



GUIDA TECNICA

Cilindro Freno e Membrana Camion: Guasti, Sostituzione, Manutenzione

Cilindro freno e membrana su camion e rimorchi: riconoscere una membrana forata, misurare la corsa dell'asta e sostituire il cilindro a molla in sicurezza.

Nel veicolo pesante la frenata nasce dall'aria: la pressione raggiunge il cilindro, la membrana si gonfia, l'asta di spinta trasferisce la forza alla leva del freno. L'anello meno visibile ma più sollecitato di questa catena è il cilindro freno insieme al tubo flessibile che lo alimenta. Quando in officina arriva un veicolo con la lamentela "il freno non tiene", "il freno di stazionamento non si sblocca" oppure "perde aria", andando sotto il mezzo il problema non sta quasi mai nella valvola, ma nella membrana lacerata di un cilindro sepolto nel fango o in un tubo assottigliato dallo sfregamento. Questa guida spiega, con l'occhio del tecnico dei freni, come si legge il guasto, qual è la sequenza di sostituzione sicura e quale disciplina di manutenzione allunga la vita del gruppo.

Questo documento è stato redatto dal team tecnico VADEN sulla base della pratica di officina sugli impianti frenanti ad aria dei veicoli pesanti e della documentazione dei costruttori OE. I valori riportati hanno carattere di riferimento generale; per dati vincolanti come limite di corsa, coppia di serraggio, procedura di scarico della molla e pressione di intervento fa fede il manuale di assistenza OE aggiornato corrispondente al codice motore/telaio del veicolo. Ultimo aggiornamento: luglio 2026.

Che cos'è il cilindro freno / membrana e tubo flessibile? Funzione e principio di funzionamento

Il cilindro freno / membrana e tubo flessibile è il gruppo di frenatura composto dall'attuatore pneumatico che converte la pressione in forza meccanica di spinta e dalla linea flessibile che porta tale pressione al cilindro. Nei veicoli pesanti, alla tipica pressione di esercizio di 6–8,5 bar, un cilindro a membrana di Tipo 20–24 genera circa 8–11 kN di forza di spinta; la corsa utile è generalmente compresa tra 55 e 75 mm a seconda del tipo di cilindro.

Lo stesso componente viene chiamato in officina e nei cataloghi con più nomi: **soffietto freno, pot freno, cilindro a membrana, cilindro a diaframma** (nelle fonti tedesche *Membranzylinder*), **cilindro freno a molla, soffietto combinato** e, per la linea flessibile verso la ruota, **tubo freno** oppure **tubo aria**. Appartengono tutti alla stessa famiglia di attuazione; indipendentemente dal nome con cui vengono cercati, il criterio di scelta è lo stesso: tipo di assale, numero di tipo del cilindro, flangia di attacco e numero di riferimento OE.

Il principio di funzionamento è una conversione diretta di forza. Premendo il pedale del freno, la valvola principale invia l'aria compressa ai tubi del circuito interessato. L'aria riempie la camera di pressione del cilindro e spinge la membrana in gomma rinforzata con tessuto; il piattello di spinta fa uscire l'asta (push rod), l'asta ruota la leva del freno (regolatore automatico) e il meccanismo a camma S o a freno a disco preme la guarnizione contro il tamburo o contro il disco. Rilasciando il pedale la pressione viene scaricata e la molla di richiamo riporta la membrana nella posizione iniziale. La forza generata è un semplice prodotto: area efficace della membrana per pressione dell'impianto. Per questo, a parità di pressione, un cilindro di Tipo 24 genera una forza sensibilmente maggiore di un Tipo 16 e il numero di tipo non si sostituisce mai con quello "più vicino".

Nel cilindro freno a molla (soffietto combinato) esiste una seconda camera e la logica è invertita. La potente molla di forza che vi si trova assicura il freno di stazionamento e di emergenza.

Quando l'impianto è in pressione l'aria comprime la molla e il freno resta libero; quando la pressione cala o si tira il freno di stazionamento la molla si distende e frena meccanicamente il veicolo. Il freno di stazionamento, quindi, non tiene grazie all'aria ma in *assenza* di aria. Questa logica di sicurezza è la traduzione hardware del requisito di freno di emergenza previsto dalla ECE R13 e spiega al tempo stesso perché questo componente non vada mai smontato con leggerezza: una molla di forza non scaricata, all'apertura del corpo, libera un'energia potenzialmente letale.

In quali sistemi OE e su quali veicoli si incontra?

Il tipo e la geometria di attacco del gruppo cilindro freno / membrana e tubo flessibile dipendono meno dalla marca del veicolo e più dalla **famiglia di impianto frenante** installata e dal **tipo di assale**. Le famiglie di sistemi OE più frequenti in officina sono di origine Knorr-Bremse e Wabco; su assali a tamburo e a disco cambiano la foratura della flangia, la lunghezza dei prigionieri e la forma dell'asta di spinta. A livello di veicolo, le applicazioni in cui si vedono più sostituzioni di cilindro sono Mercedes-Benz Actros e Axor, MAN TGS e TGX, DAF XF e CF, Volvo FH e FM, Scania R e G, le serie Iveco Stralis, oltre agli assali rimorchio con componentistica SAF, BPW e JOST. Questi nomi sono indicati solo come **esempi applicativi**: anche sullo stesso trattore stradale l'assale anteriore, quello posteriore e il rimorchio utilizzano cilindri di tipo diverso. Il ricambio corretto non si determina dal nome della marca, ma dal codice assale/telaio, dal numero di tipo del cilindro e dal numero OE.

Differenza tra cilindro a membrana a semplice effetto e cilindro a molla (combinato)

Il cilindro a membrana a semplice effetto contiene una sola camera di pressione e una sola membrana; viene impiegato in genere sugli assali anteriori, frena quando arriva la pressione e si libera con la molla di richiamo quando la pressione viene interrotta. Non contenendo energia meccanica accumulata, il suo smontaggio è più sicuro. Il cilindro a molla (combinato) unisce invece nello stesso corpo la camera di servizio e la camera della molla di forza ed è standard sugli assali posteriori motori e sui rimorchi. Il **bullone di scarico meccanico** (release bolt) dietro la camera della molla consente di sbloccare manualmente il freno in assenza di aria. Nella maggior parte dei prodotti moderni questo corpo è sigillato in modo permanente: la camera della molla non è riparabile, si sostituisce l'intero gruppo.

Tubo freno, normative e componenti

La linea flessibile che arriva al cilindro deve assorbire il movimento delle sospensioni tra assale e telaio; nei veicoli pesanti è realizzata in tubo di gomma rinforzata o in tubo termoplastico. Come famiglia normativa di riferimento si utilizzano **ISO 7628** (tubi termoplastici per freni ad aria), **DIN 74310** (tubi e raccordi per freni ad aria) e **SAE J1402** (tubo flessibile per freni ad aria); l'intero impianto frenante del veicolo viene inoltre valutato nell'ambito della **ECE R13**. Poiché la norma applicabile e la classe dimensionale possono variare in funzione dell'applicazione, il dato vincolante va verificato sul catalogo OE di riferimento. I componenti principali del gruppo sono i seguenti:

- **Corpo e coperchio del cilindro:** corpo metallico che forma la camera di pressione, unito con fascetta di serraggio o per aggiratura.

- **Membrana:** elemento in gomma rinforzata con tessuto; è il vero componente che converte la pressione in forza.
- **Piattello di spinta e asta di spinta (push rod):** la linea meccanica che trasferisce la forza alla leva del freno.
- **Molla di richiamo e molla di forza:** la prima riporta la membrana nella posizione iniziale, la seconda assicura il freno di stazionamento e di emergenza nei tipi a molla.
- **Bullone di scarico meccanico:** elemento di sicurezza che blocca in gabbia la molla di forza e sblocca manualmente il freno.
- **Forcella (clevis), perno e controdado:** terminale regolabile che collega l'asta di spinta alla leva del freno.
- **Fori di drenaggio:** aperture che espellono l'umidità entrata nel corpo e che non devono mai ostruirsi.
- **Tubo freno, raccordo e prigionieri di montaggio:** la linea flessibile che porta la pressione e gli elementi che fissano il cilindro alla staffa.

Tipi comuni di cilindro freno: area efficace, forza generata e corsa (riferimento generale; le forze sono valori approssimativi a 6,5 bar)

Tipo (Membranzylinder Typ)	Area efficace approssimativa (cm²)	Forza di spinta tipica a 6,5 bar (kN)	Corsa totale tipica (mm)	Applicazione frequente
Tipo 12	circa 77	4,5–5,5	50–57	Assale anteriore leggero/medio, alcune applicazioni rimorchio
Tipo 16	circa 103	6,0–7,0	57–64	Assale anteriore di trattori e autocarri
Tipo 20	circa 129	7,5–8,8	57–64	Assale anteriore e assale posteriore di media portata
Tipo 24	circa 155	9,0–10,5	64–75	Assale posteriore motore, assale rimorchio
Tipo 30	circa 194	11,5–13,0	64–75	Rimorchi pesanti e applicazioni speciali
Combinato (es. 20/24, 24/24, 24/30)	Camera di servizio secondo il tipo	Forza di servizio e forza della molla vanno valutate separatamente	Corsa di servizio secondo il tipo	Tutti gli assali che richiedono freno di stazionamento/emergenza

Il numero di tipo del cilindro freno non è una "preferenza dimensionale", ma parte del calcolo di ripartizione della frenata del veicolo. Montare su un assale un tipo più grande non migliora la frenata: altera la distribuzione della forza per assale, confonde la regolazione ABS/EBS e porta fuori omologazione. Non scegliete il ricambio solo in base al "modello di veicolo"; verificatelo con il tipo di assale, il numero di tipo del cilindro, l'interasse dei prigionieri di flangia, la lunghezza dell'asta di spinta e, se possibile, il numero OE riportato sul vecchio cilindro. Ricordate che sullo stesso trattore l'assale anteriore e quello posteriore usano tipi diversi.

Come si riconosce un guasto al cilindro freno / membrana e tubo flessibile?

I guasti del cilindro freno / membrana e tubo flessibile si raggruppano nel linguaggio di officina in due categorie: perdita d'aria e incapacità di generare forza. La prima si legge con l'orecchio, la seconda dal comportamento del veicolo. Il caso più frequente in officina non è lo scoppio improvviso della membrana, ma l'ostruzione del foro di drenaggio con il fango e il logoramento dall'interno, negli anni, della membrana e della molla da parte dell'umidità accumulata nel corpo. La tabella seguente associa i sintomi alle cause possibili e al metodo di verifica.

Tabella sintomo-causa-controllo del cilindro freno / membrana e tubo flessibile (riferimento diagnostico di officina)

Sintomo	Causa possibile	Controllo / verifica
Con il freno in pressione dal cilindro esce un rumore continuo di aria	Membrana lacerata o perdita di tenuta sull'unione corpo-coperchio	Prova con acqua saponata alla ricerca di bolle, con impianto carico e pedale mantenuto premuto
A veicolo in sosta la pressione dei serbatoi cala lentamente	Perdita nella camera della molla o nel collegamento del tubo, guarnizione del raccordo affaticata	Misura della velocità di caduta di pressione a motore spento; ricerca della perdita isolando i circuiti
Il freno di stazionamento non si sblocca, il veicolo non si muove	La pressione non raggiunge la camera della molla: tubo schiacciato/ostruito, valvola o cilindro difettosi	Misura di pressione all'ingresso della camera della molla; controllo di schiacciamenti lungo il percorso del tubo
Una ruota frena in ritardo rispetto alle altre, il veicolo tira di lato in frenata	Perdita di corsa su un solo cilindro, perdita parziale nella membrana o strozzatura nel tubo	Misura e confronto della corsa per assale; prova per scambio dei tubi per verificare strozzature interne
La corsa dell'asta di spinta è più lunga del normale, la leva del freno ruota troppo	Usura delle guarnizioni, regolatore automatico non funzionante o registrazione della forcella fuori misura	Misura della corsa sull'asta in posizione con e senza pressione; osservazione del movimento del regolatore
Ruggine, rigonfiamenti, accumuli di fango o tappo rotto sul corpo del cilindro	Fori di drenaggio ostruiti, umidità interna al corpo, danno da impatto di pietrisco	Ispezione visiva; controllo della pervietà dei fori di drenaggio e della deformazione del corpo
Crepe, segni di sfregamento, rigonfiamenti sul tubo o polvere umida alla base del raccordo	Gomma invecchiata, percorso errato, fascetta mancante, raccordo allentato	Controllo delle screpolature superficiali piegando il tubo a mano; verifica del percorso a escursione completa delle sospensioni
Dopo il rilascio del freno la ruota si libera in ritardo, il mozzo si scalda	Molla di richiamo indebolita, corrosione interna al cilindro, strozzatura unidirezionale nel tubo	Misura del tempo di rilascio; confronto della temperatura delle ruote

Prova di perdita con acqua saponata

Il metodo più rapido ed economico per cercare una perdita d'aria resta la soluzione di acqua saponata. L'impianto viene portato alla pressione di esercizio; si bagnano l'unione corpo-

coperchio, i fori di drenaggio, i raccordi e le estremità del tubo, e le bolle indicano la posizione della perdita. La distinzione fondamentale è questa: se la perdita si manifesta **a pedale rilasciato** sono sospette la camera della molla o la linea di stazionamento, se si manifesta **a pedale premuto** sono sospetti la camera di servizio e la membrana. L'aria continua che esce dal foro di drenaggio è il segnale classico di una perdita interna della membrana.

Diagnosi tramite misura della corsa

Il dato più oggettivo sullo stato di salute del cilindro freno è la corsa dell'asta di spinta. La misura si esegue tracciando un riferimento sull'asta in condizione di assenza di pressione e leggendo l'entità dello spostamento durante una frenata a fondo. Ci si aspetta che la corsa utile lasci un margine evidente rispetto alla corsa totale; una corsa vicina al limite indica usura delle guarnizioni o un regolatore automatico non funzionante. La corsa delle due ruote dello stesso assale deve essere simile. Il limite di accettazione è specifico del tipo di cilindro e del veicolo e va ricavato dal manuale di assistenza.

Isolamento dei circuiti e prova del tubo

Se la pressione cala ma il punto di perdita non si individua, si restringe il campo di ricerca isolando i circuiti uno a uno. In caso di sospetto sul tubo si eseguono due controlli: dall'esterno l'ispezione di crepe e segni di sfregamento, dall'interno la verifica di strozzature. Un tubo ristretto internamente appare integro dall'esterno, ma allunga i tempi di riempimento e di scarico del cilindro; ciò si manifesta come frenata o rilascio ritardati su una singola ruota.

Per vedere l'intero circuito che alimenta questa linea flessibile, dal compressore alla ruota, la nostra guida [come funziona l'impianto frenante ad aria compressa](#) segue la catena dall'inizio alla fine.

Normative e approfondimenti

Questo argomento è regolato dalle norme di equipaggiamento dei veicoli pesanti con freni ad aria. Negli Stati Uniti lo standard federale dei freni ad aria **FMVSS 121 (49 CFR 571.121)** definisce i serbatoi, la protezione e i tempi che un impianto conforme deve offrire, e l'Europa applica i limiti equivalenti del Regolamento UNECE n. 13. Per maggiori dettagli, vedere la guida di riferimento illustrata su [airbrakecompressor.com](#). Verificare sempre i valori specifici con la normativa vigente e i dati di assistenza del costruttore del veicolo.

In Italia la materia è regolata dalla normativa nazionale: l'**art. 79 del Codice della Strada** impone che i veicoli in circolazione mantengano l'efficienza dei dispositivi di frenatura, mentre le prescrizioni di dettaglio si trovano nel D.P.R. 495/1992, regolamento di esecuzione del codice; i provvedimenti attuativi sono raccolti nell'[archivio normativo del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti](#).

Come si sostituisce il cilindro freno / membrana e tubo flessibile?

Passo dopo passo

La sostituzione del cilindro freno / membrana e tubo flessibile comporta, nei tipi a molla, un rischio diretto per la vita: se il corpo viene aperto senza aver scaricato la molla di forza, la molla viene proiettata con grande energia e provoca lesioni gravi. La camera della molla non va assolutamente smontata, tagliata o forata; si sostituisce completa. I dispositivi di protezione individuale sono obbligatori: occhiali resistenti agli urti, guanti, indumenti da lavoro e scarpe con puntale in acciaio. Il veicolo deve essere calzato con cunei, la pressione dell'impianto scaricata e, durante lo smontaggio della linea, le estremità vanno tenute lontane dal viso.

- 1 Mettete il veicolo in sicurezza:** fermatelo su terreno piano e solido, spegnete il quadro, calzate le ruote con i cunei, staccate lo stacca-batteria. Non fidatevi del freno di stazionamento: il componente che state per smontare è proprio il freno di stazionamento.
- 2 Scaricate la pressione dell'impianto:** svuotate i serbatoi e verificate sul manometro che la pressione sia azzerata. Nei cilindri a molla questa operazione *applicherà* il freno; per questo il passo successivo è indispensabile.
- 3 Scaricate meccanicamente la molla di forza:** ruotate il bullone di scarico dietro la camera della molla nel senso e per il numero di giri indicati dal costruttore, bloccando la molla in gabbia, e verificate a mano che il freno sia libero. Se il bullone oppone resistenza il componente è danneggiato; non proseguite forzando.
- 4 Pulite la zona:** liberate da fango, sale e ruggine l'area attorno al cilindro, i prigionieri di flangia e i raccordi con aria compressa e spazzola metallica. Uno smontaggio in condizioni sporche rovina i filetti e trascina particelle nella linea.
- 5 Contrassegnate e staccate le linee dell'aria:** etichettate le linee per non confondere gli ingressi di servizio e di stazionamento, aprite i raccordi facendo contrasto sul corpo e chiudete subito le aperture con tappi puliti.
- 6 Scollegate l'attacco dell'asta di spinta:** rimuovete l'elemento di sicurezza del perno della forcella, estraete il perno e annotate la lunghezza di registrazione sull'asta. Questa misura è il riferimento per montare il nuovo componente con la corsa corretta.
- 7 Smontate il cilindro ed esaminate la staffa:** allentate gradualmente i dadi di flangia ed estraete il cilindro; i soffietti combinati sono più pesanti di quanto ci si aspetti, sostenetene il peso. Controllate eventuali crepe sulla staffa, danni ai filetti dei prigionieri, gioco sulla leva del freno e impuntamenti del regolatore: montare un cilindro nuovo su una staffa danneggiata riporta il guasto in breve tempo.
- 8 Verificate il ricambio nuovo:** affiancate il nuovo cilindro al vecchio e confrontate numero di tipo, interasse dei prigionieri di flangia, lunghezza dell'asta di spinta e posizione del raccordo di ingresso. Assicuratevi che dopo il montaggio i fori di drenaggio siano rivolti verso il basso.

- 9 Montate e serrate a coppia:** posizionate il cilindro sulla staffa e serrate i dadi di flangia in sequenza incrociata alla coppia indicata dal costruttore. Impostate l'attacco dell'asta di spinta sulla misura annotata, serrate il controdado e sostituite l'elemento di sicurezza del perno. Collegate le linee dell'aria all'ingresso corretto.
- 10 Liberare la molla ed eseguite la registrazione:** riportate il bullone di scarico nella posizione di lavoro secondo quanto definito dal costruttore. Caricate l'impianto, controllate la registrazione del regolatore automatico secondo procedura, misurate la corsa e confrontatela con l'altra ruota dello stesso assale.
- 11 Provate ed eseguite il controllo finale:** a pressione piena passate in rassegna tutti i collegamenti con acqua saponata e verificate il freno di stazionamento con alcuni cicli di applicazione e rilascio. Eseguite una prova di frenata a bassa velocità; dopo la marcia ricontrollate i raccordi e il valore di corsa.

Quali sono gli errori più frequenti nella sostituzione del cilindro freno / membrana e tubo flessibile?

Nel gruppo cilindro freno / membrana e tubo flessibile l'errore più pericoloso è tentare di aprire il corpo di un cilindro a molla. Tagliare la fascetta di serraggio, forzare il corpo o forare la camera della molla per rottamarla senza aver scaricato la molla di forza può causare lesioni gravi e la morte. Questo componente non è riparabile, si sostituisce completo; anche un cilindro destinato alla rottamazione non va lavorato senza applicare la procedura di scarico sicuro descritta dal costruttore.

Il secondo errore critico è chiudere il guasto su una sola ruota ignorando l'altro lato dell'assale. L'equilibrio di frenata si costruisce a livello di assale; un assale che lavora con un cilindro nuovo da un lato e uno affaticato dall'altro tira in frenata, consuma le guarnizioni in modo disuniforme e mette sotto sforzo la regolazione EBS/ABS.

- **Cambiare il numero di tipo:** montare un tipo diverso perché "era quello disponibile" altera la ripartizione della forza sull'assale e l'omologazione.
- **Montare senza misurare la lunghezza dell'asta di spinta:** una registrazione errata significa o un freno che striscia in continuazione o una ruota che frena in ritardo.
- **Montare con i fori di drenaggio rivolti verso l'alto:** l'acqua entrata nel corpo non può uscire e membrana e molla si corrodono dall'interno.
- **Riutilizzare il vecchio tubo con il cilindro nuovo:** la gomma affaticata ripropone lo stesso guasto in breve tempo; tubo e cilindro vanno valutati insieme.
- **Collegare il tubo in tensione o in posizione che sfrega:** una linea tesa a escursione completa delle sospensioni si crepa alla base del raccordo dopo poche migliaia di chilometri.
- **Confondere gli ingressi di servizio e di stazionamento:** il freno lavora al contrario; il freno di stazionamento o non tiene o non si sblocca.
- **Serrare i dadi di flangia a sensazione:** una coppia insufficiente porta ad allentamenti, una coppia eccessiva alla deformazione di prigionieri e flangia.

- **Dimenticare di riportare il bullone di scarico in posizione di lavoro:** il freno di stazionamento resta fuori servizio e il veicolo non tiene in pendenza.
- **Riutilizzare perno di sicurezza e clip:** un elemento di sicurezza affaticato cade con le vibrazioni e l'attacco della forcella si stacca.
- **Non eseguire la prova di perdita e di corsa dopo la sostituzione:** una piccola perdita da un raccordo si ripresenta in viaggio come caduta di pressione.

Valori tecnici e punti di controllo del cilindro freno / membrana e tubo flessibile

I valori seguenti, relativi al gruppo cilindro freno / membrana e tubo flessibile, sono intervalli di riferimento generali ricorrenti negli impianti frenanti ad aria dei veicoli pesanti. Tipo di assale, tipo di cilindro e generazione della componentistica modificano questi intervalli; per i dati vincolanti consultate il manuale di assistenza aggiornato del costruttore del veicolo.

Valori tecnici del cilindro freno / membrana e tubo flessibile (riferimento generale)

Parametro	Intervallo tipico (riferimento generale)	Nota
Pressione di esercizio dell'impianto	6,0–8,5 bar (87–123 psi)	Il valore di stacco del regolatore di pressione è specifico del veicolo
Pressione di applicazione totale del freno di servizio	Circa 6,0–8,0 bar	La forza cresce in proporzione diretta alla pressione
Pressione alla quale il freno a molla è completamente libero	Circa 5,5–6,5 bar	Al di sotto il freno entra in azione in modo progressivo
Pressione alla quale il freno a molla inizia a intervenire	Circa 3,5–4,5 bar	Logica del freno di emergenza; valutata nell'ambito della ECE R13
Forza di stazionamento della molla di forza (ordine di grandezza Tipo 24)	Circa 9–13 kN	Varia secondo il tipo e il costruttore
Corsa totale dell'asta di spinta	50–75 mm (secondo il tipo)	Tipo 12–16 nella fascia bassa, Tipo 24–30 in quella alta
Margine di corsa utile	Una parte significativa della corsa totale viene lasciata come riserva	Il limite di accettazione è specifico del veicolo; si ricava dal manuale
Differenza di corsa destra-sinistra sullo stesso assale	Mantenuta il più piccola possibile	Più la differenza cresce, più aumenta il tiraggio in frenata
Intervallo di temperatura di esercizio	Circa da -40 °C a +80 °C	In prossimità del tamburo la temperatura locale è più elevata
Margine di sicurezza allo scoppio del tubo	Un coefficiente di sicurezza molto superiore alla pressione di esercizio	Il corrispettivo normativo si verifica nella famiglia ISO 7628 / SAE J1402

Fasce di coppia tipiche per i collegamenti di montaggio del cilindro freno (riferimento generale; il valore vincolante si ricava dal manuale di assistenza OE)

Punto di collegamento	Fascia di coppia tipica (riferimento generale)	Nota applicativa
Dadi di flangia del cilindro (staffa dell'assale)	150–210 Nm	Si serrano gradualmente in sequenza incrociata; il filetto dei prigionieri deve essere pulito
Raccordo della linea dell'aria (ingresso cilindro)	20–40 Nm	Un serraggio eccessivo rovina il corpo del raccordo e la superficie di tenuta
Controdado della forcella dell'asta di spinta	30–60 Nm	Si serra dopo aver verificato la lunghezza di registrazione
Vite della fascetta di sostegno del tubo	8–15 Nm	Fissa il tubo senza schiacciarlo; si serra per ultima
Bullone di scarico meccanico	Valore definito dal costruttore	Non si serra forzando; se è danneggiato si sostituisce il cilindro

I valori di coppia e di pressione sono solo un intervallo orientativo. Sullo stesso veicolo l'assale anteriore e quello posteriore lavorano con valori diversi; alcuni costruttori definiscono coppie distinte per il primo montaggio e per il rimontaggio. Fa fede il manuale di assistenza aggiornato del costruttore del veicolo, specifico per il codice telaio/assale; il serraggio deve essere eseguito con una chiave dinamometrica tarata.

- Il corpo del cilindro presenta ruggine, rigonfiamenti, ammaccature o segni di impatto?
- I fori di drenaggio sono liberi, rivolti verso il basso, con i tappi al loro posto?
- Si sente rumore di perdita a pedale premuto e a pedale rilasciato?
- La corsa dell'asta di spinta rientra nel limite e la differenza destra-sinistra è accettabile?
- Perno della forcella, clip e controdado sono integri e assicurati?
- Il tubo presenta crepe, rigonfiamenti, segni di sfregamento o polvere umida alla base del raccordo; la linea è tesa o sfrega a escursione completa delle sospensioni?
- Il regolatore automatico si muove liberamente e il gioco della leva del freno è normale?
- Il freno di stazionamento risponde senza ritardi nella prova di applicazione e rilascio?

Come si esegue la manutenzione del cilindro freno / membrana e tubo flessibile e come si allunga la sua vita?

Il gruppo cilindro freno / membrana e tubo flessibile non ha un "intervallo di sostituzione" fisso; a determinarne la vita sono tre fattori: la secchezza dell'aria, il drenaggio del corpo e la disciplina di montaggio. Un cilindro alimentato con aria secca, con i fori di drenaggio liberi e montato alla coppia corretta è uno dei componenti più longevi del veicolo. Un cilindro che lavora in un impianto che manda aria umida, oppure sepolto nel fango, torna invece in officina con una perdita dalla membrana prima ancora che l'anno sia trascorso. Sui percorsi dove d'inverno si usa il sale antighiaccio, la corrosione è il fattore che più riduce la vita utile secondo quanto si osserva in officina.

- **Disciplina dell'essiccatore d'aria:** sostituite la cartuccia dell'essiccatore secondo l'intervallo del costruttore. L'umidità che entra nell'impianto significa corrosione all'interno del cilindro e congelamento d'inverno.
- **Spurgo dei serbatoi:** scaricate regolarmente l'acqua dai serbatoi; l'acqua accumulata viene trascinata lungo le linee fino al cilindro.
- **Mantenere liberi i fori di drenaggio:** a ogni manutenzione controllate i fori di drenaggio sul corpo e rimuovete i tappi di fango e di ghiaccio.
- **Ricerca periodica delle perdite:** durante le manutenzioni passate in rassegna con acqua saponata tutti i cilindri e i raccordi; una piccola perdita individuata per tempo non si trasforma in un fermo su strada. In fase di lavaggio non dirigete l'acqua ad alta pressione direttamente sul cilindro.
- **Monitoraggio della corsa:** rendete la misura della corsa una routine. Una corsa in aumento è un preavviso su guarnizioni, regolatore e cilindro.
- **Controllo del percorso del tubo:** mantenete le fascette complete e il tubo libero e non a contatto; sostituite il tubo indurito prima che si rompa.
- **Approccio per assale:** pianificate la sostituzione del cilindro come coppia di assale anziché come singola ruota; è così che si preserva l'equilibrio di frenata.
- **Monitoraggio dopo l'intervento:** dopo ogni lavoro che tocca l'impianto frenante ripetete il controllo di perdite e corsa nelle prime centinaia di chilometri.

Nelle aziende di autotrasporto l'approccio più efficiente è pianificare il cilindro freno non come componente singolo, ma come kit comprensivo di tubo, forcella ed elementi di montaggio. Su un assale già smontato per un intervento su guarnizioni o tamburo, rinnovare nello stesso passaggio in officina il cilindro e il tubo affaticati è molto più economico che riportare il veicolo in officina una seconda volta dopo pochi mesi.