



GUIDA TECNICA

Valvola Freno a Pedale: Guasti, Sostituzione e Manutenzione

Guida tecnica VADEN alla valvola freno a pedale dei veicoli pesanti: funzione, sintomi di guasto, diagnosi con manometro, fasi di sostituzione e manutenzione.

Nei veicoli commerciali pesanti, il componente che determina cosa accade nell'istante in cui si preme il freno è la valvola pedale del freno, posta sotto il piede del conducente. In officina viene chiamata "valvola freno a pedale", "valvola freno a doppio circuito" o semplicemente "valvola pedale". Nelle flotte di autocarri, trattori stradali e autobus, dietro reclami come corsa a vuoto del pedale, frenata ritardata o bloccaggio brusco di un solo assale si nasconde spesso questa valvola. Questa guida raccoglie in un unico documento la funzione della valvola, i sintomi di guasto, il metodo diagnostico corretto, le fasi di sostituzione e la durata di servizio, sulla base dell'esperienza sul campo del team tecnico VADEN.

 **CONSIGLIO** — Questo documento è stato redatto dal team tecnico VADEN facendo riferimento ai feedback dell'assistenza sul campo e alla documentazione dei costruttori OE. Gli intervalli di pressione, coppia e misura indicati sono riferimenti generali; per i valori esatti occorre sempre attenersi al manuale di servizio OE del veicolo. Ultimo aggiornamento: luglio 2026.

Che cos'è la valvola pedale del freno (valvola freno a pedale)? Funzione e principio di funzionamento

La valvola pedale del freno è una valvola di comando pneumatica a doppio circuito che, nei veicoli commerciali pesanti, converte la forza applicata dal conducente sul pedale in una pressione d'aria proporzionale, alimentando in modo indipendente ma simultaneo i circuiti frenanti anteriore e posteriore.

Negli autocarri e negli autobus moderni, per motivi di sicurezza il sistema frenante è suddiviso in due circuiti d'aria separati: di solito uno per l'assale (o gli assali) anteriore, l'altro per l'assale (o gli assali) posteriore e per il comando del rimorchio/semirimorchio. La valvola freno a pedale gestisce entrambi i circuiti in un unico corpo. Quando il conducente preme il pedale, la valvola indirizza la pressione di alimentazione proveniente dai serbatoi d'aria verso i cilindri freno (a membrana per l'anteriore, generalmente cilindri freno a molla per il posteriore) in modo proporzionale alla forza sul pedale. Quando il pedale viene rilasciato, la valvola scarica rapidamente l'aria dei cilindri in atmosfera, consentendo il rilascio dei freni.

Al cuore della valvola vi è una logica di "comando proporzionale (graduabile)": più si preme il pedale, più aumenta la pressione in uscita, avvicinandosi alla pressione di alimentazione a piena corsa. In questo modo il conducente può dosare gradualmente l'intensità della frenata. Se uno dei due circuiti si guasta e perde pressione, la valvola è progettata per continuare ad alimentare meccanicamente l'altro circuito; questa è la caratteristica di doppia sicurezza (fail-safe) del sistema.

- **Gruppo pistone/relè superiore e inferiore:** Assicura il comando proporzionale dei due circuiti.
- **Molle di equilibratura (bilanciamento):** Rendono la pressione in uscita proporzionale alla forza sul pedale, definendo la "sensibilità".
- **Valvole di ingresso e scarico (inlet/exhaust):** Aprono e chiudono le vie di alimentazione e scarico.
- **Corpo e set di O-ring/guarnizioni:** Separano i due circuiti senza trafilamenti.

- **Pedale/plancer (spintore) e soffietto parapolvere:** Trasmissione della forza e protezione dalla contaminazione.
- **Bocca di scarico con silenziatore:** Scarica l'aria quando il freno viene rilasciato.

Differenza tra tipo a pavimento e tipo a consolle

Le valvole freno a pedale si dividono in due gruppi principali in base al tipo di montaggio in cabina: il "tipo a pavimento (floor mounted)", in cui il pedale poggia direttamente sulla valvola, e il "tipo sospeso/a consolle", in cui il pedale è separato e aziona la valvola tramite un plancer/spintore. Nella scelta del ricambio, oltre al tipo della valvola stessa, deve corrispondere anche la geometria di attacco del pedale.

Numero di circuiti e configurazione degli attacchi

Nella maggior parte dei veicoli si utilizza una valvola a doppio circuito; tuttavia il numero e la filettatura delle porte variano in base al comando del rimorchio, all'integrazione EBS e alle uscite di alimentazione aggiuntive. Nei veicoli con EBS, la valvola a pedale funge per lo più da ridondanza elettro-pneumatica insieme a un "sensore di richiesta (demand)".

Contesto OE e concetto di equivalente

Nella pneumatica frenante dei veicoli commerciali pesanti, sul lato OE sono diffuse le valvole di tipo Knorr-Bremse, Wabco (ZF) e Bendix. I prodotti VADEN si posizionano come equivalenti/tipo compatibili con questi sistemi; un'espressione come "tipo Knorr" indica la corrispondenza in forma e funzione della relativa valvola OE, non significa che si tratti del prodotto a marchio originale.

Applicazione / Segmento	Struttura tipica del circuito	Contesto di sistema comune
Trattore stradale pesante (4x2 / 6x4)	Doppio circuito + uscita comando rimorchio	Tipo Knorr / Wabco, compatibile EBS
Autocarro (rigido, distribuzione)	Doppio circuito, tipo a pavimento o a consolle	Pneumatico standard + ABS
Autobus	Doppio circuito, taratura a bassa forza sul pedale	EBS / freno elettronico diffuso
Cantiere / off-road	Doppio circuito, protezione parapolvere rinforzata	Condizioni ambientali gravose, silenziatore protetto

⚠ ATTENZIONE — Nella scelta della valvola non affidatevi alla sola somiglianza visiva. Devono corrispondere il numero di parte OE, il numero/filettatura delle porte, il tipo di attacco del pedale e la caratteristica di pressione del circuito. Per un abbinamento corretto, effettuate una verifica per riferimenti incrociati dal catalogo VADEN utilizzando il numero di telaio del veicolo o il numero OE della valvola smontata.

Sintomi di guasto e diagnosi

I guasti della valvola freno a pedale si raggruppano per lo più in due categorie: trafilamento interno/perdita di pressione e grippaggio meccanico (pedale che non ritorna, comando non

proporzionale). La tabella seguente è un riferimento rapido per la diagnosi sul campo; per ogni sintomo eseguite sempre una verifica con manometro.

Sintomo	Possibile causa	Controllo / Verifica
Fuga d'aria continua dalla bocca di scarico con pedale premuto	Trafilamento interno della valvola di ingresso/scarico, O-ring usurato	Test della bocca di scarico con schiuma di sapone; tenere il pedale premuto e monitorare il calo di pressione
Frenata tardiva, corsa a vuoto eccessiva del pedale	Usura del plancer/spintore, cedimento delle molle, geometria del pedale	Misurare la corsa libera del pedale; monitorare col manometro l'aumento della pressione in uscita in funzione della forza sul pedale
Un assale frena debolmente / frenata squilibrata	Pressione in uscita bassa di un circuito, trafilamento del canale interno	Collegare un manometro separato all'uscita di ciascun circuito e confrontare le pressioni
Al rilascio del pedale i freni si liberano in ritardo	Grippaggio della valvola di scarico, ostruzione del silenziatore, contaminazione interna	Osservare il tempo di scarico; smontare il silenziatore e verificare il libero flusso della bocca
La pressione del sistema cala rapidamente, il compressore si attiva spesso	Trafilamento interno/esterno della valvola	A motore spento e pedale libero, cronometrare il calo di pressione del serbatoio; scansionare tutti i collegamenti con la schiuma
Frenata brusca/improvvisa, comando non proporzionale	Molla di equilibratura rotta, grippaggio del pistone, contaminazione interna	Monitorare la pressione in uscita a bassa pressione sul pedale; se non c'è aumento graduale, la valvola è sospetta
Sensazione di gelo/grippaggio del pedale a freddo	Aria umida, formazione di ghiaccio interno, guasto dell'essiccatore	Controllare l'essiccatore d'aria e lo scarico del serbatoio; verificare la fonte di umidità

Confronto dei due circuiti con manometro

La diagnosi più affidabile consiste nel collegare un manometro separato all'uscita di ciascun circuito e, premendo gradualmente il pedale, confrontare le curve di pressione. In una valvola sana i due circuiti salgono vicini tra loro e in modo proporzionale alla forza sul pedale. Una differenza marcata o un ritardo tra i circuiti indica un trafilamento interno o un grippaggio del pistone.

Test di perdita (trafilamento)

A motore spento e sistema in pressione, il pedale viene testato separatamente sia in posizione libera sia completamente premuta. Si esegue il test con schiuma sulla bocca di scarico e sulle giunzioni del corpo. Una perdita a pedale libero indica la valvola di scarico, una perdita a pedale premuto indica la valvola di ingresso.

Distinzione della causa alla radice: valvola o sistema?

La perdita di pressione non deriva sempre dalla valvola. Anche l'essiccatore, la valvola di scarico del serbatoio, le membrane dei cilindri e i raccordi delle tubazioni possono dare lo stesso

sintomo. Prima di sostituire la valvola, verificate che la pressione di alimentazione sia piena all'ingresso della valvola e che il guasto si manifesti effettivamente all'uscita della valvola.

Fasi di sostituzione / installazione

⚠ ATTENZIONE — Dispositivi di protezione individuale (DPI) e sicurezza: prima di iniziare, bloccate il veicolo su terreno piano, calzatelo con i cunei e scaricate completamente la pressione dal sistema. Un raccordo smontato sotto aria compressa causa gravi lesioni. Utilizzate occhiali e guanti protettivi; spegnete il motore e togliete la chiave di accensione.

- 1 Mettere in sicurezza il veicolo:** Parcheggiare su terreno piano, calzare i cunei, portare il freno a mano nella posizione adeguata e scaricare completamente l'aria del sistema dagli scarichi dei serbatoi.
- 2 Verificare la pressione:** Confermare col manometro che le pressioni dei circuiti siano azzerate; assicurarsi che non resti pressione residua.
- 3 Contrassegnare i collegamenti:** Prima di smontare, etichettare o fotografare ogni linea d'aria in base al numero di porta; il collegamento errato è l'errore più frequente.
- 4 Smontare le linee d'aria:** Allentare i raccordi in sequenza, scaricare l'aria residua, tenere pulite le linee ed evitare l'ingresso di polvere.
- 5 Scollegare il collegamento pedale/spintore:** Nella valvola a pavimento smontare il meccanismo del pedale, nel tipo a consolle il collegamento del plancer.
- 6 Rimuovere la valvola usata:** Smontare i bulloni di fissaggio, togliere la valvola; pulire la superficie di appoggio e la sede di montaggio.
- 7 Confrontare la nuova valvola:** Confrontare la nuova valvola VADEN con il pezzo usato punto per punto per disposizione delle porte, misura della filettatura, geometria del pedale e struttura del circuito.
- 8 Montare la nuova valvola:** Posizionare la valvola nella sua sede, serrare i bulloni alla coppia del costruttore e in modo graduale; fare attenzione a non forzare il corpo.
- 9 Collegare le linee d'aria:** Collegare ogni linea alla porta corretta secondo le etichette, con filetti puliti e adeguata tenuta; un serraggio eccessivo danneggia la filettatura.
- 10 Riempire il sistema ed eseguire il test di perdita:** Avviare il motore, portare il sistema alla pressione di esercizio, scansionare tutti i collegamenti con la schiuma; verificare l'assenza di trafilamenti con pedale libero e premuto.
- 11 Test funzionale e prova su strada:** Controllare la sensazione del pedale, che i due circuiti tengano in modo equilibrato e il tempo di rilascio; effettuare una prova di frenata controllata a bassa velocità.

Aspetti da considerare (errori comuni)

⚠ ATTENZIONE — L'errore più critico è collegare le linee d'aria alla porta sbagliata. Lo scambio del circuito anteriore con il posteriore o la confusione della linea di comando del rimorchio provocano una frenata pericolosa e squilibrata. Etichettate sempre prima di smontare.

⚠ ATTENZIONE — Non smontate i raccordi senza aver scaricato completamente la pressione. Un collegamento sotto pressione parziale può schizzare via all'improvviso; ciò comporta rischio sia di lesioni sia di danni ai componenti.

- Montare la valvola solo perché "simile" all'aspetto esterno; installarla senza aver verificato la corrispondenza del numero OE e delle caratteristiche.
- Applicare pasta/nastro sigillante in eccesso sui filetti e lasciare che i residui finiscano all'interno della valvola.
- Serrare i bulloni senza chiave dinamometrica o in un'unica volta, creando deformazioni/trafilamenti nel corpo.
- Lasciare la bocca del silenziatore/scarico esposta all'ostruzione da fango, neve o sporco.
- Rimettere il veicolo in servizio senza eseguire il test di perdita e la prova su strada dopo la sostituzione.
- Incolpare la valvola e sostituirla inutilmente senza aver verificato la causa alla radice del guasto (essiccatore, cilindro, serbatoio).

Valori tecnici e punti di controllo

I valori seguenti sono riferimenti tipici/generali per veicoli commerciali pesanti. Per la reale pressione di esercizio, le coppie e le tolleranze del vostro veicolo, fa fede il manuale di servizio OE.

Parametro	Intervallo di riferimento tipico / generale	Nota
Pressione di esercizio del sistema	circa 8–12 bar (≈116–174 psi)	La pressione di taglio dipende dalla taratura veicolo/essiccatore
Pressione in uscita del circuito a piena corsa	Vicina alla pressione di alimentazione (tipicamente ≈ 8–10 bar)	I due circuiti devono essere vicini tra loro
Differenza accettabile tra i due circuiti	In genere ridotta (riferimento di qualche percento)	Una differenza marcata è segno di trafileamento interno
Intervallo di temperatura di esercizio	circa da -40 °C a +80 °C	Umidità/formazione di ghiaccio dipendono dall'essiccatore
Corsa libera del pedale (gioco)	Limitata alla tolleranza del costruttore	Gioco eccessivo è segno di usura/geometria
Perdita statica (motore spento)	Trascurabile; calo di pressione minimo	Un calo marcato è indicatore di trafileamento

Anche le coppie di montaggio variano in base al tipo di valvola e alla misura del bullone; i valori seguenti sono solo riferimenti generali.

Collegamento	Intervallo di coppia tipico (riferimento generale)
Bulloni di fissaggio (classe M8)	circa 20–30 Nm
Bulloni di fissaggio (classe M10)	circa 40–55 Nm
Raccordi delle linee d'aria	Valore del costruttore; evitare il serraggio eccessivo

 **CONSIGLIO** — I valori di coppia variano in base alla classe del bullone, al materiale del corpo e al tipo di guarnizione. Gli intervalli indicati sono orientativi; prendete sempre la coppia di montaggio reale dal manuale di servizio OE del veicolo e utilizzate una chiave dinamometrica.

- Confrontare col manometro la pressione in uscita di entrambi i circuiti (controllo di equilibrio).
- Eseguire il test di perdita alla bocca di scarico con pedale libero e completamente premuto.
- Controllare la corsa libera e il ritorno del pedale.
- Verificare che la bocca del silenziatore/scarico sia pulita e libera.
- Ispezionare il soffiETTO parapolvere e le giunzioni del corpo per crepe/usura.
- Controllare l'essiccatore d'aria e lo scarico dell'umidità del serbatoio (prevenzione della formazione di ghiaccio).

Manutenzione e durata

La valvola freno a pedale, se montata correttamente e mantenendo l'aria del sistema pulita e asciutta, è un componente di lunga durata. Il fattore che ne determina maggiormente la vita è la qualità dell'aria che raggiunge la valvola: umidità, olio e sporco usurano rapidamente le valvole interne e le guarnizioni. Per questo la manutenzione si concentra in gran parte sul sistema circostante (essiccatore, scarico del serbatoio, filtro).

- Sostituire la cartuccia dell'essiccatore d'aria all'intervallo del costruttore; eliminare l'umidità alla fonte.
- Effettuare regolarmente lo scarico dell'umidità dei serbatoi; in inverno prestare attenzione al rischio di formazione di ghiaccio.
- Nella manutenzione periodica controllare la bocca di scarico e il soffiETTO parapolvere per sporco/crepe.
- Se si notano variazioni nella sensazione del pedale, presa ritardata o squilibrio, effettuare una diagnosi precoce.
- Rendere il test di perdita parte integrante della manutenzione periodica dei freni.
- Pulire o sostituire il silenziatore in caso di ostruzione/contaminazione.

Quando inizia un trafilamento interno, la valvola viene per lo più sostituita completa; nelle condizioni sul campo il rifacimento delle valvole interne e delle guarnizioni può non essere pratico per ogni tipo. Trattandosi di un componente critico per la sicurezza, di fronte a una

valvola sospetta l'approccio più sicuro è la sostituzione con l'equivalente corretto anziché "andare avanti così".

Domande frequenti

Come capisco se la valvola freno a pedale è guasta?

I segnali più tipici sono corsa a vuoto eccessiva del pedale, frenata ritardata o squilibrata, fuga d'aria continua dalla bocca di scarico e rapido calo della pressione del sistema a motore spento. Per una diagnosi certa, collegate un manometro all'uscita di entrambi i circuiti e confrontate le pressioni.

Il pedale del freno è diventato duro / non preme, la causa è la valvola?

Può darsi, ma da sola non è una prova sufficiente. Un pedale duro o grippato può derivare da contaminazione interna, congelamento, grippaggio del plancer o dalla geometria del pedale. Prima di sostituire la valvola, verificate la pressione di alimentazione e la corsa libera meccanica.

La valvola freno a pedale e la valvola relè (relay) sono la stessa cosa?

No. La valvola freno a pedale è la valvola di comando che converte la forza del pedale del conducente in pressione; la valvola relè invece è una valvola ausiliaria che riceve questo segnale di comando e alimenta i cilindri in modo più rapido e con maggiore volume. Le due lavorano insieme nel sistema, ma hanno funzioni diverse.

Posso sostituire la valvola da solo?

L'operazione non è meccanicamente difficile; tuttavia il freno è un sistema di sicurezza. Lo scarico completo della pressione, il corretto collegamento delle porte e il test di perdita/funzionale dopo la sostituzione sono di importanza critica. Se non disponete di attrezzatura ed esperienza, si consiglia di eseguirla presso un'officina autorizzata per veicoli pesanti.

Come trovo quale valvola è adatta al mio veicolo?

Il modo più affidabile è effettuare un riferimento incrociato di catalogo con il numero di parte OE della valvola smontata o con i dati del telaio del veicolo. Il numero/filettatura delle porte, il tipo di attacco del pedale e la struttura del circuito devono corrispondere esattamente; la sola somiglianza visiva non è sufficiente.

La valvola VADEN è equivalente Knorr / Wabco?

I prodotti VADEN sono realizzati come equivalenti/tipo compatibili con i relativi sistemi OE. L'espressione "tipo Knorr" o "tipo Wabco" indica la corrispondenza in forma e funzione di quella valvola OE; non significa prodotto a marchio originale, ma equivalente ad esso compatibile.

Una valvola che perde può essere usata ancora per un po'?

Non è consigliabile. Il trafilamento interno crea sia una continua perdita d'aria sia uno squilibrio del circuito; incide direttamente sulle prestazioni e sulla sicurezza della frenata. Una valvola sospetta va testata al più presto e sostituita se necessario.

Che cosa accorcia la vita della valvola?

Il fattore principale è l'aria umida e sporca. Un essiccatore d'aria guasto, uno scarico del serbatoio trascurato e un sistema sporco usurano rapidamente le valvole interne e le guarnizioni. Aria asciutta e pulita prolungano notevolmente la vita della valvola.

Un guasto della valvola freno a pedale correttamente diagnosticato si risolve con un equivalente sicuro e compatibile. La famiglia di prodotti VADEN ORIGINAL Valvola Pedale del Freno (Valvola Freno a Pedale) è offerta a magazzino in configurazioni di tipo OE adatte ai sistemi frenanti pneumatici a doppio circuito dei veicoli commerciali pesanti, in modo da soddisfare le esigenze di manutenzione e assistenza delle flotte. Scegliete il componente adatto al vostro veicolo verificandolo tramite riferimento incrociato del numero OE o del telaio.

Questo documento è a scopo informativo; in pratica fanno fede il manuale di assistenza aggiornato e le istruzioni di sicurezza del costruttore. I valori sono riferimenti generali per i comuni sistemi di veicoli industriali; per i valori specifici del modello utilizzare la documentazione di assistenza OE. © VADEN Otomotiv San. Tic. A.Ş. · vadenoriginal.com