



**MANUALE DI MANUTENZIONE E  
ISPEZIONE DELLE BOMBOLE DI TIPO III**

# INDICE

---

DEFINIZIONI . . . . .	1
NORME DI PROGETTAZIONE, CERTIFICAZIONE E ISPEZIONE APPLICABILI. . . . .	4
CAMPO DI APPLICAZIONE . . . . .	4
INTRODUZIONE. . . . .	4
ETICHETTA DELLA BOMBOLA DEL PRODUTTORE. . . . .	6
PROCEDURE DI RIEMPIMENTO PER BOMBOLE DI GNC WOR . . . . .	6
PROCEDURE DI SFIATO PER BOMBOLE DI COMBUSTIBILE WOR. . . . .	6
ISPEZIONE DELLA BOMBOLA . . . . .	7
PROCEDURE DI ISPEZIONE ESTERNA . . . . .	7
DANNI ESTERNI . . . . .	8
DANNO DA ABRASIONE, TAGLIO E IMPATTO . . . . .	8
VALUTAZIONE DEI DA NNI DA ABRASIONE, TAGLIO E SCRICCATURA - BOMBOLE DI TIPO 3A . . . . .	9
VALUTAZIONE DEI DA NNI DA ABRASIONE, TAGLIO E SCRICCATURA - BOMBOLE DI TIPO 3B . . . . .	10
DELAMINAZIONE DA COMPRESSIONE . . . . .	11
DANNI DA CALORE O DA INCENDIO . . . . .	12
DANNI DA CORROSIONE E DA TENSOCORROSIONE. . . . .	12
ETICHETTA ILLEGGIBILE . . . . .	13
DANNI DA RAGGI ULTRAV IOLETTI (UV). . . . .	13
ERDITA DI CARBURANTE . . . . .	14
ISPEZIONI INTERNE DELLA BOMBOLA . . . . .	14
VALUTAZIONE DEI DA NNI INTERNI . . . . .	15
ORTE DELLE BOMBOLE, VA LVOLE, ADA TTATORI, DISPOSITIVI DI SCARICO DELLA PRESSIONE, O-RING . . . . .	15
ORTE DELLE BOMBOLE . . . . .	15
VALVOLE, ADA TTATORI E DISPOSITIVI DI SCARICO DELLA PRESSIONE (PRD) INSTALLATI DIRETTAMENTE ALL'INTERNO DELLE PORTE DELLE BOMBOLE . . . . .	16
PRD COLLEGATI A VA LVOLE O ADA TTATORI . . . . .	16
O-RING DELLA BOMBOLA . . . . .	17
MONTAGGIO DELLA BOMBOLA. . . . .	17
MONTAGGIO A COLLARE . . . . .	17
MONTAGGIO A REGGIA . . . . .	18
PROCEDURA DI RIPARAZIONE DELLA BOMBOLA . . . . .	18
BOMBOLE CONDANNATE E RELATIVA DISTRUZIONE. . . . .	19
RECORD DI ISPEZIONE . . . . .	20
APPENDICE . . . . .	20

# MANUALE DI MANUTENZIONE E ISPEZIONE DEL TIPO III

---

## 1.0 DEFINIZIONI

**Avvolgimento con filamento:** Il processo automatizzato di avvolgere più strati di fibre composite impregnate con resina attorno al liner di una bombola per realizzare costruire serbatoi di carburante in composito.

**Avvolgimento di ispezione:** Uno strato esterno sacrificale di composito in fibra di vetro su una bombola di GNC. Questo strato non è richiesto per la certificazione della bombola, né è richiesto per soddisfare i requisiti prestazionali della bombola Worthington. In quanto tale, lo strato dell'involucro di ispezione è sacrificale e la bombola può essere rimessa in servizio se unicamente questo strato è tagliato, scriccato, delaminato o abraso e non sono presenti delaminazioni.

**Blocchi di montaggio a collare:** Una coppia di blocchi per il montaggio dei contenitori di carburante sul veicolo. Ogni blocco ha un foro interno per l'inserimento dei collari delle bombole. Il primo blocco di montaggio a collare ha un foro filettato per il fissaggio direttamente sulla filettatura esterna del collare della bombola. Questo blocco è a volte chiamato blocco di montaggio fisso perché la sua posizione è bloccata sulla bombola una volta avvitato sul collare della bombola e bullonato su un piedistallo di montaggio. Il secondo blocco ha un foro più grande, non filettato, per l'inserimento di una boccola fissata al collare opposto della bombola. Il secondo blocco di montaggio è talvolta chiamato blocco mobile o flottante perché la bombola e la boccola sono libere di muoversi assialmente quando la bombola si espande sotto pressione. Una volta installati sui collari delle bombole, i blocchi di montaggio del collare vengono avvitati sulla struttura del modulo di carburante per ottenere un metodo di fissaggio leggero.

**Bombola condannata:** Una bombola resa inutilizzabile e incapace di trattenere la pressione perché non è più idonea al servizio e non può essere riparata.

**Bombola:** Termine comunemente accettato per un contenitore di carburante a causa della sua forma.

**Collare:** La boccola metallica che si estende dal liner/bombola e che ha filettature interne per l'installazione di una valvola o di un dispositivo di scarico della pressione. I collari delle bombole montabili a collare sono più lunghi e hanno una filettatura esterna per consentire l'installazione di blocchi di montaggio a collare.

**Contenitore rifiutato:** Un contenitore che deve essere rimosso dal servizio.

**Contenitore/bombola di tipo 1:** Un contenitore di carburante costruito interamente in metallo.

**Contenitore/bombola di tipo 2:** Un contenitore di carburante con un liner metallico con parziale rinforzo composito. Il liner metallico è progettato con una resistenza sufficiente a sopportare il 125% della pressione di servizio e a sopportare l'intero carico di sollecitazione longitudinale senza rinforzi in composito. Le fibre esterne di rinforzo composite sono avvolte solo in direzione circolare/circonferenziale attorno al fianco della bombola.

**Contenitore/bombola di tipo 3:** Un contenitore di carburante con un liner metallico che sopporta alcune delle sollecitazioni di pressione, ma che da solo non ha una resistenza sufficiente per mantenere la pressione di servizio a pieno regime senza rinforzi in materiale composito. Queste bombole hanno l'esterno completamente in composito con fibre applicate sia in direzione circolare che elicoidale e assiale.

**Contenitore/bombola tipo 3A:** Una bombola di tipo 3 in cui il rinforzo esterno in composito è interamente in carbonio.

# MANUALE DI MANUTENZIONE E ISPEZIONE DEL TIPO III

---

**Contenitore/bombola tipo 3B:** Una bombola di tipo 3 in cui il rinforzo esterno in composito è costituito da una matrice interna in composito di fibra di carbonio e da strati esterni sacrificali in composito di fibra di vetro sacrificale.

**Danni da abrasione:** Danno ad un contenitore causato dall'usura, dal raspamento o dallo sfregamento del materiale del contenitore per attrito.

**Danno da impatto:** Danno causato da caduta o da un colpo ricevuto da un altro oggetto.

**Danno da taglio:** Danno causato da un oggetto appuntito che impatta con la superficie in composito.

**Danno di livello 1:** Danno minore che non ha effetti negativi sulla sicurezza o sull'uso di un contenitore di carburante. Questo tipo di danno non necessita di riparazione (nessuna profondità apprezzabile o sfilacciatura delle fibre composite).

**Danno di livello 2:** Danno potenzialmente riparabile dopo aver consultato Worthington. Le riparazioni possono essere effettuate da Worthington o dall'utente finale. Gli utenti finali devono contattare Worthington per determinare se la bombola è riparabile.

**Danno di livello 2b:** Danno potenzialmente riparabile dopo aver consultato Worthington, più grave del danno di livello 2a. Le riparazioni possono essere effettuate solo da Worthington, a meno che Worthington non stabilisca che le riparazioni possono essere effettuate da un tecnico qualificato.

**Danno di livello 3:** Danno grave che non può essere riparato. Le bombole con danni di livello 3 devono essere condannate e distrutte come descritto nella sezione 10.

**Delaminazione:** Una forma di danno al composito caratterizzata da una frattura del legame della resina tra filamenti adiacenti di fibra composita o tra strati di fibra composita. Le delaminazioni sono tipicamente causate da collisioni o impatti ad alta energia. Anche se i danni da taglio o da scricatura si presentano spesso con delaminazioni, questo potrebbe non verificarsi in caso di impatto ad alta energia con un oggetto smussato o arrotondato.

**Dispositivi di sfiato della pressione (PRD):** Un dispositivo installato sulla bombola o sulla valvola della bombola che rilascia il GNC immagazzinato se la bombola è esposta a calore eccessivo.

**Etichetta del produttore:** Etichette contenenti le marcature ufficiali richieste dalle normative o dai regolamenti di certificazione applicabili.

**Fibra di carbonio:** Un tipo di fibra di rinforzo. Diversi strati di fibre di carbonio impregnate di resina sono avvolti attorno al liner metallico della bombola e fungono da elemento primario di resistenza alla sollecitazione all'interno della struttura della bombola. La fibra di carbonio è di colore nero, e il composito realizzato dalla fibra di carbonio ha un colore nero semilucido.

**Fibra di vetro:** Un tipo di fibra di rinforzo. Normalmente utilizzato come strato esterno sacrificale sopra il composito di carbonio per fornire una protezione aggiuntiva e per facilitare l'ispezione. Quando non verniciato, il composito in fibra di vetro ha un colore biancastro/verde traslucido.

**Fibre circolari:** Uno strato di fibra composita avvolto secondo un modello circolare intorno alla circonferenza della bombola.

**Fibre elicoidali:** Uno strato di fibra composita avvolto longitudinalmente intorno alla bombola.

# MANUALE DI MANUTENZIONE E ISPEZIONE DEL TIPO III

---

**Fibre/Fibre composite:** Filamenti continui fibrosi avvolti intorno al liner della bombola per consentire il funzionamento della bombola alla sua pressione di servizio nominale e alle pressioni di riempimento transitorie.

**Liner:** L'involucro interno in alluminio senza giunture che fornisce un involucro a tenuta di gas e supporta il composito esterno per aiutare a prevenire danni al composito durante gli eventi di impatto.

**Marchio di ispezione:** Un marchio, un'etichetta o un cartellino posto da un ispettore sul contenitore che indica l'accettazione del contenitore. Il marchio identifica almeno l'organismo di controllo e la data dell'ispezione.

**Ogive:** Le parti terminali curve della bombola di GNC.

**Porte:** Aperture terminali della bombola per l'installazione di valvole o dispositivi di scarico della pressione al suo interno.

**Pressione di scoppio:** La pressione minima richiesta che il contenitore deve sopportare senza scoppiare.

**Pressione di servizio:** La pressione di esercizio massima consentita per la bombola allo stato stazionario, come indicato sull'etichetta della bombola.

**Resina:** L'agente legante epossidico che lega i filamenti di fibra composita adiacenti e gli strati di composito adiacenti in una matrice ad alta resistenza e resiliente.

**Rigatura:** Abrasione minore della vernice o della superficie della bombola.

**Rivestimento esterno:** Un trattamento superficiale, tipicamente una vernice a base di poliuretano, che viene applicata per la protezione dell'ambiente e/o il miglioramento dell'aspetto.

**Rottura da tensocorrosione (SCC):** Cricche nel materiale composito che sono tipicamente ben definite e perpendicolari alla direzione della fibra. Possono apparire come una serie di crepe o una singola crepa. L'SCC è tipicamente causato dall'esposizione a sostanze chimiche aggressive.

**Screpolatura:** Fessurazione capillare della resina, che le conferisce un aspetto opaco o velato.

# MANUALE DI MANUTENZIONE E ISPEZIONE DEL TIPO III

---

## 1.1 NORME DI PROGETTAZIONE, CERTIFICAZIONE E ISPEZIONE APPLICABILI

Norma federale di sicurezza dei veicoli a motore (FMVSS) 304 (Codice delle norme federali Titolo 49, sezione 571.304)

Opuscolo della Compressed Gas Association CGA C-6.4, *Methods for External Visual Inspection of Natural Gas Vehicle (NGV) Fuel Containers and Their Installations*. **Nota: nei casi in cui le linee guida CGA sono in conflitto con le informazioni fornite in questo manuale, prevalgono le informazioni contenute nel presente manuale.**

Norma di sicurezza della National Fire Protection Association (NFPA) 52.

ANSI/CSA NGV2 (Contenitori per combustibili a GNC)

ANSI PRD-1 (Dispositivi di scarico della pressione)

ANSI NGV3.1 (Componenti del sistema di alimentazione a GNC)

Opuscolo della Compressed Gas Association (CGA) S1.1 (Dispositivi di scarico della pressione)

---

## 2.0 CAMPO DI APPLICAZIONE

Questo manuale riguarda i modelli di bombole di GNC di Worthington Industries.

Questo manuale non può essere utilizzato per l'ispezione e la manutenzione di bombole di gas naturale compresso prodotte da altre aziende.

---

## 3.0 INTRODUZIONE

Worthington Industries e la società che l'ha preceduta, le Structural Composites Industries (SCI) hanno sviluppato negli anni '50 recipienti a pressione in materiale composito di tipo III per razzi e altre applicazioni aerospaziali. In seguito, i contenitori di tipo III sono diventati la scelta di elezione per i veicoli alimentati a gas naturale e idrogeno grazie alla loro struttura a tenuta di gas, al basso peso relativo e alla durata superiore.

I contenitori di tipo III (spesso chiamati bombole, serbatoi o contenitori di carburante) hanno un liner in alluminio senza saldature e a tenuta di gas rinforzato da una matrice composita esterna. L'intero liner metallico, escluse le estremità del collare, è avvolto con più strati di fibra composita impregnata con resina in un processo di avvolgimento continuo del filamento. Prima dei primi anni '90, le bombole a gas naturale compresso erano prodotte principalmente in composito di vetroresina. Quando non verniciato, il composito in fibra di vetro ha un colore bianco/verde traslucido. La fibra di carbonio è diventata disponibile negli anni '90 e questo materiale è ora preferito per la sua maggiore resistenza alla trazione e la sua capacità di sopportare maggiori sollecitazioni legate alla pressione. Quando non verniciata, la fibra di carbonio è nera. Di seguito sono illustrati la sezione di una bombola di tipo 3 e un segmento ad anello tagliato dal corpo di una bombola di tipo 3.

---

# MANUALE DI MANUTENZIONE E ISPEZIONE DEL TIPO III



Gli strati di fibra composita sulle bombole di tipo 3 sono avvolti con un orientamento circonferenziale (a cerchio) attorno al corpo del liner o con un orientamento longitudinale (elicoidale) che copre l'intera lunghezza della bombola, comprese le estremità dell'ogiva. Le fibre e la resina vengono poi polimerizzate a temperatura elevata per formare una matrice composita ad alta resistenza. Una volta polimerizzata, la matrice composita diventa l'elemento primario che trattiene la pressione nella struttura della bombola. Tuttavia, i tipici materiali compositi non sono a tenuta di gas e possono rompersi internamente se dovessero flettersi troppo durante un evento di impatto. Per questi motivi, il liner interno in metallo funziona per fornire un involucro a tenuta di gas e per proteggere il composito da fratture interne prevenendo o riducendo al minimo notevolmente la deflessione e la rottura della matrice composita durante gli eventi di impatto.

Dall'inizio degli anni '90, Worthington ha prodotto due tipi di bombole in materiale composito: Tipo 3A e 3B. Le bombole di tipo 3A hanno una matrice composita realizzata interamente in fibra di carbonio impregnata con resina, e in questo caso vengono applicati ulteriori strati di fibra di carbonio per consentire una certa tolleranza ai danni. Nella Figura 1 qui sotto a sinistra è illustrata una tipica bombola di Tipo 3A. Le bombole di tipo 3B hanno una matrice in composito di carbonio e uno strato esterno di composito di fibra di vetro sacrificale sopra il composito di carbonio, come mostrato a destra nella Figura 1. Le bombole di tipo 3B sono progettate, testate e certificate per l'uso senza la fibra di vetro. Come tale, il composito in fibra di vetro è di natura sacrificale quando viene aggiunto alla struttura della bombola. Di conseguenza, i danni allo strato di vetroresina sono considerati superficiali e non strutturalmente importanti, purché non siano presenti delaminazioni interne da compressione. Delaminazioni da compressione e altre forme di danni alla bombola sono illustrate e descritte nelle sezioni che seguono.



Figura 1: Bombole in composito di carbonio (Tipo 3a - sinistra) e composito in carbonio/fibra di vetro (tipo 3B - destra)

# MANUALE DI MANUTENZIONE E ISPEZIONE DEL TIPO III

---

Tutti i serbatoi di carburante a GNC prodotti per l'uso negli Stati Uniti devono essere progettati e certificati in conformità con il Federal Motor Vehicle Safety Regulation 304 (FMVSS 304, Code of Federal Regulations Title 49, Section 571.304). **Gli utenti finali devono avere familiarità con questa normativa e devono verificare se esistono norme statali o locali che regolano anche l'uso di serbatoi di carburante a GNC nella propria giurisdizione.**

---

## 4.0 ETICHETTA DELLA BOMBOLA DEL PRODUTTORE

I serbatoi di carburante a GNC sono contrassegnati in conformità alla norma FMVSS 304 (sottosezione 7.4). L'etichetta è avvolta intorno alla circonferenza della bombola e contiene le seguenti informazioni:

- a). Pressione di servizio (Tipicamente 3600 psig a 70 °F per i veicoli nordamericani).
  - b). Numero di serie della bombola
  - c). Codice prodotto WOR
  - d). Data del test (MM/AA)
  - e). Intervallo di temperatura di servizio
  - f). Marcatura di certificazione FMVSS 304 con timbro di verifica da parte di un ispettore indipendente
  - g). Informazioni sulla frequenza di ispezione della bombola
  - h). Dichiarazione Solo GNC
  - i). Data di scadenza (MM/AAAA)
  - j). Informazioni di contatto Worthington
  - k). La dichiarazione "Da utilizzare solo con i dispositivi di sicurezza alla sovrappressione e le valvole approvate dal produttore"
- 

## 5.0 PROCEDURE DI RIEMPIMENTO PER BOMBOLE DI GNC WOR

Non ci sono restrizioni di riempimento in caso di caldo o freddo e non ci sono requisiti per il preriscaldamento delle bombole o il pre-condizionamento del gas.

In caso di riempimento lento (operazioni di riempimento di durata superiore a 1 ora), il serbatoio deve essere riempito alla pressione di servizio nominale indicata sull'etichetta del contenitore. Per procedure di riempimento rapido di durata più breve, la pressione di riempimento rapido può essere fino al 125% della pressione di servizio nominale per ottenere la pressione di servizio nominale corretta a 70F una volta che il gas si raffredda e si deposita.

---

## 6.0 PROCEDURE DI SFIATO PER BOMBOLE DI COMBUSTIBILE WOR

Le bombole possono essere depressurizzate o sfiatate solo da tecnici qualificati. Il tecnico ha la responsabilità di garantire che le bombole siano manipolate in modo sicuro, che tutte le procedure siano seguite e che tutte le normative locali, statali e federali antincendio e ambientali siano conosciute e seguite prima dello sfiato. I tecnici devono anche fare riferimento alle istruzioni del costruttore del veicolo per quanto riguarda lo scarico del GNC dall'impianto di alimentazione.

---



## 7.0 ISPEZIONE DELLA BOMBOLA

I serbatoi di carburante a GNC devono essere ispezionati per verificare l'eventuale presenza di danni nei seguenti intervalli:

- (1) Al momento dell'installazione sul veicolo
- (2) Ogni 36 mesi o 58.000 km (36.000 miglia) di servizio, a seconda di quale dei due eventi si verifichi per primo.
- (3) Dopo qualsiasi incidente che abbia potenzialmente danneggiato le bombole (come urti, collisioni, incendi, incidenti, esposizione ad agenti corrosivi o eventi simili)
- (4) Quando c'è un comportamento insolito del sistema di alimentazione (rumori di scoppi o crepe durante il riempimento, odori di gas naturale, sibili, cadute di pressione inaspettate)
- (5) Come può essere richiesto da qualsiasi normativa statale, provinciale o locale

L'ispezione delle bombole di GNC WORTHINGTON deve essere eseguita in conformità al presente documento e all'opuscolo C6.4 "Metodi per l'ispezione visiva esterna dei contenitori di carburante dei veicoli a gas naturale (NGV) e dei loro impianti".

L'ispettore deve anche determinare se vi è una storia di servizio insolita dopo l'ultima ispezione. Ad esempio, incidenti stradali o esposizione ad acidi corrosivi. Inoltre, per le bombole montate sul telaio del veicolo, sia che il lato inferiore del veicolo abbia subito danni da impatto, ad esempio a causa di detriti stradali, sia che il veicolo abbia subito urti sul fondo durante il passaggio su dossi o cordoli. Qualsiasi storia di servizio insolita di questo tipo deve essere annotata nei registri di servizio del veicolo e dell'impianto di alimentazione.

---

## 7.1 PROCEDURE DI ISPEZIONE ESTERNA

Gli ispettori devono avere una visione chiara e senza ostacoli dell'intera superficie esterna della bombola. Lo sporco o la graniglia devono essere puliti/rimossi se impediscono di osservare eventuali danni alla superficie esterna della bombola. Una leggera spolveratura sulla bombola può rimanere e in effetti talvolta è utile poiché rappresenta una testimonianza per eventuali urti, a condizione che la spolveratura non abbia un'influenza corrosiva e non impedisca di leggere l'etichetta della bombola o di vedere possibili danni alla stessa.

Per avere una visione libera dell'intera bombola, gli utenti potrebbero dover rimuovere i coperchi di protezione, i manicotti, le protezioni, ecc. che potrebbero essere installati intorno alle bombole. Gli ispettori possono anche avere bisogno di specchi d'ispezione/specchietti dentali, boroscopi e/o piccole lampade ad alta intensità per la visualizzazione di aree inaccessibili. Se con tale attrezzatura, non è comunque possibile vedere l'intera bombola, allora deve essere rimossa dal veicolo per l'ispezione.

**Importante!** Gli ispettori devono controllare la data di scadenza sull'etichetta della bombola. Assicurarsi che le bombole non siano in uso oltre la data di scadenza. Le bombole scadute devono essere rimosse dal servizio e rese incapaci di mantenere la pressione come indicato al paragrafo 10.0.

# MANUALE DI MANUTENZIONE E ISPEZIONE DEL TIPO III

**ATTENZIONE:** Non rimuovere o scollegare mai una bombola che contiene pressione! Assicurarsi che la bombola sia stata completamente svuotata prima della rimozione.

**ATTENZIONE:** Non utilizzare sverniciatori, solventi, acidi o sostanze chimiche aggressive per pulire le bombole. Questi possono degradare e indebolire il composito. Per la pulizia esterna della bombola utilizzare acqua e/o un detergente delicato per uso domestico.

## 7.2 DANNI ESTERNI

Le bombole di tipo 3 sono riconosciute come estremamente robuste e resistenti. Tuttavia, qualsiasi serbatoio di carburante può essere danneggiato durante il servizio e gli utenti finali devono ispezionare periodicamente i loro serbatoi per verificare la presenza di eventuali danni. Questa sezione ha lo scopo di aiutare gli utenti finali ad identificare ed ispezionare i vari tipi di danni, che possono essere definiti come segue:

- Danno da abrasione, taglio/scriccatura
- Delaminazioni da impatto
- Danno da calore o da incendio
- Perdite
- Attacco chimico
- Danno da raggi ultravioletti (UV)
- Danno all'etichetta o etichetta illeggibile

## 7.3 DANNO DA ABRASIONE, TAGLIO E IMPATTO

Il danno da abrasione è causato da un oggetto che sfrega contro la bombola e può apparire come segni di sfregamento e/o sfilacciatura delle fibre sulla superficie esterna del composito, come mostrato nella figura 2 qui sotto.



Figura 2: Danni da abrasione (bombole tipo 3B a sinistra. Tipo 3A a destra)

# MANUALE DI MANUTENZIONE E ISPEZIONE DEL TIPO III

---

I danni da taglio e scriccatura appariranno come una rottura della superficie del composito, come mostrato nella Figura 3 qui sotto. I danni da taglio, scriccatura e abrasione vengono valutati con i metodi descritti al punto 7.3.a (per le bombole di tipo 3A) o 7.3.b (per le bombole di tipo 3B).

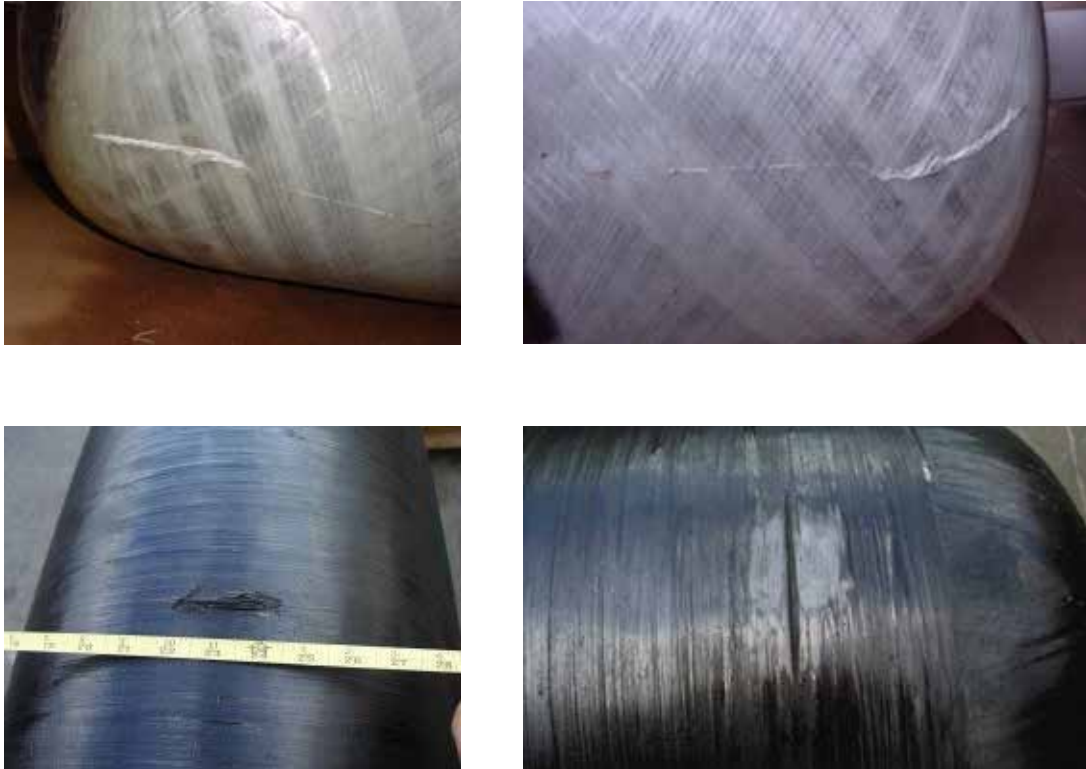


Figura 3: Danno da taglio e scriccatura (bombole 3B in alto, bombole 3A in basso)

---

## 7.3.A VALUTAZIONE DEI DANNI DA ABRASIONE, TAGLIO E SCRICCATURA - BOMBOLE DI TIPO 3A

Il danno da abrasione, taglio e impatto sulle bombole di tipo 3A è valutato utilizzando le figure 4 e la tabella 5 qui sotto.

In primo luogo, misurare la profondità, la larghezza e la lunghezza del danno. Ispezionare anche per le delaminazioni, come spiegato nella sezione 7.4.

In secondo luogo, determinare la zona di localizzazione del danno come indicato nella Figura 4 qui sotto. La zona A si estende a 2,5 cm (1 pollice) dal lato esterno del collare della bombola, misurata lungo il contorno dell'ogiva della bombola. La zona B si estende 5 cm (2 pollici) oltre la zona A. La zona C si estende dalla zona B fino alla spalla dell'ogiva della bombola. La zona D è la regione dei fianchi della bombola.

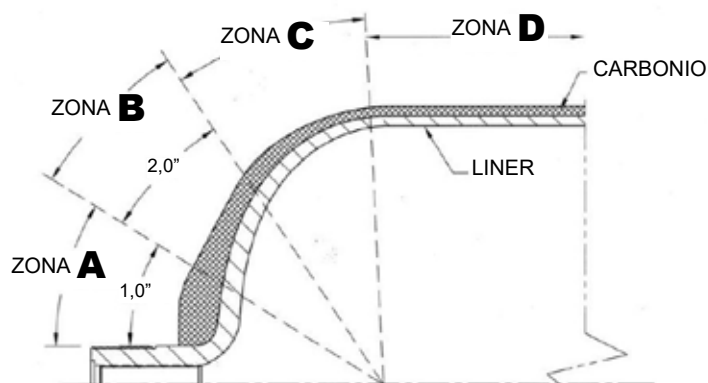


Figura 4: Zone di localizzazione dei danni alle bombole per le bombole di tipo 3A

Successivamente, fare riferimento alla Tabella 5 e confrontare la profondità del danno misurata con i limiti per la ZONA della bombola applicabile:

<b>Bombole di Tipo 3A</b>				
	<b>Profondità graffio/scriccatura/abrasione (pollici)</b>			
	<b>ZONE (pollici)</b>			
<b>Livello di danno</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
Livello 1	$d \leq 0,020$	$d \leq 0,015$	$d \leq 0,003$	$d \leq 0,005$
Livello 2	$0,020 < d \leq 0,069$	$0,015 < d \leq 0,049$	$0,003 < d \leq 0,030$	$0,005 < d \leq 0,030$
Livello 3	$d > 0,069$	$d > 0,049$	$d > 0,030$	$d > 0,030$

Tabella 5: Limiti di danno per le bombole tipo 3A

- Livello di danno 1:** Danno minore. La bombola può essere rimessa in servizio senza riparazioni
- Livello di danno 2:** Danno potenzialmente riparabile dopo aver consultato Worthington. Le riparazioni possono essere effettuate dall'utente finale.
- Livello di danno 3:** Danno grave e irreparabile. La bombola deve essere condannata e resa incapace di mantenere la pressione (vedere paragrafo 10.0).

Eventuali delaminazioni da compressione devono essere valutate separatamente dal personale di Worthington in conformità con la sezione "Delaminazione da compressione" seguente.

## 7.3.B VALUTAZIONE DEI DANNI DA ABRASIONE, TAGLIO E SCRICCATURA - BOMBOLE DI TIPO 3B

Il danno da taglio/scriccatura/abrasione sulle bombole di tipo 3B viene valutato secondo la seguente metodologia:

# MANUALE DI MANUTENZIONE E ISPEZIONE DEL TIPO III

---

Danno alla fibra di vetro senza fibre tagliate o sfilacciate:	Danno di livello 1 (superficiali)
Danno alla fibra di vetro con fibre tagliate o sfilacciate:	Livello 2, riparazione come descritto nella sezione 9 dopo aver consultato Worthington
Danno alla fibra di vetro con delaminazione da compressione:	valutare secondo il paragrafo 7.4 dopo aver consultato Worthington
Danni al composito di carbonio esposto o sottostante:	valutare secondo il paragrafo 7.3.a di cui sopra utilizzando la tabella 5

Il composito in fibra di vetro sulle bombole di tipo 3B è sacrificale e non è necessario per un uso sicuro della bombola. Si raccomanda comunque di riparare le fibre di vetro tagliate, abrase, scriccate, sfrangiate, sfilacciate o rotte in modo da evitare ulteriori sfilacciate. Fare riferimento alle istruzioni di riparazione nella sezione 9.

Le delaminazioni da compressione sono spiegate e mostrate nella sezione 7.4 qui sotto, e sono il risultato di impatti ad alta energia come quelli causati da proiettili o collisioni con veicoli. Tali delaminazioni possono suggerire un evento d'impatto di energia sufficiente per fratturare il legame epossidico/resina tra due o più strati di fibra composita all'interno della struttura della bombola. Se sono presenti delaminazioni da compressione, le delaminazioni devono essere valutate con il personale di WORTHINGTON in conformità al paragrafo 7.4.

---

## 7.4 DELAMINAZIONE DA COMPRESSIONE

Le delaminazioni da compressione sono una frattura del legame epossidico/resina tra fili di fibra adiacenti o strati di fibra adiacenti. Le delaminazioni sono evidenziate da lividi biancastri o da una superficie rialzata rispetto alla superficie composita circostante, come mostrato nella figura 6 qui sotto. **Gli utenti devono contattare Worthington in merito a eventuali delaminazioni e le bombole con delaminazioni non possono essere rimesse in servizio senza consultare Worthington.**

Ci sono due categorie di livello di danno per le delaminazioni:

- 1. Potenzialmente utilizzabile:** Le bombole con delaminazioni da compressione inferiori a 25 mm quadrati (1" quadrato) possono essere eventualmente rimesse in servizio dopo aver consultato WORTHINGTON.
- 1. Non riparabile:** Le bombole con delaminazioni superiori a 1" quadrato sono generalmente inutilizzabili, salvo diversa indicazione di Worthington



Figura 6: Zone di localizzazione dei danni alle bombole per le bombole di tipo 3A  
Delaminazione da compressione biancastra in composito di fibra di vetro. In questi due casi le delaminazioni da compressione circondano una scriccatura da impatto.

---

## 7.5 DANNI DA CALORE O DA INCENDIO

Le bombole devono essere ispezionate dopo ogni incendio del veicolo o quando un veicolo a metano si trovava molto vicino ad un incendio, tale da far presupporre che le bombole a bordo possano essere state esposte a calore estremo. I danni causati dal calore o dal fuoco sono evidenziati da scolorimento (imbrunimento), carbonizzazione, bruciatura o fusione della bombola o delle sue etichette, come mostrato nella figura 7 qui sotto. Ispezionare anche i dispositivi di scarico della pressione per verificare che non vi siano tracce di esposizione al calore (ad es. attivazione). Le due categorie di danni da calore sono le seguenti:

- **Consentita:**

La superficie della bombola è semplicemente sporca di fumo o fuliggine soffiata da una fonte di calore lontana. Non devono esserci segni di carbonizzazione, bruciatura o fusione del composito e non devono esserci prove di attivazione del dispositivo di scarico della pressione (PRD).

- **Inaccettabile:**

Qualsiasi carbonizzazione, bruciatura o fusione sulla superficie della bombola o qualsiasi attivazione del PRD. Le bombole con danni inaccettabili devono essere condannate.

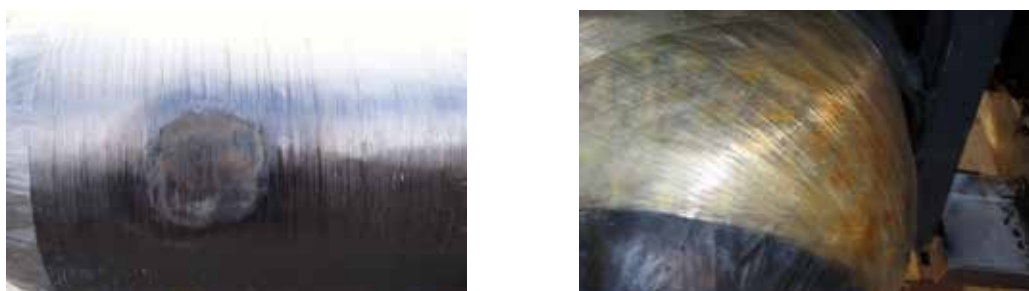


Figura 7: Danni da calore inaccettabili (tipo 3A a sinistra, tipo 3B a destra)

---

## 7.6 DANNI DA CORROSIONE E DA TENSOCORROSIONE

I danni da corrosione possono apparire come deterioramento delle fibre composite e/o della resina, come scolorimento, appiccicosità sulla superficie della bombola, o zone di fusione che si sono risolidificate. Questo è illustrato nella Figura 8A qui sotto. Le fasi iniziali della tensocorrosione sono

# MANUALE DI MANUTENZIONE E ISPEZIONE DEL TIPO III

evidenziate da microfessure molto organizzate che tagliano trasversalmente perpendicolarmente ai fili di fibra composita, come mostrato in Figura 8B. Se il danno progredisce ulteriormente, le bande di fibra composita si spezzano e si delaminano come mostrato in Figura 8C. **Qualsiasi evidenza di danni da corrosione o tensocorrosione è inaccettabile e la bombola deve essere rimossa dal servizio e resa inutilizzabile come descritto nella sezione 10.0.**

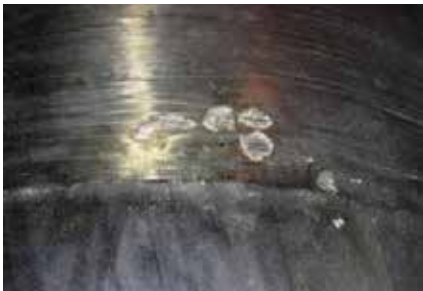


Figura 8A



Figura 8B



Figura 8C

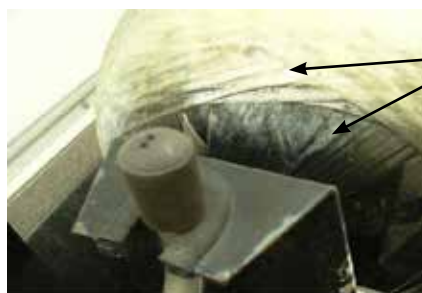
## 7.7 ETICHETTA ILLEGGIBILE

Contattare Worthington I se una delle marcature richieste elencate nella sezione 4.0 non è leggibile. Nella maggior parte dei casi, l'etichetta può essere sostituita utilizzando le marcature seriali stampigliate sul collare della bombola.

**Importante! Non mettere in servizio una bombola con un'etichetta illeggibile.**

## 7.8 DANNI DA RAGGI ULTRAVIOLETTI (UV)

La maggior parte dei tipi di resina epossidica reagisce alle radiazioni UV dopo un'esposizione prolungata. Come mostrato nella figura 11 qui sotto, il danno da UV è evidenziato da una colorazione bianca opaca o offuscamento che si sviluppa sugli strati superficiali del composito esterno. **GLI ISPETTORI DEVONO CONTATTARE WORTHINGTON PER QUALSIASI DANNO DA UV.** Con il tempo, l'esposizione continua ai raggi UV può degradare significativamente i laminati compositi. Se individuate in anticipo, le aree colpite possono essere dipinte con una vernice nera lucida o semilucida conforme con la specifica federale 595-17038. Sherwin Williams, Cardinal, e altre aziende forniscono questo tipo di vernice. Gli utenti finali devono inoltre attenersi alle norme federali, come la 49 CFR 571.304, per assicurarsi che le revisioni di queste norme non impongano nuovi requisiti di ispezione.



Danno da UV

Figura 9: Danni da UV su fibra di vetro e carbonio composito

## 7.9 PERDITA DI CARBURANTE

Le bombole di tipo III hanno un liner a tenuta di gas e qualsiasi perdita attraverso il liner non è una condizione accettabile. Le sospette perdite del serbatoio devono essere ispezionate. Se la bombola è già pressurizzata prima dell'ispezione, sfiatarla in conformità con le normative locali e le linee guida del costruttore del veicolo, come spiegato nella sezione 6.0, procedere con le fasi descritte di seguito.

- Riempire lentamente il serbatoio fino a 500 psig
- Mescolare una soluzione di acqua e sapone al 5%
- Spazzolare la soluzione su tutte le apparecchiature collegate alla bombola (valvole, dispositivi di scarico della pressione, tubi di interconnessione, raccordi)
- Controllare la presenza di bolle
- Contrassegnare il collegamento o il componente che perde
- Depressurizzare la bombola secondo la procedura del produttore del sistema di GNC.

**Le bombole che perdono devono essere rimosse dal servizio e rese inutilizzabili come descritto nella Sezione 10.0.**

---

## 8.0 ISPEZIONI INTERNE DELLA BOMBOLA

Al momento della presente pubblicazione, Worthington non è a conoscenza di alcuna normativa nazionale per gli Stati Uniti, il Canada, l'Europa o il Giappone che imponga ispezioni periodiche interne per le bombole di stoccaggio del carburante per veicoli a motore a GNC. Ciononostante, gli utenti finali devono verificare se le normative locali impongono tali obblighi e devono anche essere informati di eventuali cambiamenti nelle normative federali, statali/provinciali o locali.

In assenza di regole, ispezioni interne delle bombole sono necessarie solo in presenza di motivazioni che portano a credere che la bombola abbia subito danni interni, ad esempio se una sostanza corrosiva è penetrata nel sistema di stoccaggio del carburante del veicolo. Il trasporto dell'olio del compressore dalle stazioni di rifornimento non è generalmente problematico per le bombole Worthington tipo 3, a meno che l'olio del compressore non sia contaminato da qualche agente corrosivo aggiuntivo.

Se sono necessarie ispezioni interne, gli utenti possono seguire le seguenti linee guida generali:

1. Prima dell'ispezione, assicurarsi che l'impianto di alimentazione sia stato sfiato/depressurizzato, in conformità con la procedura di de-carburante del costruttore del veicolo.
2. Una volta che il sistema è stato svuotato/depressurizzato, scollegare il serbatoio da tutti i tubi del sistema di alimentazione, dalla valvola del serbatoio e dall'estremità opposta al PRD o dal tappo di chiusura (se presente). Fare riferimento alla sezione 8.2 per la rimozione di valvole, dispositivi di scarico della pressione e/o adattatori dagli attacchi del serbatoio.
3. Rimuovere eventuali corpi estranei sciolti e scaricare i fluidi eventualmente presenti nel serbatoio.

**NOTA:** Se la pulizia è necessaria, gli utenti dovrebbero provare prima l'aria ad alta pressione e poi l'acetone, l'alcool per lo sfregamento, o l'acqua ad alta pressione con o senza sapone delicato, se necessario. Tuttavia tutti i residui di umidità/acqua devono essere completamente rimossi dopo l'ispezione per evitare una eventuale futura corrosione. Per rimuovere l'umidità residua, la



# MANUALE DI MANUTENZIONE E ISPEZIONE DEL TIPO III

---

bombola deve essere completamente spurgata con aria ad alta pressione, alcool per sfregamento o acetone.

**Importante: Le soluzioni alcaline, come la soda caustica, non devono essere utilizzate a causa della potenziale corrosione.**

4. Ogni bombola deve essere ispezionata con una lampada d'ispezione di intensità sufficiente per identificare eventuali danni come corrosione, ammaccature o crepe. Le lampade di ispezione a fibra ottica sono le migliori per questo tipo di ispezione.
5. Ispezionare la tenuta e le superfici d'innesto sulle bocche del serbatoio e su tutte le valvole, i dispositivi di scarico della pressione e gli adattatori collegati, in conformità con la sezione 8.2, per assicurarsi che non siano deformati e che siano privi di bave, graffi, scanalature o altre imperfezioni che potrebbero impedire l'effettivo innesto e la tenuta della pressione.
6. Rimontare la valvola e i dispositivi di scarico della pressione nelle bocche del serbatoio secondo il paragrafo 8.2.

---

## 8.1 VALUTAZIONE DEI DANNI INTERNI

**Qualsiasi bombola con ammaccature o crepe interne deve essere condannata.**

**Se si osserva una corrosione da vaiolatura, contattare Worthington Industries prima di rimettere in servizio la bombola.**

---

## 8.2 PORTE DELLE BOMBOLE, VALVOLE, ADATTATORI, DISPOSITIVI DI SCARICO DELLA PRESSIONE, O-RING

### 8.2.A PORTE DELLE BOMBOLE

Le bombole a GNC di Worthington hanno almeno un'apertura ad un'estremità dell'ogiva del serbatoio per l'installazione di una valvola e del dispositivo di scarico della pressione (PRD). Per i serbatoi di GNC lunghi, ci sarà anche una seconda apertura della porta nell'estremità opposta dell'ogiva della bombola con un tappo terminale, un PRD montato direttamente nella porta, o un adattatore/PRD installato nella porta.

Le porte delle bombole a GNC Worthington sono del diametro interno di 1,125 o 2,000 pollici con filettatura 12UNF - 2B. Le porte sono progettate con un pressacavo/cavità O-ring per l'inserimento di una valvola, PRD, o adattatore con un o-ring di dimensioni appropriate. Le superfici di tenuta/accoppiamento sull'apertura della porta devono essere lisce e prive di danni per garantire una tenuta a tenuta stagna. In particolare, verificare la presenza di intaccature, scriccature o deformità che possano impedire un contatto efficace tra le parti di accoppiamento o che permettano la fuoriuscita di bypass attorno all'O-ring.

## 8.2.B VALVOLE, ADATTATORI E DISPOSITIVI DI SCARICO DELLA PRESSIONE (PRD) INSTALLATI DIRETTAMENTE ALL'INTERNO DELLE PORTE DELLE BOMBOLE

Inizialmente serrare a mano la valvola, il PRD o l'adattatore nelle porte della bombola. Le filettature delle porte delle bombole sono in alluminio ed è necessario assicurarsi del corretto allineamento per evitare filettature incrociate o altri danni irreparabili alle filettature delle porte.

Per i serbatoi con aperture degli attacchi da 1,125" di diametro, la coppia di installazione consigliata per valvole, adattatori, PRD installati direttamente in esse è di 125-130 Ft x Lbs. Per gli attacchi del serbatoio da 2,0", la coppia di installazione consigliata per le valvole ivi installate è di 225 Ft x Lbs +/- 20 Ft x Lbs.

Le valvole e le loro filettature di innesto sono ispezionate per verificare il funzionamento, i danni, le perdite e la corrosione. Le valvole devono essere sostituite se il corpo della valvola o le filettature mostrano segni di ammaccature, scanalature, deformazioni o corrosione.

I PRD sono ispezionati per danni, perdite, attivazione e attacchi corrosivi. I PRD devono essere sostituiti se ci sono deformità, ammaccature, corrosione, o indicazioni di attivazione del PRD in passato, o indicazioni che le parti del PRD si sono estruse (crepate) sotto la pressione del serbatoio. L'attivazione è indicata se l'esterno del PRD mostra segni di bruciatura o se l'apparecchiatura intorno ai tubi di sfiato del PRD mostra segni di rilascio di gas ad alta pressione.

**Importante: Le bombole a GNC sono certificate per l'uso con specifici PRD basati su prove di incendio e di calore della bombola e del gruppo PRD. Gli utenti devono installare solo il marchio e il tipo di PRD con cui la bombola è stata certificata.**

**Importante: Il PRD collegato alla valvola deve essere collegato alla porta della valvola corretta in modo che il PRD possa scaricare il contenuto della bombola indipendentemente dal fatto che la valvola della bombola sia in posizione "chiusa" o "aperta".**

---

## 8.2.C PRD COLLEGATI A VALVOLE O ADATTATORI

A volte si usa una rondella apposita quando i PRD sono attaccati a valvole e adattatori. La coppia di serraggio consigliata quando un PRD è fissato ad una valvola o ad un adattatore con una rondella è di 55-60 Ft x Lbs. In questi casi, avere la certezza che la rondella sia centrata all'interno della porta d'ingresso del PRD per garantire l'innesto completo a tutto tondo con gli anelli di tenuta sul bocchettone della valvola o sul bocchettone dell'adattatore. Questo può essere realizzato tenendo il PRD in una posizione verticale fissa con la porta d'ingresso rivolta verso l'alto, ad esempio in una morsa, e poi posizionando la rondella in posizione centrata sul fondo della porta d'ingresso del PRD. La valvola o il bocchettone dell'adattatore può quindi essere filettato nella porta d'ingresso del PRD per l'innesto contro la rondella.

**NOTA:** Durante la sostituzione di un PRD o di una valvola deve essere installata una nuova rondella, anche se la rondella originale sembra essere in buone condizioni. La rondella originale avrà qualche deformazione e tacca dopo la sua installazione originale, e non si può contare su di essa una tenuta efficace una volta che deformatasi in questo modo.

## 8.2. D O-RING DELLA BOMBOLA

Per le porte da 1,125", gli O-ring sulle valvole o sui PRD dovrebbero essere Parker NBR Nitrile N756-75, 1,109 pollici di diametro interno x 0,139 pollici di spessore. Per le porte da 2", l'O-ring dovrebbe essere Parker NBR Nitrile N304-75, 1,984 pollici di diametro interno x 0,139 pollici di spessore. O-ring equivalenti dello stesso materiale sono accettabili se hanno le stesse dimensioni e durezza/durometro.

Gli O-ring hanno una durata utile finita e si raccomanda di installare nuovi O-ring quando si reinstalla una valvola, un adattatore o un PRD in una porta del serbatoio, anche se l'O-ring originale sembra essere in buone condizioni.

Quando si installa un nuovo O-ring, si raccomanda di lubrificarlo leggermente con un lubrificante compatibile in modo che l'O-ring non venga tagliato o strappato quando viene tirato attraverso i filetti.

## 8.3 MONTAGGIO DELLA BOMBOLA

### 8.3.A MONTAGGIO A COLLARE

Le bombole più lunghe di 1.270 mm (50") sono spesso montate a collare, grazie alla semplicità strutturale di questo metodo di montaggio. Per facilitare il montaggio a collare, le bombole avranno le estremità del collare allungate per l'aggancio con i blocchi di montaggio a collare.

Facendo riferimento alla Figura 11 qui sotto, i blocchi per il montaggio a collare sono generalmente realizzati con due componenti: (1) un blocco fisso e (2) un gruppo di blocchi scorrevoli. Il blocco fisso ha tipicamente un foro interno filettato per l'innesto con le filettature esterne di accoppiamento sul collare della bombola. Il blocco di montaggio fisso ha anche una fessura ritagliata in modo che il blocco fisso si agganci sul collare della bombola e quindi blocchi la posizione di quel collare della bombola su un telaio di montaggio con bulloni (non illustrato). Il blocco scorrevole comprende una boccola in plastica dura che viene installata sul collare della bombola, e un blocco di montaggio a foro liscio che permette alla boccola e al collare della bombola di scorrere attraverso di essa quando la bombola si espande in senso longitudinale di 5 mm - 5,5 mm al riempimento.

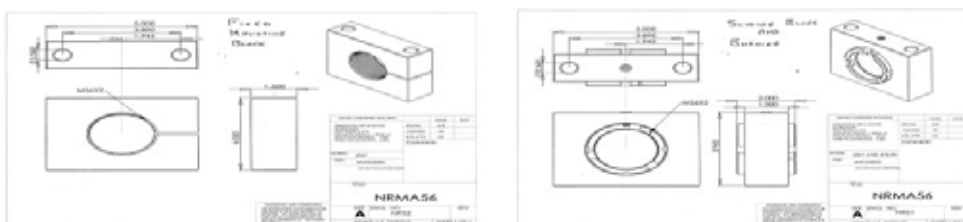


Figura 10: Un comune design a blocco per il montaggio a collare

È importante che la bombola venga installata con un gioco di dilatazione di almeno 6 mm tra l'estremità dell'ogiva della bombola e il pattino scorrevole e anche tra l'estremità dell'ogiva della bombola e il telaio di montaggio su cui il pattino scorrevole è avvitato. Fare riferimento alla figura 12 qui sotto. La coppia di serraggio raccomandata per i bulloni del blocco di montaggio è di 95-108 N x M (70-80 Ft x Lbs), dove la fessura ritagliata sul blocco di montaggio del collare non dovrebbe normalmente essere compressa a meno del 50% circa della sua larghezza originale. La fessura ritagliata non deve mai essere compressa fino alla sua totale chiusura.

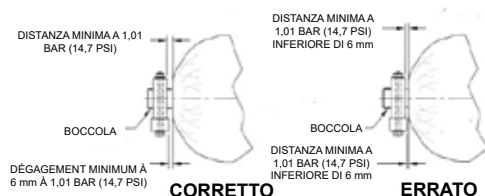


Figura 11: Requisiti di spaziatura delle bombole

## 8.3.B MONTAGGIO A REGGIA

Le bombole di lunghezza inferiore a 1.270 mm (50") sono spesso montate a reggia perché i vincoli spaziali limitano la lunghezza della bombola e la lunghezza della sezione del corpo cilindrico si ridurrebbe ulteriormente se si aggiungessero al progetto del serbatoio le estremità del collare allungate per il montaggio a collare. Le staffe per il montaggio a reggia sono tipicamente composte da due metà di reggia semicircolare contrapposte imbullonate insieme intorno al corpo cilindrico. Un'imbottitura (tipicamente gomma morbida, talvolta chiamato liner di isolamento) è posta tra la bombola e le cinghie per evitare danni da abrasione e scricchiate sulla superficie esterna della bombola. L'imbottitura deve avere i bordi del labbro contrapposti per catturare e contenere la staffa della cinghia all'interno dei bordi contrapposti

Per ogni bombola devono essere utilizzati almeno due staffe. Tutti i supporti della reggia devono essere posizionati ad almeno 1" (25,4 mm) di distanza interna dalla spalla terminale dell'ogiva della bombola. Inoltre, dopo che le metà opposte della staffa di supporto della reggia sono imbullonate insieme attorno al corpo cilindrico, deve esserci un certo spazio libero tra le due metà della staffa di supporto della reggia per garantire che la forza di serraggio venga applicata al corpo cilindrico. Worthington raccomanda una coppia di serraggio dei bulloni di 54-81 N x M (40-60 Ft x Lbs).

Durante l'uso, ispezionare le metà del supporto per assicurarsi che non si corrodano o si deformino. Inoltre, verificare che il materiale di imbottitura sia ancora intatto e in buone condizioni. Infine, gli ispettori devono controllare che la bombola non scivoli longitudinalmente all'interno delle staffe.

## 9.0 PROCEDURA DI RIPARAZIONE DELLA BOMBOLA

**Contattare Worthington prima di effettuare qualsiasi riparazione alle bombole a GNC.** Inoltre, le riparazioni possono essere eseguite solo da personale approvato da Worthington o da personale con sufficiente esperienza in materia di bombole a GNC, come specificato nell'opuscolo CGA C6.4.

1. Posizionare le bombole per consentire l'accesso totale all'area danneggiata
2. Pulire la zona danneggiata utilizzando aria compressa o un panno pulito
3. Ispezionare nuovamente l'area danneggiata per assicurarsi che la profondità del danno non superi i limiti consentiti

# MANUALE DI MANUTENZIONE E ISPEZIONE DEL TIPO III

4. Tagliare via eventuali fibre libere
5. Abradere leggermente la zona danneggiata utilizzando carta abrasiva con grana 320 (o più fine) o equivalente
6. Mescolare resina epossidica sufficiente a coprire l'area danneggiata secondo le indicazioni del produttore della resina Istruzioni

Utilizzare un sistema di resina epossidica bicomponente con polimerizzazione a temperatura ambiente (come la resina epossidica Devcon 5 che ha un tempo di polimerizzazione di 5 minuti a temperatura ambiente con forza adesiva completa in circa 1 ora).

7. Applicare la resina sulla zona danneggiata con un pennello. Spazzolare tutte le fibre lisce.
8. Lasciare indurire la resina epossidica secondo le raccomandazioni del produttore della resina epossidica

**Nota: verniciare nuovamente le superfici danneggiate (la vernice è tipicamente applicata per la protezione dai raggi UV e per le bombole utilizzate in ambienti operativi più duri)**

## 10.0 BOMBOLE CONDANNATE E RELATIVA DISTRUZIONE

Le bombole condannate devono essere rese incapace di trattenere la pressione e quindi smaltite secondo la seguente procedura:

- accertarsi che la bombola e tutti i tubi/raccordi collegati siano prima completamente sfiati soprattutto prima di rimuovere gli attacchi della bombola.

**ATTENZIONE:** La pressione all'interno della bombola o delle parti collegate può provocare la morte/amputazione ed essere abbastanza forte da espellere valvole, raccordi o altri attacchi della bombola come proiettili letali.

- Spurgare la bombola utilizzando un gas inerte o riempiendola con acqua.

**ATTENZIONE:** Senza spurgo, le bombole con porte aperte possono contenere ancora gas naturale sufficiente per causare un pericolo di esplosione.

- Praticare due fori da 12,5 mm (1/2") o più grandi attraverso la parete laterale della bombola, segare un'estremità del collare o tagliare un'apertura simile attraverso la struttura del serbatoio in modo che non possa essere pressurizzata
- Smaltire la bombola in conformità alle norme locali.

Urgente: esiste un problema a livello industriale con la rivendita di bombole di GNC scadute, condannate e danneggiate nei mercati secondari, come ad esempio su eBay. Assicurarsi che le bombole non siano più funzionali nel caso in cui un rivenditore entri in possesso delle stesse.

Nota: alla data di questo scritto, Worthington non è a conoscenza di alcuna restrizione sullo smaltimento dei componenti delle materie prime delle nostre bombole (alluminio, fibra di carbonio e materiali epossidici/in resina polimerizzati che sono in uno stato inerte). Alcuni riciclatori locali potrebbero pagare per l'alluminio (lega 6061 ad alta purezza) o almeno ritirarlo gratuitamente. Come già detto, assicurarsi che le bombole siano prima rese non funzionali.





**WORTHINGTON**  
INDUSTRIES

**WORTHINGTON INDUSTRIES**

200 Old Wilson Bridge Road  
Columbus, OH 43085

Telefono: 1-844-273-7517  
[www.worthingtonindustries.com/altfuels](http://www.worthingtonindustries.com/altfuels)

Numero del documento: WI-2017.01