



GUIDA TECNICA

Modulatore EBS: guasti, diagnosi e sostituzione

Guida tecnica al modulatore EBS dei veicoli pesanti: funzionamento, sintomi di guasto, diagnosi, sostituzione passo passo, coppie di serraggio e manutenzione.

Se su un veicolo pesante avete premuto il pedale del freno ricevendo una risposta "in ritardo", oppure se la spia ABS/EBS si è accesa sul cruscotto e il veicolo è passato in modalità di emergenza, molto probabilmente al centro della storia c'è un modulatore EBS. In officina la frase che sentiamo più spesso è questa: "L'aria c'è, le camere di frenatura sono a posto, ma il rimorchio non frena." Questa guida spiega esattamente cosa verificare in quel momento, come distinguere un vero guasto del modulatore da un problema di cablaggio, aria o sensore, e come eseguire correttamente la sostituzione. Procediamo attraverso scenari reali riscontrati sul campo su trattori stradali, autocarri, autobus e semirimorchi.

Questo documento è stato redatto dal team tecnico VADEN sulla base dei dati di catalogo e dei riscontri dell'assistenza sul campo. Valori precisi come coppia, pressione e tolleranza variano in funzione del veicolo e del modello; per il valore definitivo fate sempre riferimento al manuale di assistenza OE aggiornato del costruttore del veicolo. Ultimo aggiornamento: settembre 2026. Gli impianti frenanti pneumatici dei veicoli pesanti sono progettati nel quadro del regolamento ECE R13 (frenatura ONU/UE) e della norma ISO 611.

Che cos'è il modulatore EBS / freno elettronico? Funzione e principio di funzionamento

Il modulatore EBS è un'unità valvolare elettropneumatica che, nel sistema frenante elettronico (EBS), riceve il segnale elettrico proveniente dalla centralina di controllo e regola con precisione, ruota per ruota o asse per asse, la pressione dell'aria diretta alle camere di frenatura; al suo interno si trovano elettrovalvole, un sensore di pressione e, nella maggior parte delle versioni, una propria scheda elettronica.

In un impianto frenante ad aria con ABS tradizionale il pedale apre la valvola freno in modo meccanico-pneumatico; l'aria percorre le condotte, raggiunge la camera e il freno interviene. In questa catena il movimento della colonna d'aria richiede tempo: in una lunga combinazione trattore-rimorchio l'intervento dell'asse posteriore è visibilmente ritardato rispetto all'asse anteriore. L'EBS riduce questo ritardo per via elettrica: il sensore sul pedale converte la richiesta del conducente in un segnale elettrico, la centralina EBS valuta tale richiesta insieme allo stato di carico, al carico per asse, alla velocità delle ruote e alla decelerazione desiderata, quindi invia a ogni modulatore il comando "manda tot bar a quella camera". La linea pneumatica resta soltanto come circuito ridondante: in caso di mancanza di alimentazione elettrica il sistema passa alla modalità pneumatica tradizionale e il veicolo si arresta comunque, perdendo solo comfort e precisione di ripartizione.

La vera abilità del modulatore sta nell'anello chiuso. Il sensore di pressione integrato misura quanta pressione arriva realmente alla camera e la ritrasmette alla centralina. Lo scarto tra valore richiesto e valore misurato viene annullato in pochi millisecondi. Per questo motivo, su un veicolo dotato di EBS, l'usura delle pastiglie procede in modo molto più uniforme tra gli assi, si riduce la differenza di spazio di arresto tra vuoto e carico e gli interventi di ABS e ASR risultano più dolci.

- **Gruppo elettrovalvole (ingresso/scarico):** valvole a commutazione rapida che aumentano e scaricano la pressione; in regolazione ABS lavorano decine di volte al secondo.

- **Valvola di ridondanza (backup):** valvola che attiva la linea di comando pneumatica in caso di guasto elettrico.
- **Sensore di pressione integrato:** elemento che misura la pressione in uscita e ne fornisce la retroazione.
- **Scheda elettronica e connettore:** circuito di pilotaggio collegato al cablaggio del veicolo tramite connettore a baionetta o tipo DIN (nei modulatori d'asse esistono anche versioni con ECU separata).
- **Sezione valvola relè:** corpo che gestisce grandi portate d'aria con un piccolo segnale di comando, riempiendo e svuotando rapidamente la camera.
- **Silenziatore e uscita di scarico:** riduce la rumorosità di scarico ed è il punto più esposto a sporco e congelamento.
- **Corpo, guarnizioni e O-ring:** corpo in fusione di alluminio ed elementi di tenuta interni.

Differenza tra modulatore monocanale, bicanale e modulatore d'asse

Il modulatore monocanale gestisce in modo indipendente una sola ruota; viene impiegato in genere sugli assi anteriori, dove si richiede una regolazione ABS più fine. Il modulatore bicanale (con due uscite indipendenti) pilota separatamente i due lati di un asse ed è comunemente presente sugli assi posteriori. Il modulatore d'asse è invece il tipo più diffuso: riunisce in un unico corpo due canali, la valvola relè e l'elettronica, ed è posizionato in prossimità dell'asse posteriore. Sul rimorchio la funzione è normalmente affidata a un'unità più completa, chiamata "modulo EBS rimorchio", che integra una propria ECU, l'ingresso del carico per asse e le funzioni di freno di stazionamento/emergenza.

I suoi vicini nel sistema: a cosa è collegato?

Il modulatore non lavora da solo. In ingresso ha la linea di alimentazione proveniente dall'essiccatore e dal serbatoio dell'aria; sul lato comando la valvola freno a pedale (unità pedaliera) e la centralina EBS; in uscita le camere di frenatura; sul lato elettrico i sensori di velocità ruota, il sensore di carico asse/linea di pressione delle sospensioni e il bus CAN. Per questo motivo una parte considerevole dei casi segnalati come "guasto del modulatore" si rivela in realtà dovuta a tensione di alimentazione, qualità della massa, interruzione CAN o trasferimento del sensore di velocità. Nel settore del veicolo pesante la prima regola della diagnosi è questa: prima di accusare il componente, verificate il segnale e l'aria che gli arrivano.

Contesto OE e logica dell'equivalenza

L'architettura EBS dei veicoli pesanti si è sviluppata in gran parte attorno alle soluzioni di due o tre fornitori di sistema; i sistemi di tipo Knorr-Bremse e di tipo Wabco sono i più frequenti su trattori, autocarri e rimorchi europei, mentre nelle flotte prevalentemente nordamericane si incontrano architetture di tipo Bendix. Questi nomi sono citati qui unicamente per descrivere il contesto di sistema; i prodotti VADEN sono posizionati come equivalenti/tipo dei relativi codici OE. Il punto critico è il seguente: nell'EBS il fatto che il pezzo "si monti fisicamente" non basta. Se versione software, configurazione dei canali e set di messaggi CAN non corrispondono, l'unità si installa ma il sistema va in errore.

Impiego / tipo di veicolo	Configurazione tipica del modulatore	Caratteristica distintiva	Punto di attenzione
Trattore stradale (4x2 / 6x2), lunga percorrenza	Modulatore asse posteriore + valvole monocanale anteriori	Ripartizione della frenata in funzione del carico, compatibilità rimorchio	Da valutare insieme alla valvola di comando rimorchio
Autocarro / allestimento su telaio (6x2, 6x4)	Modulatore d'asse bicanale	Gestione della forte differenza tra carico e vuoto	Calibrazione del sensore di carico asse indispensabile
Autobus urbano / turistico	Modulatore d'asse + integrazione retarder	Frequenti arresti e ripartenze, equilibrio della durata delle pastiglie	Verificare la taratura del passaggio retarder-EBS
Semirimorchio	Modulo EBS rimorchio (corpo unico, ECU integrata)	RSS/antiribaltamento, funzione di stazionamento	Non funziona senza caricamento dei parametri
Cantiere / servizio gravoso off-road	Corpo rinforzato, connettore protetto	Resistenza a vibrazioni e fango	Silenziatore e bocca di scarico si intasano spesso
Trasporto frigorifero / merci pericolose	EBS rimorchio + modulo diagnostico esteso	Funzioni di registrazione e allarme	La versione software deve corrispondere al veicolo

Verifica del codice ricambio: nei modulatori EBS lo stesso corpo può corrispondere a più codici OE con software e configurazioni di canale diversi. Prima dell'ordine occorre verificare congiuntamente il numero di telaio del veicolo, il codice OE riportato sull'etichetta dell'unità presente, il numero di canali, il tipo di connettore e la misura degli attacchi pneumatici. Non scegliete il ricambio basandovi solo sulla somiglianza visiva.

Sintomi di guasto e diagnosi

Nei guasti EBS l'aspetto più ingannevole è che lo stesso sintomo può avere origini molto diverse. La tabella seguente riassume i quadri più frequenti in officina e l'ordine di verifica. Non alterate la sequenza: eliminate prima le cause semplici ed economiche.

Sintomo	Possibile causa	Controllo / verifica
La spia EBS/ABS resta accesa, il sistema passa in modalità di riserva	Guasto elettronico interno del modulatore, perdita di alimentazione/massa, interruzione CAN	Leggete il codice errore con lo strumento di diagnosi; misurate tensione di alimentazione e resistenza di massa sul connettore dell'unità; eseguite la misura di resistenza sulla linea CAN
Risposta frenante tardiva, presa ritardata dopo la pressione sul pedale	Grippaggio di una valvola nel modulatore, strozzatura sulla linea di alimentazione, silenziatore intasato	Confrontate con manometro la pressione in ingresso e in uscita della camera; smontate il silenziatore di scarico e osservate il flusso; cercate schiacciamenti/pieghe sulle tubazioni

Sintomo	Possibile causa	Controllo / verifica
Un lato frena più forte, il veicolo tira lateralmente in frenata	Scostamento di pressione su un canale, perdita da camera/tubazione su un lato, differenza di segnale del sensore di velocità	Misurate simultaneamente la pressione delle camere destra e sinistra; controllate traferro e ampiezza di segnale del sensore di velocità; distinguete lo stato di ganasce e tamburi
Rumore continuo di perdita d'aria, il compressore interviene troppo spesso	Guarnizioni/O-ring interni del modulatore affaticati, valvola di scarico che non chiude completamente	Verificate raccordi e bocca di scarico con acqua saponata; a motore spento e impianto in pressione misurate la velocità di caduta della pressione
A bassa velocità l'ABS interviene inutilmente, sensazione di vibrazione	Sensore di velocità sporco/ruota fonica danneggiata, deriva del sensore di pressione del modulatore	Confrontate in dati live le velocità delle ruote sullo strumento di diagnosi; pulite e ispezionate la punta del sensore e i denti della ruota fonica
I freni del rimorchio si comportano in modo indipendente dal trattore, prendono in ritardo o troppo bruscamente	Errore di parametrizzazione del modulo EBS rimorchio, problema di alimentazione ISO 7638, inversione delle linee giallo/rosso	Misurate la tensione pin per pin sulla presa ISO 7638; leggete la memoria guasti del modulo rimorchio; verificate colore e posizione delle teste di accoppiamento
Il guasto compare nelle mattine fredde e scompare a caldo	Congelamento interno dovuto a umidità ed essiccatore inefficiente, umidità/ossidazione nel connettore	Scaricate l'acqua dai serbatoi; verificate l'anzianità della cartuccia essiccatore; cercate verderame/umidità sui pin del connettore
Rumore intermittente di valvola "tic tic" in frenata, nessun codice errore	Elettrovalvola del modulatore al limite di funzionamento, oscillazioni di pressione	Confrontate in dati live la pressione richiesta e quella misurata; controllate la pressione del serbatoio e il valore di stacco del regolatore

Non iniziate senza aver letto il codice errore

L'EBS è un sistema in rete; diagnosticare guardando il singolo componente è una perdita di tempo. Collegare il veicolo a uno strumento di diagnosi compatibile, elencate separatamente gli errori attivi e passivi, guardate il contatore degli eventi. Se un codice risulta "1 volta in passato" si tratta quasi sempre di un falso contatto; se è "costantemente attivo" è un guasto hardware. Dopo aver cancellato gli errori effettuate una prova su strada e rileggete: il codice che ritorna è quello reale.

Elettrico o pneumatico? Fate subito la distinzione

Un metodo semplice: a quadro acceso il sistema lavora in modalità elettrica, mentre con l'EBS disattivato (modalità di riserva) lavora in modalità pneumatica. Se in modalità di riserva la frenata è normale e in modalità elettrica presenta anomalie, il problema è sul lato elettronico o dei segnali. Se la stessa debolezza si manifesta in entrambe le modalità, guardate il lato aria, le camere, le tubazioni e la meccanica dell'impianto frenante. Questa sola distinzione evita gran parte delle sostituzioni inutili di modulatore.

Dati live: pressione richiesta e pressione misurata

Sullo strumento di diagnosi osservate affiancati, per ciascun modulatore, i valori di "pressione richiesta" e "pressione effettiva". Premendo il pedale in modo progressivo le due curve devono seguirsi da vicino. Se il valore misurato raggiunge in ritardo la richiesta, presenta picchi e ricadute o si blocca a un certo livello, è molto probabile un problema di valvola/sensore interno al modulatore. Se i due valori concordano ma il veicolo frena comunque poco, il problema è oltre il modulatore, sulla catena camera-meccanismo-guarnizione d'attrito.

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 il requisito di prestazione frenante su strada del **49 CFR 393.52**. 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**.

Fasi di sostituzione / installazione

Dispositivi di protezione individuale e sicurezza: guanti da lavoro, occhiali protettivi e calzature antinfortunistiche sono obbligatori. L'aria compressa provoca lesioni gravi; prima di iniziare scaricate tutti i serbatoi dell'aria, fermate il veicolo su terreno piano e inserite i cunei, aprite lo staccabatteria e scollegate il polo negativo per prevenire il rischio di archi elettrici sulle unità elettroniche. Se lavorate su un asse dotato di camera a molla (freno di stazionamento), inserite il bloccaggio meccanico della molla secondo procedura. Nessun raccordo va smontato prima di aver scaricato l'aria.

- 1 Diagnosi preliminare e registrazione:** prima dello smontaggio leggete la memoria guasti, annotate i parametri esistenti e la versione software, fotografate l'etichetta dell'unità. Questa documentazione è necessaria per configurare correttamente la nuova unità.
- 2 Mettete in sicurezza il veicolo:** spegnete il motore, inserite i cunei, togliete il quadro, azzerate la pressione dell'impianto e scaricate anche l'acqua dai rubinetti di spurgo dei serbatoi. Verificate che il manometro sia realmente a zero.
- 3 Scollegate l'alimentazione:** aprite lo staccabatteria. Prima di estrarre il connettore fotografatene il bloccaggio e l'orientamento; tirate afferrando il corpo del connettore, non il cavo.

- 4** **Contrassegnate le tubazioni:** etichettate le linee d'aria di ingresso, uscita e comando. Sul modulatore EBS l'inversione delle tubazioni porta a un comportamento completamente errato del sistema; usate etichette colorate o numerate.
- 5** **Smontate l'unità:** allentate i raccordi con la chiave della misura corretta, senza forzare il corpo. Rimuovete quindi le viti di fissaggio e staccate il modulatore dalla staffa. Chiudete immediatamente le aperture libere con tappi o cappucci puliti.
- 6** **Pulite e ispezionate la zona:** pulite staffa, superfici di tenuta ed estremità delle tubazioni. Se ci sono crepe nei tubi, schiacciature nei raccordi o ossidazione nel connettore, sostituiteli nello stesso intervento. Collegare un modulatore nuovo a una linea sporca fa tornare il guasto.
- 7** **Confrontate la nuova unità:** affiancate il pezzo nuovo e quello vecchio e verificate numero di canali, posizione delle uscite, tipo di connettore, misura delle filettature e interasse dei fori di fissaggio. In caso di differenze non montate e riverificate il codice ricambio.
- 8** **Montaggio e coppia:** con guarnizioni nuove posizionate l'unità sulla staffa e serrate le viti in modo progressivo, nella sequenza indicata dal costruttore e con chiave dinamometrica. Avvitare i raccordi prima a mano per accertarvi che il filetto non sia forzato, poi portateli alla coppia prescritta. Su un corpo in alluminio un serraggio eccessivo spana il filetto.
- 9** **Collegamento elettrico:** inserite il connettore asciutto e pulito fino a sentire lo scatto. Fissate il cablaggio lontano da vibrazioni e superfici calde, senza tensioni; lasciate un'ansa di sgocciolamento nella parte bassa del cavo affinché l'acqua non scorra fino al connettore.
- 10** **Riempite l'impianto ed eseguite la prova di tenuta:** chiudete lo staccabatteria, avviate il motore e portate l'impianto alla pressione di esercizio. Controllate tutti i collegamenti con acqua saponata e misurate a motore spento la velocità di caduta della pressione.
- 11** **Caricamento parametri e calibrazione:** con lo strumento di diagnosi caricate sulla nuova unità i parametri specifici del veicolo, eseguite l'apprendimento del carico asse/sensore di pressione e cancellate la memoria guasti. Saltando questo passaggio, anche con l'unità fisicamente installata il sistema non è in grado di ripartire correttamente la frenata.

Punti di attenzione (errori frequenti)

Il modulatore EBS non è un componente "plug and play" da montare senza caricare i parametri. Se il veicolo viene messo in strada senza che la nuova unità sia stata configurata, la ripartizione della frenata può risultare errata e le funzioni ABS/ASR possono comportarsi in modo imprevisto. Dopo la sostituzione la configurazione con strumento di diagnosi e la prova su strada sono obbligatorie.

Collegare le tubazioni dell'aria all'uscita sbagliata è l'errore di montaggio più pericoloso. Portare la linea di comando sull'uscita di alimentazione, oppure invertire le linee delle camere destra e sinistra, può far frenare il sistema in modo errato senza generare alcun codice errore. Non saltate mai la fase di etichettatura prima dello smontaggio.

- **Attribuire la perdita al modulatore:** l'origine di una perdita d'aria è nella maggior parte dei casi un raccordo, un tubo o la membrana di una camera. Non sostituite l'unità senza aver eseguito la prova con acqua saponata.
- **Montaggio su impianto sporco:** su un veicolo con essiccatore a fine vita e acqua accumulata nei serbatoi, il nuovo modulatore ripresenterà lo stesso guasto in breve tempo. Trattate la cartuccia essiccatore e lo spurgo dei serbatoi nella stessa manutenzione.
- **Dirigere aria compressa o acqua ad alta pressione sul connettore:** il getto diretto in fase di lavaggio compromette la tenuta e provoca corrosione dei pin.
- **Coppia eccessiva:** su un corpo in alluminio il riflesso di "stringere ancora un po'" spana il filetto e incrina il corpo. Usate la chiave dinamometrica.
- **Trascurare la qualità di massa e alimentazione:** un punto di massa debole o un'alimentazione allentata generano errori ricorrenti che nessuna sostituzione di componenti risolve.
- **Dimenticare il silenziatore:** un silenziatore di scarico intasato o congelato provoca il rilascio ritardato dei freni e il surriscaldamento da strisciamento; è un componente economico, sostituitelo insieme al modulatore.
- **Lasciare l'unità collegata durante la saldatura:** se sul veicolo si eseguono saldature elettriche, i connettori delle unità EBS vanno staccati e le batterie scollegate.
- **Fissarsi su un unico sintomo:** di fronte alla lamentela "frena poco" non si deve passare all'elettronica prima di aver controllato guarnizioni d'attrito, tamburo/disco, leva di regolazione e corsa della camera.

Valori tecnici e punti di controllo

I valori seguenti sono intervalli di *riferimento tipico/generale* per i sistemi EBS dei veicoli pesanti. Variano in funzione della marca del veicolo, della configurazione degli assi e del tipo di sistema; per i valori esatti fa fede il manuale di assistenza del costruttore.

Parametro	Intervallo tipico (riferimento generale)	Nota
Pressione di esercizio dell'impianto (valore di stacco)	circa 8,0-12,5 bar (115-180 psi)	Va verificato il differenziale tra stacco e riattacco del regolatore
Pressione minima di esercizio (soglia di allarme)	circa 5,0-6,5 bar	Al di sotto di questo valore sono attese segnalazione e limitazione funzionale
Tensione di alimentazione	impianto 24 V, intervallo tipico 22-28 V	Se sotto carico scende sotto 21 V genera errore
Linea di alimentazione rimorchio ISO 7638	24 V, misura pin per pin; la caduta di tensione deve essere minima	La corrosione della presa è la causa riscontrata più di frequente
Differenza di pressione delle camere a vuoto e a carico	è attesa una differenza marcata in funzione del carico	Se la differenza non si forma, va verificato l'apprendimento del carico asse

Parametro	Intervallo tipico (riferimento generale)	Nota
Caduta di pressione (motore spento, freno premuto)	tipicamente è ammessa una caduta limitata nell'arco di alcuni minuti	Il limite di accettazione è definito nel manuale del costruttore
Intervallo di temperatura di esercizio	circa da -40 °C a +80 °C	In prossimità di scarico e turbo è necessaria una schermatura termica
Traferro del sensore di velocità ruota	tipicamente inferiore a 1 mm	Se il sensore ha gioco nella sede, vanno sostituiti cuscinetto/boccola
Corsa della camera di frenatura (leva di regolazione)	entro il limite del costruttore, deve essere uniforme	Differenze tra gli assi creano squilibrio di frenata

Punto di collegamento	Intervallo di coppia tipico (riferimento generale)	Avvertenza
Viti staffa modulatore (M8)	circa 20-30 Nm	Serraggio progressivo e incrociato
Viti staffa modulatore (M10)	circa 40-55 Nm	Attenzione alla deformazione della staffa
Raccordi linea aria (classe M16 / M22)	circa 25-40 Nm	Su corpo in alluminio il serraggio eccessivo spana il filetto
Silenziatore di scarico	serraggio a mano + circa un quarto di giro	Non forzate, il corpo in plastica si rompe
Collegamento di massa/telaio	circa 8-12 Nm	Indispensabili superficie metallica pulita e rondella non ossidata

I valori di coppia variano in funzione del diametro della filettatura, del materiale del corpo e del tipo di guarnizione. Sui raccordi, invece dell'approccio "stringere finché non perde", usate la chiave dinamometrica; se la perdita persiste controllate guarnizione e superficie del filetto, non aumentate la coppia.

- Verificate che a quadro acceso le spie si spengano e che l'autodiagnosi del sistema si completi.
- Confermate con lo strumento di diagnosi l'assenza di errori attivi e che gli errori passivi cancellati non si ripresentino.
- Confrontate le pressioni delle camere destra-sinistra e anteriore-posteriore con pressioni progressive sul pedale.
- A motore spento e impianto in pressione misurate la velocità di caduta della pressione e verificate l'assenza di perdite.
- Con una frenata di prova controllata a bassa velocità verificate che il veicolo si arresti in linea retta, senza tirare lateralmente.
- Sul complesso trattore-rimorchio eseguite insieme la prova di compatibilità del rimorchio; la prova del solo trattore non è sufficiente.
- Controllate visivamente il fissaggio del connettore e del cablaggio e l'assenza di punti di sfregamento.

Manutenzione e durata

Il modulatore EBS non è un componente a sostituzione periodica; con un impianto di trattamento dell'aria efficiente lavora per molti anni e chilometraggi elevati. Il fattore che ne riduce la vita non è il componente in sé, ma la qualità dell'aria che gli arriva e lo stato dei collegamenti elettrici.

L'aria umida provoca corrosione e congelamento nelle valvole interne; l'aria oleosa fa rigonfiare le guarnizioni; una massa debole e un connettore soggetto a vibrazioni affaticano il lato elettronico. Il modo più economico per ridurre la frequenza dei guasti EBS in flotta è consolidare la disciplina di manutenzione dell'essiccatore e dello spurgo dei serbatoi.

- **Cartuccia essiccatore aria:** sostituirla nell'intervallo indicato dal costruttore e in anticipo in condizioni di lavoro polverose e umide.
- **Spurgo dell'acqua dai serbatoi:** eseguitelo regolarmente, soprattutto nei mesi invernali; se dallo spurgo esce acqua occorre mettere in discussione l'essiccatore.
- **Prova di tenuta annuale:** con la misura della caduta di pressione a impianto pieno individuate precocemente le perdite nascoste.
- **Manutenzione del connettore:** nella manutenzione periodica ispezionate visivamente i pin, usate un protettivo per contatti idoneo, rinnovate le clip di fissaggio dei cavi.
- **Scansione della memoria guasti:** a ogni tagliando importante leggete anche gli errori passivi; codici passivi ricorrenti anticipano il guasto.
- **Sostituzione del silenziatore:** è una misura economica ed efficace; al primo segnale di intasamento sostituitelo senza attendere.
- **Componenti meccanici del freno:** se guarnizioni d'attrito, disco/tamburo, leva di regolazione e corsa della camera non vengono controllati con regolarità, l'EBS cerca continuamente di compensare e genera codici di errore.
- **Aggiornamento software:** in presenza di campagne di assistenza o bollettini tecnici mantenete aggiornato il software di sistema.

Il criterio pratico per la decisione di sostituzione è il seguente: se il lato elettrico e quello pneumatico sono puliti, cablaggio e massa sono integri, non ci sono perdite e nonostante ciò lo scarto tra pressione richiesta e pressione misurata non si annulla oppure l'unità genera ripetutamente errori interni, il modulatore va sostituito. Da quel momento in poi i tentativi di riparazione sono una perdita di tempo e un rischio per la sicurezza; l'impianto frenante è l'unico sistema in cui la logica del "può andare avanti ancora un po'" non è ammessa.

La famiglia di prodotti VADEN ORIGINAL Modulatore EBS / Freno Elettronico comprende i kit di riparazione dei modulatori EBS impiegati sui veicoli pesanti (versioni d'asse, per rimorchio e bidirezionale), oltre ai riferimenti di valvole relè EBS, valvole di comando rimorchio EBS e moduli freno EBS, proposti sia come unità completa sia come kit di riparazione; i prodotti sono proposti come equivalenti/tipo dei relativi codici OE e vengono abbinati su base veicolo-telaio tramite l'elenco dei codici a magazzino. Per individuare il riferimento adatto al vostro veicolo potete contattare il team tecnico VADEN indicando il codice OE riportato sull'etichetta dell'unità presente, il numero di canali e il tipo di connettore.

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