alla trazione del 35 % dopo un invecchiamento di 336 ore, rispetto alla resistenza alla trazione di un materiale invecchiato per 24 ore;
- ii) variazione massima dell'allungamento a rottura del 25 % dopo un invecchiamento di 336 ore, rispetto all'allungamento a rottura di un materiale invecchiato per 24 ore.

#### 1.4. Specifiche e metodo di prova per il rivestimento esterno

1.4.1. Resistenza alla trazione ed allungamento della gomma e degli elastomeri termoplastici (TPE)

1.4.1.1. La *resistenza alla trazione e l'allungamento a rottura* devono essere determinati conformemente alla norma ISO 37. La resistenza alla trazione non deve essere inferiore a 10 MPa e l'allungamento a rottura non deve essere inferiore al 250 %.

1.4.1.2. La *resistenza all'n-esano* deve essere determinata conformemente alla norma ISO 1817 alle seguenti condizioni:

- i) mezzo: n-esano
- ii) temperatura: 23 °C (tolleranza secondo la norma ISO 1817)
- iii) durata dell'immersione: 72 ore.

Requisiti:

- i) variazione massima di volume: 30 %
- ii) variazione massima della resistenza alla trazione: 35 %
- iii) variazione massima dell'allungamento a rottura: 35 %.

1.4.1.3. La resistenza all'invecchiamento deve essere determinata conformemente alla norma ISO 188 alle seguenti condizioni:

- i) temperatura: 115 °C (temperatura di prova = temperatura massima di funzionamento meno 10 °C)
- ii) durata dell'esposizione: 24 e 336 ore.

Successivamente all'invecchiamento i provini devono essere condizionati a 23 °C e a un'umidità relativa del 50 % per almeno 21 giorni, prima dell'esecuzione della prova di trazione secondo quanto indicato al punto 1.4.1.1.

Requisiti:

- i) variazione massima della resistenza alla trazione del 35 % dopo un invecchiamento di 336 ore, rispetto alla resistenza alla trazione di un materiale invecchiato per 24 ore;
- ii) variazione massima dell'allungamento a rottura del 25 % dopo un invecchiamento di 336 ore, rispetto all'allungamento a rottura di un materiale invecchiato per 24 ore.

1.4.2. Resistenza alla trazione ed allungamento propri del materiale termoplastico

1.4.2.1. La resistenza alla trazione e l'allungamento a rottura devono essere determinati conformemente alla norma ISO 527-2 alle seguenti condizioni:

- i) provino: tipo 1 BA.
- ii) velocità di trazione: 20 mm/min.

Il materiale deve essere condizionato per almeno 21 giorni a 23 °C e a un'umidità relativa del 50 % prima dell'esecuzione della prova.

Requisiti:

- i) resistenza alla trazione non inferiore a 20 MPa;
- ii) allungamento a rottura non inferiore al 100 %.

1.4.2.2. La resistenza all'n-esano deve essere determinata conformemente alla norma ISO 1817 alle seguenti condizioni:

- i) mezzo: n-esano
- ii) temperatura: 23 °C (tolleranza secondo la norma ISO 1817)
- iii) durata dell'immersione: 72 ore.

Requisiti:

- i) variazione massima di volume: 2 %
- ii) variazione massima della resistenza alla trazione: 10 %
- iii) variazione massima dell'allungamento a rottura: 10 %.

Dopo una permanenza di 48 ore in aria a 40 °C, la riduzione della massa rispetto alla massa iniziale non deve superare il 5 %.

1.4.2.3. La resistenza all'invecchiamento deve essere determinata conformemente alla norma ISO 188 alle seguenti condizioni:

- i) temperatura: 115 °C (temperatura di prova = temperatura massima di funzionamento meno 10 °C)
- ii) durata dell'esposizione: 24 e 336 ore.

Successivamente all'invecchiamento i provini devono essere condizionati a 23 °C e a un'umidità relativa del 50 % per almeno 21 giorni, prima dell'esecuzione della prova di trazione secondo quanto indicato al punto 1.4.2.1.

Requisiti:

- i) variazione massima della resistenza alla trazione del 20 % dopo un invecchiamento di 336 ore, rispetto alla resistenza alla trazione di un materiale invecchiato per 24 ore;
- ii) variazione massima dell'allungamento a rottura del 50 % dopo un invecchiamento di 336 ore, rispetto all'allungamento a rottura di un materiale invecchiato per 24 ore.

1.4.3. Resistenza all'ozono

1.4.3.1. La prova deve essere effettuata conformemente alla norma ISO 1431/1.

1.4.3.2. I provini, che devono essere sottoposti ad un allungamento del 20 %, devono essere esposti per 120 ore in aria a 40 °C con una concentrazione di ozono di 50 parti per cento milioni (pphm).

1.4.3.3. Non è ammessa alcuna fessurazione nei provini.

1.5. **Specifiche relative ai tubi senza raccordi**

1.5.1. Tenuta ai gas (permeabilità)

1.5.1.1. Un tubo di 1 m di lunghezza libera deve essere collegato ad un serbatoio riempito di propano liquido alla temperatura di 23 °C ± 2 °C.

1.5.1.2. La prova deve essere eseguita conformemente al metodo descritto nella norma ISO 4080.

1.5.1.3. La perdita attraverso la parete del tubo non deve essere superiore a 95 cm<sup>3</sup> per metro di tubo nelle 24 ore.

## 1.5.2. Resistenza a bassa temperatura

1.5.2.1. La prova deve essere effettuata conformemente al metodo B descritto nella norma ISO 4672-1978.

1.5.2.2. Temperatura di prova:  $-40\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$   
 o  $-20\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ , laddove applicabile

1.5.2.3. Non sono ammesse fessurazioni o rotture.

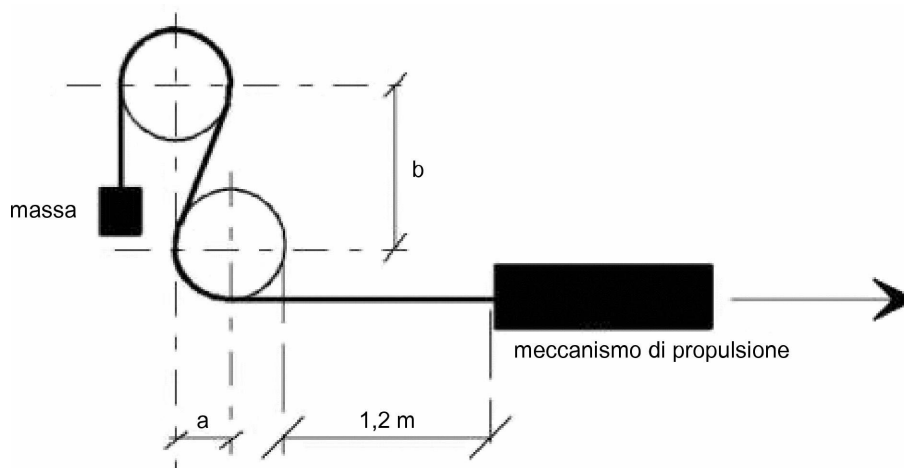
## 1.5.3. Prova di piegamento

1.5.3.1. Un tubo vuoto di circa 3,5 m di lunghezza deve essere in grado di resistere 3 000 volte senza rompersi alla prova di piegamento alternato descritta qui di seguito. Dopo la prova il tubo deve essere in grado di resistere alla pressione di prova di cui al punto 1.5.4.2. La prova deve essere eseguita sia sul tubo nuovo sia successivamente all'invecchiamento, secondo la norma ISO 188 (conformemente a quanto indicato al punto 1.4.2.3) e secondo la norma ISO 1817 (conformemente a quanto indicato al punto 1.4.2.2).

## 1.5.3.2.

Figura 1

(a mero titolo esemplificativo)



Diametro interno del tubo [mm]	Raggio di curvatura [mm] (Figura 1)	Interasse [mm] (Figura 1)	
		Verticale b	Orizzontale a
fino a 13	102	241	102
da 13 a 16	153	356	153
da 16 a 20	178	419	178

1.5.3.3. La macchina utilizzata per la prova (fig. 1) deve essere costituita da un'intelaiatura d'acciaio provvista di due ruote di legno con larghezza del cerchio di circa 130 mm.

Sulla circonferenza delle ruote deve essere presente una scanalatura che funga da guida per il tubo.

Il raggio delle ruote, misurato dal fondo della scanalatura, deve essere conforme ai valori indicati al punto 1.5.3.2.

I piani mediani longitudinali delle due ruote devono essere nello stesso piano verticale e la distanza tra gli interassi delle ruote deve essere conforme ai valori indicati al punto 1.5.3.2.

Ciascuna ruota deve poter ruotare liberamente sul proprio asse.

Un meccanismo di propulsione trascina il tubo sulle ruote ad una velocità di quattro movimenti completi al minuto.

- 1.5.3.4. Il tubo deve essere sistemato a forma di «S» sulle ruote (cfr. figura 1).

L'estremità in corrispondenza della ruota in alto deve avere una massa sufficiente ad assicurare una perfetta aderenza del tubo sulle ruote. L'estremità in corrispondenza della ruota in basso deve essere collegata al meccanismo di propulsione.

Il meccanismo deve essere regolato in modo che il tubo percorra una distanza totale di 1,2 m in entrambe le direzioni.

- 1.5.4. Pressione di prova idraulica e determinazione della pressione minima di scoppio

- 1.5.4.1. La prova deve essere eseguita conformemente al metodo descritto nella norma ISO 1402.

- 1.5.4.2. La pressione di prova, pari a 1,5 volte la pressione di esercizio (MPa), deve essere applicata per 10 minuti senza che si producano perdite.

- 1.5.4.3. La pressione di scoppio non deve essere inferiore a 45 MPa.

## 1.6. **Raccordi**

- 1.6.1. I raccordi devono essere in acciaio o in ottone e la loro superficie deve essere resistente alla corrosione.

- 1.6.2. I raccordi devono essere di tipo a compressione (*crimp*).

- 1.6.2.1. Il dado girevole deve essere provvisto di filettatura UNF.

- 1.6.2.2. Il cono di tenuta a dado girevole deve essere del tipo con semiangolo verticale di 45°.

- 1.6.2.3. I raccordi possono essere del tipo «a dado girevole o del tipo» «ad attacco rapido».

- 1.6.2.4. Non deve essere possibile staccare il raccordo ad attacco rapido senza un intervento specifico in tal senso o senza l'utilizzo di appositi strumenti.

## 1.7. **Complesso tubo e raccordi**

- 1.7.1. I raccordi devono essere costruiti in modo tale che non sia necessario asportare il rivestimento, a meno che il rinforzo del tubo sia realizzato in materiale resistente alla corrosione.

- 1.7.2. Il complesso (tubo e raccordi) deve essere sottoposto ad una prova ad impulsi conformemente alla norma ISO 1436.

- 1.7.2.1. La prova deve essere eseguita facendo circolare olio alla temperatura di 93 °C ad una pressione minima di 26 MPa.

- 1.7.2.2. Il tubo deve essere sottoposto a 150 000 impulsi.

- 1.7.2.3. Dopo la prova ad impulsi, il tubo flessibile deve essere in grado di resistere alla pressione di prova indicata al punto 1.5.4.2.

- 1.7.3. Tenuta ai gas

- 1.7.3.1. Il complesso (tubo e raccordi) deve essere in grado di resistere per cinque minuti ad una pressione del gas pari a 1,5 volte la pressione di esercizio (MPa) senza che si producano perdite.

## 1.8. **Marcature**

- 1.8.1. Ciascun tubo deve recare in modo chiaramente leggibile e indelebile, ad intervalli non superiori a 0,5 m, le seguenti marcature di identificazione costituite da caratteri, numeri o simboli.

- 1.8.1.1. Il marchio di fabbrica o la denominazione commerciale del fabbricante.

- 1.8.1.2. L'anno e il mese di fabbricazione.

- 1.8.1.3. Le dimensioni e il tipo.

- 1.8.1.4. La marcatura identificativa «GNC classe 0».

- 1.8.2. Ogni raccordo deve recare il marchio di fabbrica o la denominazione commerciale del fabbricante che ha realizzato l'assemblaggio.

## 2. TUBI FLESSIBILI PER MEDIA PRESSIONE — CLASSE 1

### 2.1. Specifiche generali

- 2.1.1. Il tubo flessibile deve essere progettato in modo da poter resistere ad una pressione massima di esercizio di 3 MPa.
- 2.1.2. Il tubo flessibile deve essere progettato in modo da poter resistere alle temperature indicate nell'allegato 5O.
- 2.1.3. Il diametro interno del tubo deve essere conforme ai valori della tabella 1 della norma ISO 1307.

### 2.2. Caratteristiche del tubo

- 2.2.1. Il tubo flessibile deve essere composto da un tubo ad anima liscia, un rivestimento in materiale sintetico appropriato, e uno o più strati intermedi di rinforzo.
- 2.2.2. Lo strato o gli strati intermedi di rinforzo devono essere protetti dalla corrosione mediante un rivestimento.

Se per lo strato o gli strati intermedi di rinforzo si utilizza un materiale resistente alla corrosione (ad es. acciaio inossidabile) il rivestimento non è necessario.

- 2.2.3. Il rivestimento interno e quello esterno devono essere lisci e privi di pori, fori ed elementi estranei.

Un foro praticato intenzionalmente nel rivestimento esterno non deve essere considerato come un'imperfezione.

### 2.3. Specifiche e prove relative al rivestimento interno

- 2.3.1. Resistenza alla trazione ed allungamento della gomma e degli elastomeri termoplastici (TPE)
  - 2.3.1.1. La resistenza alla trazione e l'allungamento a rottura devono essere determinati conformemente alla norma ISO 37. La resistenza alla trazione non deve essere inferiore a 10 MPa e l'allungamento a rottura non deve essere inferiore al 250 %.
  - 2.3.1.2. La resistenza all'n-pentano deve essere determinata conformemente alla norma ISO 1817 alle seguenti condizioni:
    - i) mezzo: n-pentano
    - ii) temperatura: 23 °C (tolleranza secondo la norma ISO 1817)
    - iii) durata dell'immersione: 72 ore.

Requisiti:

- i) variazione massima di volume: 20 %
- ii) variazione massima della resistenza alla trazione: 25 %
- iii) variazione massima dell'allungamento a rottura: 30 %.

Dopo una permanenza di 48 ore in aria a 40 °C, la riduzione della massa rispetto alla massa iniziale non deve superare il 5 %.

- 2.3.1.3. La resistenza all'invecchiamento deve essere determinata conformemente alla norma ISO 188 alle seguenti condizioni:
  - i) temperatura: 115 °C (temperatura di prova = temperatura massima di funzionamento meno 10 °C)
  - ii) durata dell'esposizione: 24 e 336 ore.

Successivamente all'invecchiamento i provini devono essere condizionati a 23 °C e a un'umidità relativa del 50 % per almeno 21 giorni, prima dell'esecuzione della prova di trazione secondo quanto indicato al punto 2.3.1.1.



Requisiti:

- i) variazione massima della resistenza alla trazione del 35 % dopo un invecchiamento di 336 ore, rispetto alla resistenza alla trazione di un materiale invecchiato per 24 ore;
- ii) variazione massima dell'allungamento a rottura del 25 % dopo un invecchiamento di 336 ore, rispetto all'allungamento a rottura di un materiale invecchiato per 24 ore.

### 2.3.2. Resistenza alla trazione ed allungamento propri del materiale termoplastico

2.3.2.1. La resistenza alla trazione e l'allungamento a rottura devono essere determinati conformemente alla norma ISO 527-2 alle seguenti condizioni:

- i) provino: tipo 1 BA.
- ii) velocità di trazione: 20 mm/min.

Il materiale deve essere condizionato per almeno 21 giorni a 23 °C e a un'umidità relativa del 50 % prima dell'esecuzione della prova.

Requisiti:

- i) resistenza alla trazione non inferiore a 20 MPa;
- ii) allungamento a rottura non inferiore al 100 %.

2.3.2.2. La resistenza all'n-pentano deve essere determinata conformemente alla norma ISO 1817 alle seguenti condizioni:

- i) mezzo: n-pentano
- ii) temperatura: 23 °C (tolleranza secondo la norma ISO 1817)
- iii) durata dell'immersione: 72 ore.

Requisiti:

- i) variazione massima di volume: 2 %;
- ii) variazione massima della resistenza alla trazione: 10 %;
- iii) variazione massima dell'allungamento a rottura: 10 %.

Dopo una permanenza di 48 ore in aria a 40 °C, la riduzione della massa rispetto alla massa iniziale non deve superare il 5 %.

2.3.2.3. La resistenza all'invecchiamento deve essere determinata conformemente alla norma ISO 188 alle seguenti condizioni:

- i) temperatura: 115 °C (temperatura di prova = temperatura massima di funzionamento meno 10 °C)
- ii) durata dell'esposizione: 24 e 336 ore.

Successivamente all'invecchiamento i provini devono essere condizionati a 23 °C e a un'umidità relativa del 50 % per almeno 21 giorni, prima dell'esecuzione della prova di trazione secondo quanto indicato al punto 2.3.2.1.

Requisiti:

- i) variazione massima della resistenza alla trazione del 35 % dopo un invecchiamento di 336 ore, rispetto alla resistenza alla trazione di un materiale invecchiato per 24 ore;
- ii) variazione massima dell'allungamento a rottura del 25 % dopo un invecchiamento di 336 ore, rispetto all'allungamento a rottura di un materiale invecchiato per 24 ore.

## 2.4. Specifiche e metodo di prova per il rivestimento esterno

### 2.4.1. Resistenza alla trazione ed allungamento della gomma e degli elastomeri termoplastici (TPE)

2.4.1.1. La resistenza alla trazione e l'allungamento a rottura devono essere determinati conformemente alla norma ISO 37. La resistenza alla trazione non deve essere inferiore a 10 MPa e l'allungamento a rottura non deve essere inferiore al 250 %.

2.4.1.2. La resistenza all'n-esano deve essere determinata conformemente alla norma ISO 1817 alle seguenti condizioni:

- i) mezzo: n-esano
- ii) temperatura: 23 °C (tolleranza secondo la norma ISO 1817)
- iii) durata dell'immersione: 72 ore.

Requisiti:

- i) variazione massima di volume: 30 %
- ii) variazione massima della resistenza alla trazione: 35 %
- iii) variazione massima dell'allungamento a rottura: 35 %.

2.4.1.3. La resistenza all'invecchiamento deve essere determinata conformemente alla norma ISO 188 alle seguenti condizioni:

- (i) temperatura: 115 °C (temperatura di prova = temperatura massima di funzionamento meno 10 °C)
- ii) durata dell'esposizione: 24 e 336 ore.

Successivamente all'invecchiamento i provini devono essere condizionati a 23 °C e a un'umidità relativa del 50 % per almeno 21 giorni, prima dell'esecuzione della prova di trazione secondo quanto indicato al punto 2.4.1.1.

Requisiti:

- i) variazione massima della resistenza alla trazione del 35 % dopo un invecchiamento di 336 ore, rispetto alla resistenza alla trazione di un materiale invecchiato per 24 ore;
- ii) variazione massima dell'allungamento a rottura del 25 % dopo un invecchiamento di 336 ore, rispetto all'allungamento a rottura di un materiale invecchiato per 24 ore.

### 2.4.2. Resistenza alla trazione ed allungamento propri del materiale termoplastico

2.4.2.1. La resistenza alla trazione e l'allungamento a rottura devono essere determinati conformemente alla norma ISO 527-2 alle seguenti condizioni:

- i) provino: tipo 1 BA.
- ii) velocità di trazione: 20 mm/min.

Il materiale deve essere condizionato per almeno 21 giorni a 23 °C e a un'umidità relativa del 50 % prima dell'esecuzione della prova.

Requisiti:

- i) resistenza alla trazione non inferiore a 20 MPa;
- ii) allungamento a rottura non inferiore al 100 %.

2.4.2.2. La resistenza all'n-esano deve essere determinata conformemente alla norma ISO 1817 alle seguenti condizioni:

- i) mezzo: n-esano
- ii) temperatura: 23 °C (tolleranza secondo la norma ISO 1817)
- iii) durata dell'immersione: 72 ore.

Requisiti:

- i) variazione massima di volume: 2 %;
- ii) variazione massima della resistenza alla trazione: 10 %;
- iii) variazione massima dell'allungamento a rottura: 10 %.

Dopo una permanenza di 48 ore in aria a 40 °C, la riduzione della massa rispetto alla massa iniziale non deve superare il 5 %.

2.4.2.3. La resistenza all'invecchiamento deve essere determinata conformemente alla norma ISO 188 alle seguenti condizioni:

- i) temperatura: 115 °C (temperatura di prova = temperatura massima di funzionamento meno 10 °C)
- ii) durata dell'esposizione: 24 e 336 ore.

Successivamente all'invecchiamento i provini devono essere condizionati a 23 °C e a un'umidità relativa del 50 % per almeno 21 giorni, prima dell'esecuzione della prova di trazione secondo quanto indicato al punto 2.4.2.1.

Requisiti:

- i) variazione massima della resistenza alla trazione del 20 % dopo un invecchiamento di 336 ore, rispetto alla resistenza alla trazione di un materiale invecchiato per 24 ore;
- ii) variazione massima dell'allungamento a rottura del 50 % dopo un invecchiamento di 336 ore, rispetto all'allungamento a rottura di un materiale invecchiato per 24 ore.

2.4.3. Resistenza all'ozono

2.4.3.1. La prova deve essere effettuata conformemente alla norma ISO 1431/1.

2.4.3.2. I provini, che devono essere sottoposti ad un allungamento del 20 %, devono essere esposti per 120 ore in aria a 40 °C con una concentrazione di ozono di 50 parti per cento milioni (pphm).

2.4.3.3. Non è ammessa alcuna fessurazione nei provini.

## 2.5. Specifiche relative ai tubi senza raccordi

2.5.1. Tenuta ai gas (permeabilità)

2.5.1.1. Un tubo di 1 m di lunghezza libera deve essere collegato ad un serbatoio riempito di propano liquido alla temperatura di 23 °C ± 2 °C.

2.5.1.2. La prova deve essere eseguita conformemente al metodo descritto nella norma ISO 4080.

2.5.1.3. La perdita attraverso la parete del tubo non deve essere superiore a 95 cm<sup>3</sup> per metro di tubo nelle 24 ore.

2.5.2. Resistenza a bassa temperatura

2.5.2.1. La prova deve essere effettuata conformemente al metodo B descritto nella norma ISO 4672-1978.

2.5.2.2. temperatura di prova: - 40 °C ± 3 °C  
o - 20 °C ± 3 °C, laddove applicabile.

2.5.2.3. Non sono ammesse fessurazioni o rotture.

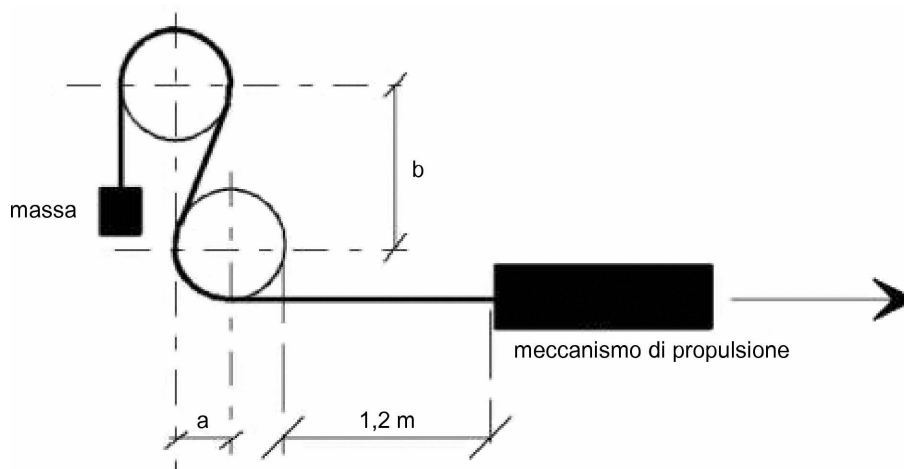
2.5.3. Prova di piegamento

2.5.3.1. Un tubo vuoto di circa 3,5 m di lunghezza deve essere in grado di resistere 3 000 volte senza rompersi alla prova di piegamento alternato descritta qui di seguito. Dopo la prova il tubo deve essere in grado di resistere alla pressione di prova di cui al punto 2.5.4.2. La prova deve essere eseguita sia sul tubo nuovo sia successivamente all'invecchiamento, secondo la norma ISO 188 (conformemente a quanto indicato al punto 2.4.2.3) e secondo la norma ISO 1817 (conformemente a quanto indicato al punto 2.4.2.2).

2.5.3.2.

Figura 2

(a mero titolo esemplificativo)



Diametro interno del tubo [mm]	Raggio di curvatura [mm] (Figura 2)	Interasse [mm] (Figura 2)	
		Verticale b	Orizzontale a
fino a 13	102	241	102
da 13 a 16	153	356	153
da 16 a 20	178	419	178

2.5.3.3. La macchina utilizzata per la prova (fig. 2) deve essere costituita da un'intelaiatura d'acciaio provvista di due ruote di legno con larghezza del cerchio di circa 130 mm.

Sulla circonferenza delle ruote deve essere presente una scanalatura che funga da guida per il tubo.

Il raggio delle ruote, misurato dal fondo della scanalatura, deve essere conforme ai valori indicati al punto 2.5.3.2.

I piani mediani longitudinali delle due ruote devono essere nello stesso piano verticale e la distanza tra gli interassi delle ruote deve essere conforme ai valori indicati al punto 2.5.3.2.

Ciascuna ruota deve poter ruotare liberamente sul proprio asse.

Un meccanismo di propulsione trascina il tubo sulle ruote ad una velocità di quattro movimenti completi al minuto.

2.5.3.4. Il tubo deve essere sistemato a forma di «S» sulle ruote (cfr. figura 2).

L'estremità in corrispondenza della ruota in alto deve avere una massa sufficiente ad assicurare una perfetta aderenza del tubo sulle ruote. L'estremità in corrispondenza della ruota in basso deve essere collegata al meccanismo di propulsione.

Il meccanismo deve essere regolato in modo che il tubo percorra una distanza totale di 1,2 m in entrambe le direzioni.

2.5.4. Pressione di prova idraulica

2.5.4.1. La prova deve essere eseguita conformemente al metodo descritto nella norma ISO 1402.

2.5.4.2. La pressione di prova di 3 MPa deve essere applicata per 10 minuti senza che si producano perdite.

**2.6. Raccordi**

- 2.6.1. Se un raccordo è montato sul tubo flessibile, devono essere soddisfatte le condizioni seguenti.
- 2.6.2. I raccordi devono essere in acciaio o in ottone e la loro superficie deve essere resistente alla corrosione.
- 2.6.3. I raccordi devono essere di tipo a compressione (*crimp*).
- 2.6.4. I raccordi possono essere del tipo «a dado girevole» o del tipo «ad attacco rapido».
- 2.6.5. Non deve essere possibile staccare il raccordo ad attacco rapido senza un intervento specifico in tal senso o senza l'utilizzo di appositi strumenti.

**2.7. Complesso tubo e raccordi**

- 2.7.1. I raccordi devono essere costruiti in modo tale che non sia necessario asportare il rivestimento, a meno che il rinforzo del tubo sia realizzato in materiale resistente alla corrosione.
- 2.7.2. Il complesso (tubo e raccordi) deve essere sottoposto ad una prova ad impulsi conformemente alla norma ISO 1436.
  - 2.7.2.1. La prova deve essere eseguita facendo circolare olio alla temperatura di 93 °C ad una pressione minima pari a 1,5 volte la pressione massima di esercizio.
  - 2.7.2.2. Il tubo deve essere sottoposto a 150 000 impulsi.
  - 2.7.2.3. Dopo la prova ad impulsi, il tubo flessibile deve essere in grado di resistere alla pressione di prova indicata al punto 2.5.4.2.
- 2.7.3. Tenuta ai gas
  - 2.7.3.1. Il complesso (tubo e raccordi) deve essere in grado di resistere per cinque minuti ad una pressione del gas di 3 MPa senza che si producano perdite.

**2.8. Marcature**

- 2.8.1. Ciascun tubo deve recare in modo chiaramente leggibile e indelebile, ad intervalli non superiori a 0,5 m, le seguenti marcature di identificazione costituite da caratteri, numeri o simboli.
  - 2.8.1.1. Il marchio di fabbrica o la denominazione commerciale del fabbricante.
  - 2.8.1.2. L'anno e il mese di fabbricazione.
  - 2.8.1.3. Le dimensioni e il tipo.
  - 2.8.1.4. La marcatura identificativa «GNC classe 1».
- 2.8.2. Ogni raccordo deve recare il marchio di fabbrica o la denominazione commerciale del fabbricante che ha realizzato l'assemblaggio.

**3. TUBI FLESSIBILI PER BASSA PRESSIONE — CLASSE 2****3.1. Specifiche generali**

- 3.1.1. Il tubo flessibile deve essere progettato in modo da poter resistere ad una pressione massima di esercizio di 450 kPa.
- 3.1.2. Il tubo flessibile deve essere progettato in modo da poter resistere alle temperature indicate nell'allegato 50.
- 3.1.3. Il diametro interno del tubo deve essere conforme ai valori della tabella 1 della norma ISO 1307.
- 3.2. (non assegnato)

### 3.3. Specifiche e prove relative al rivestimento interno

#### 3.3.1. Resistenza alla trazione ed allungamento della gomma e degli elastomeri termoplastici (TPE)

##### 3.3.1.1. La resistenza alla trazione e l'allungamento a rottura devono essere determinati conformemente alla norma ISO 37.

La resistenza alla trazione non deve essere inferiore a 10 MPa e l'allungamento a rottura non deve essere inferiore al 250 %.

##### 3.3.1.2. La resistenza all'*n*-pentano deve essere determinata conformemente alla norma ISO 1817 alle seguenti condizioni:

- i) mezzo: *n*-pentano
- ii) temperatura: 23 °C (tolleranza secondo la norma ISO 1817)
- iii) durata dell'immersione: 72 ore.

Requisiti:

- i) variazione massima di volume: 20 %
- ii) variazione massima della resistenza alla trazione: 25 %
- iii) variazione massima dell'allungamento a rottura: 30 %.

Dopo una permanenza di 48 ore in aria a 40 °C, la riduzione della massa rispetto alla massa iniziale non deve superare il 5 %.

##### 3.3.1.3. La resistenza all'invecchiamento deve essere determinata conformemente alla norma ISO 188 alle seguenti condizioni:

- i) temperatura: 115 °C (temperatura di prova = temperatura massima di funzionamento meno 10 °C)
- ii) durata dell'esposizione: 24 e 336 ore.

Successivamente all'invecchiamento i provini devono essere condizionati a 23 °C e a un'umidità relativa del 50 % per almeno 21 giorni, prima dell'esecuzione della prova di trazione secondo quanto indicato al punto 3.3.1.1.

Requisiti:

- i) variazione massima della resistenza alla trazione del 35 % dopo un invecchiamento di 336 ore, rispetto alla resistenza alla trazione di un materiale invecchiato per 24 ore;
- ii) variazione massima dell'allungamento a rottura del 25 % dopo un invecchiamento di 336 ore, rispetto all'allungamento a rottura di un materiale invecchiato per 24 ore.

#### 3.3.2. Resistenza alla trazione ed allungamento propri del materiale termoplastico

##### 3.3.2.1. La resistenza alla trazione e l'allungamento a rottura devono essere determinati conformemente alla norma ISO 527-2 alle seguenti condizioni:

- i) provino: tipo 1 BA.
- ii) velocità di trazione: 20 mm/min.

Il materiale deve essere condizionato per almeno 21 giorni a 23 °C e a un'umidità relativa del 50 % prima dell'esecuzione della prova.

Requisiti

- i) resistenza alla trazione non inferiore a 20 MPa;
- ii) allungamento a rottura non inferiore al 100 %.

3.3.2.2. La resistenza all'n-pentano deve essere determinata conformemente alla norma ISO 1817 alle seguenti condizioni:

- i) mezzo: n-pentano
- ii) temperatura: 23 °C (tolleranza secondo la norma ISO 1817)
- iii) durata dell'immersione: 72 ore.

Requisiti:

- i) variazione massima di volume: 2 %;
- ii) variazione massima della resistenza alla trazione: 10 %;
- iii) variazione massima dell'allungamento a rottura: 10 %.

Dopo una permanenza di 48 ore in aria a 40 °C, la riduzione della massa rispetto alla massa iniziale non deve superare il 5 %.

3.3.2.3. La resistenza all'invecchiamento deve essere determinata conformemente alla norma ISO 188 alle seguenti condizioni:

- i) temperatura: 115 °C (temperatura di prova = temperatura massima di funzionamento meno 10 °C)
- ii) durata dell'esposizione: 24 e 336 ore.

Successivamente all'invecchiamento i provini devono essere condizionati a 23 °C e a un'umidità relativa del 50 % per almeno 21 giorni, prima dell'esecuzione della prova di trazione secondo quanto indicato al punto 3.3.2.1.

Requisiti:

- i) variazione massima della resistenza alla trazione del 35 % dopo un invecchiamento di 336 ore, rispetto alla resistenza alla trazione di un materiale invecchiato per 24 ore;
- ii) variazione massima dell'allungamento a rottura del 25 % dopo un invecchiamento di 336 ore, rispetto all'allungamento a rottura di un materiale invecchiato per 24 ore.

#### 3.4. Specifiche e metodo di prova per il rivestimento esterno

3.4.1. Resistenza alla trazione ed allungamento della gomma e degli elastomeri termoplastici (TPE)

3.4.1.1. La resistenza alla trazione e l'allungamento a rottura devono essere determinati conformemente alla norma ISO 37.

La resistenza alla trazione non deve essere inferiore a 10 MPa e l'allungamento a rottura non deve essere inferiore al 250 %.

3.4.1.2. La resistenza all'n-esano deve essere determinata conformemente alla norma ISO 1817 alle seguenti condizioni:

- i) mezzo: n-esano
- ii) temperatura: 23 °C (tolleranza secondo la norma ISO 1817)
- iii) durata dell'immersione: 72 ore.

Requisiti:

- i) variazione massima di volume: 30 %
- ii) variazione massima della resistenza alla trazione: 35 %
- iii) variazione massima dell'allungamento a rottura: 35 %.

3.4.1.3. La resistenza all'invecchiamento deve essere determinata conformemente alla norma ISO 188 alle seguenti condizioni:

- i) temperatura: 115 °C (temperatura di prova = temperatura massima di funzionamento meno 10 °C)
- ii) durata dell'esposizione: 24 e 336 ore.

Successivamente all'invecchiamento i provini devono essere condizionati a 23 °C e a un'umidità relativa del 50 % per almeno 21 giorni, prima dell'esecuzione della prova di trazione secondo quanto indicato al punto 3.4.1.1.

Requisiti:

- i) variazione massima della resistenza alla trazione del 35 % dopo un invecchiamento di 336 ore, rispetto alla resistenza alla trazione di un materiale invecchiato per 24 ore;
- ii) variazione massima dell'allungamento a rottura del 25 % dopo un invecchiamento di 336 ore, rispetto all'allungamento a rottura di un materiale invecchiato per 24 ore.

3.4.2. Resistenza alla trazione ed allungamento propri del materiale termoplastico

3.4.2.1. La resistenza alla trazione e l'allungamento a rottura devono essere determinati conformemente alla norma ISO 527-2 alle seguenti condizioni:

- i) provino: tipo 1 BA.
- ii) velocità di trazione: 20 mm/min.

Il materiale deve essere condizionato per almeno 21 giorni a 23 °C e a un'umidità relativa del 50 % prima dell'esecuzione della prova.

Requisiti:

- i) resistenza alla trazione non inferiore a 20 MPa;
- ii) allungamento a rottura non inferiore al 100 %.

3.4.2.2. La resistenza all'n-esano deve essere determinata conformemente alla norma ISO 1817 alle seguenti condizioni:

- i) mezzo: n-esano
- ii) temperatura: 23 °C (tolleranza secondo la norma ISO 1817)
- iii) durata dell'immersione: 72 ore.

Requisiti:

- i) variazione massima di volume: 2 %;
- ii) variazione massima della resistenza alla trazione: 10 %;
- iii) variazione massima dell'allungamento a rottura: 10 %.

Dopo una permanenza di 48 ore in aria a 40 °C, la riduzione della massa rispetto alla massa iniziale non deve superare il 5 %.

3.4.2.3. La resistenza all'invecchiamento deve essere determinata conformemente alla norma ISO 188 alle seguenti condizioni:

- i) temperatura: 115 °C (temperatura di prova = temperatura massima di funzionamento meno 10 °C)
- ii) durata dell'esposizione: 24 e 336 ore.

Successivamente all'invecchiamento i provini devono essere condizionati a 23 °C e a un'umidità relativa del 50 % per almeno 21 giorni, prima dell'esecuzione della prova di trazione secondo quanto indicato al punto 3.4.2.1.



Requisiti:

- i) variazione massima della resistenza alla trazione del 20 % dopo un invecchiamento di 336 ore, rispetto alla resistenza alla trazione di un materiale invecchiato per 24 ore;
- ii) variazione massima dell'allungamento a rottura del 50 % dopo un invecchiamento di 336 ore, rispetto all'allungamento a rottura di un materiale invecchiato per 24 ore.

#### 3.4.3. Resistenza all'ozono

3.4.3.1. La prova deve essere effettuata conformemente alla norma ISO 1431/1.

3.4.3.2. I provini, che devono essere sottoposti ad un allungamento del 20 %, devono essere esposti per 120 ore in aria a 40 °C con umidità relativa del 50 %  $\pm$  10 % con una concentrazione di ozono di 50 parti per cento milioni (pphm).

3.4.3.3. Non è ammessa alcuna fessurazione nei provini.

#### 3.5. **Specifiche relative ai tubi senza raccordi**

##### 3.5.1. Tenuta ai gas (permeabilità)

3.5.1.1. Un tubo di 1 m di lunghezza libera deve essere collegato ad un serbatoio riempito di propano liquido alla temperatura di 23 °C  $\pm$  2 °C.

3.5.1.2. La prova deve essere eseguita conformemente al metodo descritto nella norma ISO 4080.

3.5.1.3. La perdita attraverso la parete del tubo non deve essere superiore a 95 cm<sup>3</sup> per metro di tubo nelle 24 ore.

##### 3.5.2. Resistenza a bassa temperatura

3.5.2.1. La prova deve essere effettuata conformemente al metodo B descritto nella norma ISO 4672.

3.5.2.2. Temperatura di prova: - 40 °C  $\pm$  3 °C  
o - 20 °C  $\pm$  3 °C, laddove applicabile

3.5.2.3. Non sono ammesse fessurazioni o rotture.

##### 3.5.3. Resistenza ad alta temperatura

3.5.3.1. Un campione di tubo lungo almeno 0,5 m sottoposto ad una pressione interna di 450 kPa deve essere posto in una stufa a 120 °C  $\pm$  2 °C per 24 ore. La prova deve essere eseguita sia sul tubo nuovo sia successivamente all'invecchiamento, secondo la norma ISO 188 (conformemente a quanto indicato al punto 3.4.2.3) e secondo la norma ISO 1817 (conformemente a quanto indicato al punto 3.4.2.2).

3.5.3.2. La perdita attraverso la parete del tubo non deve essere superiore a 95 cm<sup>3</sup> per metro di tubo nelle 24 ore.

3.5.3.3. Dopo la prova il tubo deve essere in grado di resistere alla pressione di prova di 50 kPa per 10 minuti. La perdita attraverso la parete del tubo non deve essere superiore a 95 cm<sup>3</sup> per metro di tubo nelle 24 ore.

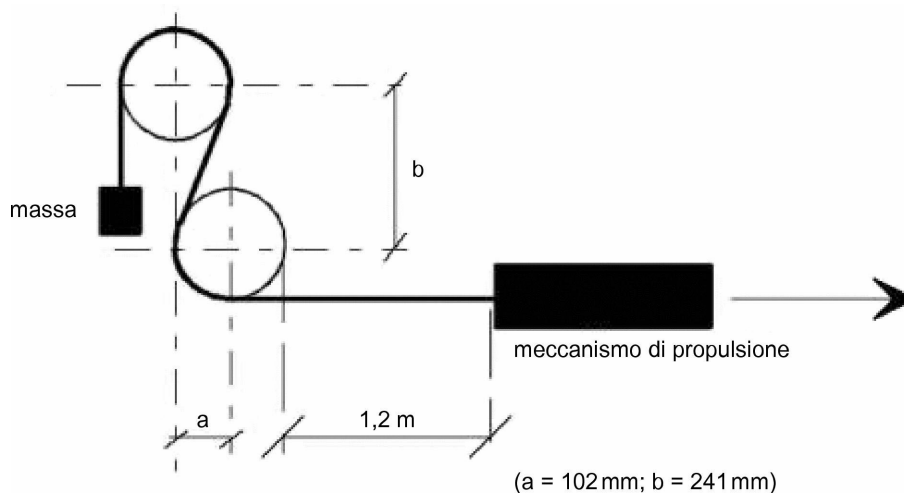
##### 3.5.4. Prova di piegamento

3.5.4.1. Un tubo vuoto di circa 3,5 m di lunghezza deve essere in grado di resistere 3 000 volte senza rompersi alla prova di piegamento alternato descritta qui di seguito.

3.5.4.2.

Figura 3

(a mero titolo esemplificativo)



La macchina utilizzata per la prova (fig. 3) deve essere costituita da un'intelaiatura d'acciaio provvista di due ruote di legno con larghezza del cerchio di circa 130 mm.

Sulla circonferenza delle ruote deve essere presente una scanalatura che funga da guida per il tubo.

Il raggio delle ruote, misurato dal fondo della scanalatura, deve essere di 102 mm.

I piani mediani longitudinali delle due ruote devono essere nello stesso piano verticale. La distanza tra gli interassi deve essere di 241 mm in verticale e di 102 mm in orizzontale.

Ciascuna ruota deve poter ruotare liberamente sul proprio asse.

Un meccanismo di propulsione trascina il tubo sulle ruote ad una velocità di quattro movimenti completi al minuto.

3.5.4.3. Il tubo deve essere sistemato a forma di «S» sulle ruote (cfr. figura 3).

L'estremità in corrispondenza della ruota in alto deve avere una massa sufficiente ad assicurare una perfetta aderenza del tubo sulle ruote. L'estremità in corrispondenza della ruota in basso deve essere collegata al meccanismo di propulsione.

Il meccanismo deve essere regolato in modo che il tubo percorra una distanza totale di 1,2 m in entrambe le direzioni.

### 3.6. Marcature

3.6.1. Ciascun tubo deve recare in modo chiaramente leggibile e indelebile, ad intervalli non superiori a 0,5 m, le seguenti marcature di identificazione costituite da caratteri, numeri o simboli.

3.6.1.1. Il marchio di fabbrica o la denominazione commerciale del fabbricante.

3.6.1.2. L'anno e il mese di fabbricazione.

3.6.1.3. Le dimensioni e il tipo.

3.6.1.4. La marcatura identificativa «GNC classe 2».

3.6.2. Ogni raccordo deve recare il marchio di fabbrica o la denominazione commerciale del fabbricante che ha realizzato l'assemblaggio.

## ALLEGATO 4C

**DISPOSIZIONI RELATIVE ALL'OMOLOGAZIONE DEL FILTRO PER GNC**

1. Il presente allegato definisce le disposizioni relative all'omologazione del filtro per GNC.
  2. Condizioni di funzionamento
    - 2.1. Il filtro per GNC deve essere progettato per funzionare alle temperature specificate nell'allegato 5O.
    - 2.2. Il filtro per GNC deve essere classificato in funzione della pressione massima di esercizio (cfr. punto 2 del presente regolamento).
      - 2.2.1. Classe 0: il filtro per GNC deve essere progettato per resistere ad una pressione pari a 1,5 volte la pressione di esercizio (MPa).
      - 2.2.2. Classe 1 e classe 2: il filtro per GNC deve essere progettato per resistere ad una pressione doppia rispetto alla pressione di esercizio.
      - 2.2.3. Classe 3: il filtro per GNC deve essere progettato per resistere ad una pressione doppia rispetto alla pressione di scarico della valvola di sicurezza alla sovrappressione cui è sottoposto.
    - 2.3. I materiali del filtro per GNC che sono a contatto con il GNC durante il funzionamento devono essere compatibili con tale gas (cfr. allegato 5D).
    - 2.4. Il componente deve soddisfare le prescrizioni relative alle procedure di prova previste per la propria classe di appartenenza, secondo lo schema della figura 1-1, punto 2 del presente regolamento.
-

## ALLEGATO 4D

**DISPOSIZIONI RELATIVE ALL'OMOLOGAZIONE DEL REGOLATORE DI PRESSIONE**

1. Il presente allegato definisce le disposizioni relative all'omologazione del regolatore di pressione.
2. **REGOLATORE DI PRESSIONE**
  - 2.1. Il materiale del regolatore a contatto con il gas naturale compresso durante il funzionamento deve essere compatibile con il GNC di prova. Per verificare detta compatibilità seguire la procedura descritta nell'allegato 5D.
  - 2.2. I materiali del regolatore che durante il funzionamento sono a contatto con il fluido di scambio termico del regolatore devono essere compatibili con tale fluido.
  - 2.3. Per le parti sottoposte ad alta pressione il componente deve superare le procedure di prova previste per la classe 0; per le parti sottoposte a media e bassa pressione esso deve superare le procedure di prova previste per le classi 1, 2, 3 e 4.
3. **CLASSIFICAZIONE E PRESSIONI DI PROVA**
  - 3.1. La parte del regolatore di pressione a contatto con la pressione del serbatoio è classificata nella classe 0.
    - 3.1.1. La parte di classe 0 del regolatore di pressione deve assicurare la tenuta (cfr. allegato 5B) ad una pressione fino a 1,5 volte la pressione di esercizio (MPa), con la relativa uscita o le relative uscite chiusa/e.
    - 3.1.2. La parte di classe 0 del regolatore di pressione deve resistere ad una pressione fino a 1,5 volte la pressione di esercizio (MPa).
    - 3.1.3. La parte di classe 1 e classe 2 del regolatore di pressione deve assicurare la tenuta (cfr. allegato 5B) ad una pressione al massimo doppia rispetto alla pressione di esercizio.
    - 3.1.4. La parte di classe 1 e classe 2 del regolatore di pressione deve resistere ad una pressione al massimo doppia rispetto alla pressione di esercizio.
    - 3.1.5. La parte di classe 3 del regolatore di pressione deve resistere ad una pressione al massimo doppia rispetto alla pressione di scarico della valvola di sovrappressione cui è sottoposta.
  - 3.2. Il regolatore di pressione deve essere progettato per funzionare alle temperature indicate nell'allegato 5O.

## ALLEGATO 4E

**DISPOSIZIONI RELATIVE ALL'OMOLOGAZIONE DEI SENSORI DI PRESSIONE E DI TEMPERATURA**

1. Il presente allegato definisce le disposizioni relative all'omologazione dei sensori di pressione e di temperatura.
  2. **SENSORI DI PRESSIONE E DI TEMPERATURA**
    - 2.1. Il materiale dei sensori di pressione e di temperatura a contatto con il gas naturale compresso durante il funzionamento deve essere compatibile con il GNC di prova. Per verificare detta compatibilità seguire la procedura descritta nell'allegato 5D.
    - 2.2. I sensori di pressione e di temperatura sono classificati in classi determinate in base allo schema della figura 1-1 di cui al punto 2 del presente regolamento.
  3. **CLASSIFICAZIONE E PRESSIONI DI PROVA**
    - 3.1. La parte dei sensori di pressione e di temperatura a contatto con la pressione del serbatoio è classificata nella classe 0.
      - 3.1.1. La parte di classe 0 dei sensori di pressione e temperatura deve assicurare la tenuta ad una pressione fino a 1,5 volte la pressione di esercizio (MPa) (cfr. allegato 5B).
      - 3.1.2. La parte di classe 0 dei sensori di pressione e di temperatura deve resistere ad una pressione fino a 1,5 volte la pressione di esercizio (MPa).
      - 3.1.3. La parte di classe 1 e classe 2 dei sensori di pressione e di temperatura deve assicurare la tenuta ad una pressione al massimo doppia rispetto alla pressione di esercizio (cfr. allegato 5B).
      - 3.1.4. La parte di classe 1 e classe 2 dei sensori di pressione e di temperatura deve resistere ad una pressione al massimo doppia rispetto alla pressione di esercizio.
      - 3.1.5. La parte di classe 3 dei sensori di pressione e di temperatura deve resistere ad una pressione al massimo doppia rispetto alla pressione di scarico della valvola di sicurezza alla sovrappressione cui è sottoposta.
    - 3.2. I sensori di pressione e di temperatura devono essere progettati per funzionare alle temperature indicate nell'allegato 5O.
    - 3.3. L'eventuale circuito elettrico deve essere isolato dal corpo dei sensori di pressione e di temperatura. La resistenza di isolamento deve essere  $> 10 \text{ M}\Omega$ .
-

## ALLEGATO 4F

**DISPOSIZIONI RELATIVE ALL'OMOLOGAZIONE DELL'UNITÀ DI RIEMPIMENTO**

## 1. CAMPO DI APPLICAZIONE

Il presente allegato definisce le disposizioni relative all'omologazione dell'unità di riempimento.

## 2. UNITÀ DI RIEMPIMENTO

2.1. Il materiale dell'unità di riempimento a contatto con il GNC quando il dispositivo è in servizio deve essere compatibile con tale gas. Per verificare detta compatibilità seguire la procedura di cui all'allegato 5D.

2.2. L'unità di riempimento deve essere conforme alle prescrizioni relative ai componenti di classe 0.

## 3. PRESSIONI DI PROVA

3.1. L'unità di riempimento deve essere considerata un componente di classe 0.

3.1.1. L'unità di riempimento deve assicurare la tenuta ad una pressione pari a 1,5 volte la pressione di esercizio (MPa) (cfr. allegato 5B).

3.1.2. L'unità di riempimento deve resistere ad una pressione di 33 MPa.

3.2. L'unità di riempimento deve essere progettata per funzionare alle temperature indicate nell'allegato 5O.

---

## ALLEGATO 4G

**DISPOSIZIONI RELATIVE ALL'OMOLOGAZIONE DEL REGOLATORE DI PORTATA DEL GAS E DEL MISCELATORE GAS/ARIA O DELL'INIETTORE DI GAS**

1. Il presente allegato definisce le disposizioni relative all'omologazione del regolatore di portata del gas e del miscelatore gas/aria o iniettore di gas.
2. MISCELATORE GAS/ARIA O INIETTORE DI GAS
  - 2.1. Il materiale del miscelatore gas/aria o iniettore di gas a contatto con il GNC deve essere compatibile con il GNC. Per verificare detta compatibilità seguire la procedura di cui all'allegato 5D.
  - 2.2. Il miscelatore gas/aria o iniettore di gas deve essere conforme alle prescrizioni relative ai componenti di classe 1 o 2, a seconda della rispettiva classificazione.
  - 2.3. Pressioni di prova
    - 2.3.1. Il miscelatore gas/aria o iniettore di gas di classe 2 deve resistere ad una pressione doppia rispetto alla pressione di esercizio.
      - 2.3.1.1. Il miscelatore gas/aria o iniettore di gas di classe 2 deve assicurare la tenuta ad una pressione doppia rispetto alla pressione di esercizio.
      - 2.3.2. Il miscelatore gas/aria o iniettore di gas di classe 1 e classe 2 deve essere progettato per funzionare alle temperature indicate nell'allegato 5O.
    - 2.4. I componenti azionati elettricamente contenenti GNC devono soddisfare le seguenti condizioni:
      - i) essere provvisti di messa a terra separata;
      - ii) avere il circuito elettrico isolato dal corpo;
      - iii) l'iniettore di gas deve essere in posizione chiusa quando la corrente elettrica è disinserita.
3. REGOLATORE DI PORTATA DEL GAS
  - 3.1. Il materiale del regolatore di portata del gas a contatto con il GNC deve essere compatibile con tale gas. Per verificare tale compatibilità utilizzare la procedura di cui all'allegato 5D.
  - 3.2. Il regolatore di portata del gas deve essere conforme alle prescrizioni relative ai componenti di classe 1 o 2, a seconda della sua classificazione.
  - 3.3. Pressioni di prova
    - 3.3.1. Il regolatore di portata del gas di classe 2 deve resistere ad una pressione doppia rispetto alla pressione di esercizio.
      - 3.3.1.1. Il regolatore di portata del gas di classe 2 deve assicurare la tenuta ad una pressione doppia rispetto alla pressione di esercizio.
      - 3.3.2. Il regolatore di portata del gas di classe 1 e classe 2 deve essere progettato per funzionare alle temperature indicate nell'allegato 5O.
    - 3.4. I componenti azionati elettricamente contenenti GNC devono soddisfare le seguenti condizioni:
      - i) essere provvisti di messa a terra separata;
      - ii) avere il circuito elettrico isolato dal corpo.

## ALLEGATO 4H

**DISPOSIZIONI RELATIVE ALL'OMOLOGAZIONE DELL'UNITÀ ELETTRONICA DI CONTROLLO**

1. Il presente allegato definisce le disposizioni relative all'omologazione dell'unità elettronica di controllo.
  2. UNITÀ ELETTRONICA DI CONTROLLO
    - 2.1. L'unità elettronica di controllo può essere qualsiasi dispositivo che controlla l'alimentazione di GNC al motore e comanda la chiusura della valvola automatica in caso di rottura di una tubazione di alimentazione del carburante o di arresto del motore o in caso di collisione.
    - 2.2. Il ritardo di chiusura della valvola automatica dopo l'arresto del motore non deve essere superiore a 5 secondi.
    - 2.3. Il dispositivo può essere provvisto di un meccanismo automatico di regolazione dell'anticipo di accensione, incorporato nell'unità elettronica di controllo o separato.
    - 2.4. Il dispositivo può essere integrato con «falsi» iniettori per consentire un corretto funzionamento dell'unità elettronica di controllo per la benzina durante il funzionamento con GNC.
    - 2.5. L'unità elettronica di controllo deve essere progettata per funzionare alle temperature indicate nell'allegato 5O.
-



## ALLEGATO 5

## PROCEDURE DI PROVA

## 1. CLASSIFICAZIONE

- 1.1. I componenti dell'impianto a GNC destinati ad essere utilizzati sui veicoli devono essere classificati in base alla pressione massima di esercizio e alla funzione, conformemente alle disposizioni di cui al punto 2 del presente regolamento.
- 1.2. La classificazione dei componenti determina le prove da eseguire per l'omologazione dei componenti stessi o di parti dei medesimi.

## 2. PROCEDURE DI PROVA APPLICABILI

La tabella 5.1 presenta le procedure di prova applicabili a seconda della classificazione dei componenti.

Tabella 5.1

Prova	Classe 0	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Punto
Sovrapressione o resistenza	X	X	X	X	O	5A
Tenuta verso l'esterno	X	X	X	X	O	5B
Tenuta verso l'interno	A	A	A	A	O	5C
Durata	A	A	A	A	O	5L
Compatibilità con il GNC	A	A	A	A	A	5D
Resistenza alla corrosione	X	X	X	X	X	5E
Resistenza al calore secco	A	A	A	A	A	5F
Resistenza al deterioramento da ozono	A	A	A	A	A	5G
Prove di scoppio/distruttive	X	O	O	O	O	5M
Cicli termici	A	A	A	A	O	5H
Cicli di pressione	X	O	O	O	O	5I
Resistenza alle vibrazioni	A	A	A	A	O	5N
Temperature di funzionamento	X	X	X	X	X	5O

X = Applicabile

O = Non applicabile

A = A seconda dei casi

## Osservazioni:

- a) Tenuta verso l'interno: applicabile se la classe di appartenenza dei componenti è composta di sedi valvole interne di norma chiuse quando il motore è in modalità «OFF».
- b) Prova di durata: applicabile se la classe di appartenenza dei componenti è composta di parti integranti soggette a ripetuto movimento durante il funzionamento del motore.
- c) Compatibilità con il GNC, resistenza al calore secco e resistenza al deterioramento da ozono: applicabile se la classe di appartenenza dei componenti comprende parti in materiale sintetico/non metallico.
- d) Prova dei cicli termici: applicabile se la classe di appartenenza dei componenti comprende parti in materiale sintetico/non metallico.
- e) Prova di resistenza alle vibrazioni: applicabile se la classe di appartenenza dei componenti è composta di parti integranti soggette a ripetuto movimento durante il funzionamento del motore.

Le specifiche scritte dei materiali usati per la realizzazione dei componenti devono attestare che essi soddisfano almeno le prescrizioni minime di prova enunciate nel presente allegato relativamente a:

- i) temperatura;
- ii) pressione
- iii) compatibilità con il GNC
- iv) durata.

3. PRESCRIZIONI GENERALI

- 3.1. Le prove di tenuta devono essere effettuate con un gas in pressione come aria o azoto.
  - 3.2. Per ottenere la pressione necessaria per la prova di resistenza idrostatica si può utilizzare acqua o un altro fluido.
  - 3.3. La durata minima delle prove di tenuta e resistenza idrostatica deve essere pari a 3 minuti.
-

## ALLEGATO 5A

**PROVA DI SOVRAPRESSIONE (PROVA DI RESISTENZA)**

1. Un componente contenente GNC deve resistere per almeno 3 minuti, a temperatura ambiente e con il condotto di uscita chiuso sul lato di alta pressione, ad una pressione idraulica pari a 1,5-2 volte la pressione massima di esercizio senza mostrare segni visibili di rottura o deformazione permanente. Come mezzo di prova si può utilizzare acqua o qualsiasi altro fluido idraulico appropriato.
2. I campioni, precedentemente sottoposti alla prova di durata di cui all'allegato 5L, devono essere collegati ad una sorgente di pressione idrostatica. Nella tubazione di alimentazione a pressione idrostatica si devono montare una valvola d'intercettazione ed un manometro con pressione compresa tra 1,5 volte e 2 volte la pressione di prova.
3. La tabella 5.2 indica le pressioni di esercizio e le pressioni della prova di scoppio secondo la classificazione di cui al punto 2 del presente regolamento.

Tabella 5.2

Classificazione del componente	Pressione di esercizio [kPa]	Sovrapressione [kPa]
Classe 0	$3\ 000 < p < 26\ 000$	1,5 volte la pressione di esercizio
Classe 1	$450 < p < 3\ 000$	1,5 volte la pressione di esercizio
Classe 2	$20 < p < 450$	2 volte la pressione di esercizio
Classe 3	$450 < p < 3\ 000$	2 volte la pressione di scarico

## ALLEGATO 5B

**PROVA DI TENUTA VERSO L'ESTERNO**

1. Il componente non deve presentare perdite a livello delle guarnizioni dello stelo o del corpo o di altre giunzioni, e non deve presentare segni di porosità nelle parti a fusione quando sottoposto, nella prova di cui ai punti 2 e 3 del presente allegato, ad una pressione aerostatica compresa tra 0 e la pressione indicata nella tabella 5.2.
2. La prova deve essere effettuata nelle seguenti condizioni:
  - i) a temperatura ambiente
  - ii) alla temperatura minima di funzionamento
  - iii) alla temperatura massima di funzionamento.

Le temperature minima e massima di funzionamento sono indicate nell'allegato 5O.

3. Durante questa prova l'apparecchiatura in esame (EUT — *equipment under test*) deve essere collegata ad una sorgente di pressione aerostatica. Nel tubo di alimentazione della pressione devono essere montati una valvola automatica ed un manometro con campo di pressione compreso tra 1,5 e 2 volte la pressione di prova. Il manometro deve essere montato tra la valvola automatica ed il campione sottoposto a prova. Per rilevare le perdite durante la prova, immergere il campione in acqua o utilizzare qualsiasi altro metodo equivalente (misurazione della portata o caduta di pressione).
4. La perdita verso l'esterno deve essere inferiore a quanto prescritto negli allegati; in assenza di prescrizioni, deve essere inferiore a 15 cm<sup>3</sup>/ora.
5. Prova ad alta temperatura

Un componente contenente GNC non deve presentare perdite superiori a 15 cm<sup>3</sup>/ora laddove sottoposto, a condotti di uscita chiusi, ad una pressione del gas pari alla pressione massima di esercizio, alla temperatura massima di funzionamento indicata nell'allegato 5O. Il componente deve essere condizionato per almeno 8 ore a questa temperatura.

6. Prova a bassa temperatura

Un componente contenente GNC non deve presentare perdite superiori a 15 cm<sup>3</sup>/ora laddove sottoposto, a condotti di uscita chiusi, ad una pressione del gas pari alla pressione massima di esercizio indicata dal fabbricante, alla temperatura minima di funzionamento. Il componente deve essere condizionato per almeno 8 ore a questa temperatura.

---

## ALLEGATO 5C

## PROVA DI TENUTA VERSO L'INTERNO

1. Le prove descritte di seguito devono essere eseguite su campioni delle valvole o dell'unità di riempimento precedentemente sottoposte alla prova di tenuta verso l'esterno di cui all'allegato 5B.
2. La sede delle valvole in posizione chiusa non deve presentare perdite ad una pressione aerostatica compresa tra 0 e 1,5 volte la pressione di esercizio (kPa).
3. Una valvola di non ritorno con sede resiliente (elastica), in posizione chiusa, non deve presentare perdite allorché sottoposta ad una pressione aerostatica compresa tra 0 e 1,5 volte la pressione di esercizio (kPa).
4. Una valvola di non ritorno provvista di sede metallo/metallo non deve presentare perdite superiori a 0,47 dm<sup>3</sup>/s in posizione chiusa allorché sottoposta ad una differenza di pressione aerostatica di 138 KPa in pressione effettiva.
5. La sede della valvola di non ritorno superiore utilizzata nel montaggio dell'unità di riempimento non deve presentare perdite in posizione chiusa, ad una pressione aerostatica compresa tra 0 e 1,5 volte la pressione di esercizio (kPa).
6. Durante le prove di tenuta verso l'interno l'entrata della valvola campione deve essere collegata ad una sorgente di pressione aerostatica, la valvola deve essere in posizione chiusa e l'uscita deve essere aperta. Nel tubo di alimentazione della pressione devono essere montati una valvola automatica ed un manometro con campo di pressione compreso tra 1,5 e 2 volte la pressione di prova. Il manometro deve essere montato tra la valvola automatica ed il campione sottoposto a prova. Durante l'applicazione della pressione di prova controllare l'assenza di perdite; per farlo immergere in acqua l'uscita della valvola (aperta), salvo diversa indicazione.
7. Per determinare la conformità alle disposizioni di cui dal punto 2 al punto 5 collegare un pezzo di tubo all'uscita della valvola. L'estremità aperta del tubo di uscita deve essere posizionata in un cilindro rovesciato, graduato in centimetri cubi. Il cilindro rovesciato deve essere chiuso in basso con una guarnizione a tenuta d'acqua. L'apparecchiatura deve essere regolata in modo che:
  - (1) l'estremità del tubo di uscita sia situata circa 13 mm al di sopra del livello dell'acqua nel cilindro rovesciato;
  - (2) l'acqua all'interno e all'esterno del cilindro graduato sia allo stesso livello. Una volta effettuate queste regolazioni, annotare il livello dell'acqua nel cilindro graduato. Con la valvola nella posizione chiusa, che è quella occupata durante il normale funzionamento, applicare aria o azoto all'entrata della valvola, alla pressione di prova specificata e per un tempo non inferiore a 2 minuti. Se necessario, regolare contemporaneamente la posizione verticale del cilindro graduato per mantenere lo stesso livello d'acqua all'interno e all'esterno del medesimo.

Al termine del periodo della prova e una volta verificato che l'acqua all'interno e all'esterno del cilindro graduato sia allo stesso livello, annotare nuovamente il livello dell'acqua all'interno del cilindro graduato. In base alla variazione di volume all'interno del cilindro graduato calcolare la portata della perdita utilizzando la seguente formula:

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

dove:

- $V_1$  = portata della perdita (centimetri cubi d'aria o d'azoto/ora)  
 $V_t$  = incremento di volume nel cilindro graduato durante la prova  
 $t$  = durata della prova, in minuti  
 $P$  = pressione barometrica durante la prova (kPa)  
 $T$  = temperatura ambiente durante la prova (K).

8. Anziché con il metodo sopradescritto la perdita può essere misurata con un flussometro montato sull'entrata della valvola sottoposta a prova. Il flussometro deve essere in grado di indicare con precisione, per il fluido di prova utilizzato, la portata massima ammessa della perdita.

## ALLEGATO 5D

**PROVA DI COMPATIBILITÀ CON IL GNC**

1. Un elemento in materiale sintetico posto a contatto con il GNC non deve presentare una variazione di volume o una perdita di peso eccessive.

La resistenza all'n-pentano deve essere determinata conformemente alla norma ISO 1817 alle seguenti condizioni:

- i) mezzo: n-pentano
- ii) temperatura: 23 °C (tolleranza secondo la norma ISO 1817)
- iii) durata dell'immersione: 72 ore.

2. Requisiti:

variazione massima di volume: 20 %

Dopo una permanenza di 48 ore in aria a 40 °C, la riduzione della massa rispetto alla massa iniziale non deve superare il 5 %.

---

## ALLEGATO 5E

**PROVA DI RESISTENZA ALLA CORROSIONE***Procedure di prova*

1. Un componente metallico destinato a contenere GNC deve superare le prove di tenuta di cui agli allegati 5B e 5C, dopo essere stato sottoposto per 144 ore ad una prova in nebbia salina conformemente alla norma ISO 15500-2, con tutti i raccordi chiusi.
2. Un componente in rame od ottone contenente GNC deve superare le prove di tenuta di cui agli allegati 5B e 5C, dopo essere stato sottoposto per 24 ore ad immersione in ammoniaca conformemente alla norma ISO CD 15500-2 con tutti i raccordi chiusi.

## ALLEGATO 5F

**RESISTENZA AL CALORE SECCO**

1. La prova deve essere effettuata conformemente alla norma ISO 188. Il provino deve essere esposto per 168 ore in aria ad una temperatura pari alla temperatura massima di funzionamento.
2. La variazione ammissibile della resistenza alla trazione non deve essere superiore a + 25 %. La variazione ammissibile dell'allungamento a rottura non deve essere superiore ai valori seguenti:

aumento massimo:	10 %
diminuzione massima:	30 %.

## ALLEGATO 5G

**RESISTENZA AL DETERIORAMENTO DA OZONO**

1. La prova deve essere effettuata conformemente alla norma ISO 1431/1.

Il provino, che deve essere sottoposto ad un allungamento del 20 %, deve essere esposto per 72 ore in aria a 40 °C con una concentrazione di ozono di 50 parti per cento milioni (pphm).

2. Non è ammessa la formazione di fessurazioni nel provino.

## ALLEGATO 5H

**PROVA DEI CICLI TERMICI**

Le parti non metalliche contenenti GNC devono soddisfare le prove di tenuta di cui agli allegati 5B e 5C dopo essere state sottoposte, per 96 ore, a cicli termici consistenti nel passare, alla pressione massima di esercizio, dalla temperatura minima alla temperatura massima di funzionamento. La durata di ciascun ciclo deve essere di 120 minuti.

## ALLEGATO 5I

**PROVA DEI CICLI DI PRESSIONE APPLICABILE UNICAMENTE ALLE BOMBOLE (CFR. ALLEGATO 3)**

## ALLEGATI 5J E 5K

(NON ASSEGNATI)

## ALLEGATO 5L

**PROVA DI DURATA (FUNZIONAMENTO CONTINUO)***Metodo di prova*

Il componente deve essere collegato a una sorgente di aria o azoto secco pressurizzati mediante un raccordo adatto, e sottoposto al numero di cicli indicato per quel componente specifico. Un ciclo prevede un'apertura e una chiusura del componente entro un tempo non inferiore a  $10 \pm 2$  secondi.

a) *Cicli a temperatura ambiente*

Il componente deve funzionare per il 96 % del numero totale di cicli a temperatura ambiente e alla pressione di impiego nominale. Durante la chiusura, la pressione di valle dell'apparecchiatura di prova deve poter essere ridotta al 50 % della pressione di prova. Il componente deve quindi superare la prova di tenuta di cui all'allegato 5B a temperatura ambiente. Questa parte della prova può essere interrotta a intervalli del 20 % per verificare la tenuta.

b) *Cicli ad alta temperatura*

Il componente deve funzionare per il 2 % del numero totale di cicli alla temperatura massima specificata, alla pressione di impiego nominale. Terminati i cicli ad alta temperatura, il componente deve soddisfare la prova di tenuta di cui all'allegato 5B alla temperatura massima specificata.

c) *Cicli a bassa temperatura*

Il componente deve funzionare per il 2 % del numero totale di cicli alla temperatura minima specificata, alla pressione di impiego nominale. Terminati i cicli a bassa temperatura, il componente deve soddisfare la prova di tenuta di cui all'allegato 5B alla temperatura minima specificata.

Completati i cicli ed una nuova prova di tenuta, il componente deve potersi aprire e chiudere completamente applicando alla leva di comando del componente una coppia non superiore a quella specificata nella tabella 5.3, prima nel senso che ne permette l'apertura completa e poi nel senso opposto.

Tabella 5.3

Dimensioni entrata componente (mm)	Coppia massima (Nm)
6	1,7
8 o 10	2,3
12	2,8

La prova deve essere effettuata alla temperatura massima specificata e poi ripetuta alla temperatura di  $-40$  °C.



## ALLEGATO 5M

**PROVA DI SCOPPIO/DISTRUTTIVA APPLICABILE UNICAMENTE ALLE BOMBOLE (CFR. ALLEGATO 3)**

---

## ALLEGATO 5N

**PROVA DI RESISTENZA ALLE VIBRAZIONI**

Dopo 6 ore di vibrazioni nelle condizioni di prova specificate qui di seguito, nessun componente con parti mobili deve presentare segni di danni e tutti i medesimi componenti devono continuare a funzionare soddisfacendo le prescrizioni relative alle prove di tenuta ad essi applicabili.

*Metodo di prova*

Il componente deve essere fissato in un apparecchio di prova e fatto vibrare per 2 ore a 17 Hz con un'ampiezza di 1,5 mm su ciascuna delle tre direzioni ortogonali. Dopo 6 ore di vibrazioni il componente deve soddisfare le prescrizioni di cui all'allegato 5C.

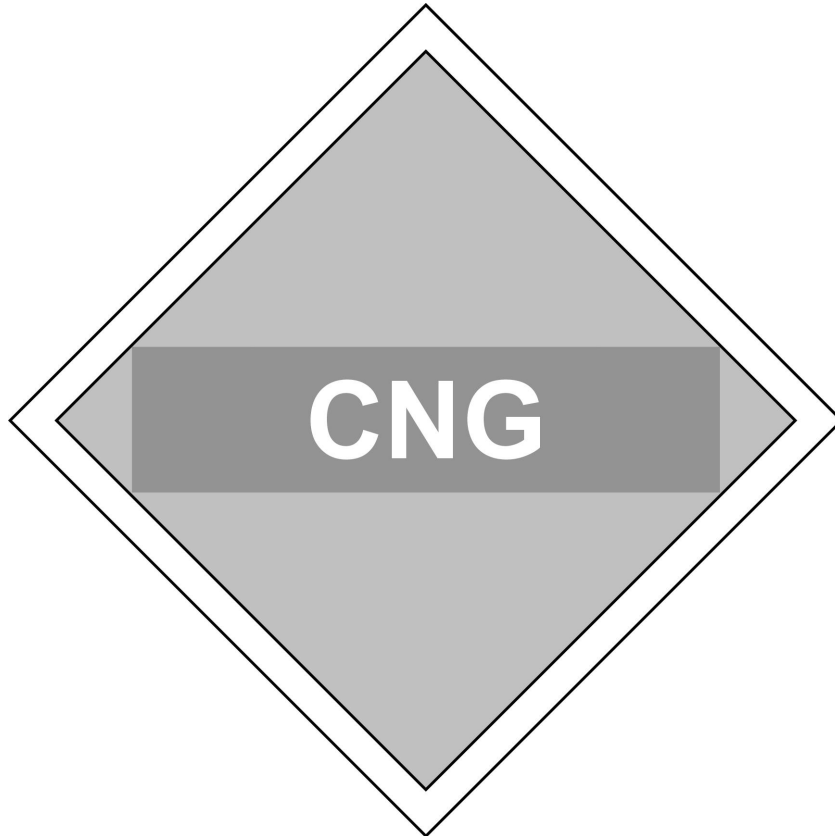
---

## ALLEGATO 5O

**TEMPERATURE DI FUNZIONAMENTO**

	Vano motore	Montaggio sul motore	A bordo
Moderata	- 20 °C ÷ 105 °C	- 20 °C ÷ 120 °C	- 20 °C ÷ 85 °C
Fredda	- 40 °C ÷ 105 °C	- 40 °C ÷ 120 °C	- 40 °C ÷ 85 °C

## ALLEGATO 6

**DISPOSIZIONI RELATIVE ALLA MARCATURA DI IDENTIFICAZIONE DEL GNC PER I VEICOLI  
DEL TRASPORTO PUBBLICO**

Il contrassegno consiste in un'etichetta adesiva in materiale resistente agli agenti atmosferici.

Il colore e le dimensioni dell'etichetta adesiva devono essere conformi alle seguenti prescrizioni:

**Colori:**

Sfondo:	verde
Bordo:	bianco o bianco riflettente
Lettere:	bianco o bianco riflettente

**Dimensioni**

Larghezza del bordo:	4-6 mm
Altezza dei caratteri:	≥ 25 mm
Spessore dei caratteri:	≥ 4 mm
Larghezza dell'etichetta adesiva:	110-150 mm
Altezza dell'etichetta adesiva:	80-110 mm

Le lettere «CNG» devono essere centrate nell'etichetta adesiva.

---