



GUÍA TÉCNICA

Bomba de freno del camión: averías

Si el pedal de freno de su camión se hunde poco a poco o pierde firmeza, la bomba de freno puede tener una fuga interna: síntomas, diagnóstico y cambio.

Si al pisar el freno el pedal se hunde lentamente bajo el pie hacia el suelo, o si por las mañanas está firme pero durante el día se "ablanda", en la mayoría de los camiones pesados el primer punto a revisar es la bomba de freno. En el taller se le conoce como "bomba central", "cilindro maestro de freno", "bomba de doble circuito" o simplemente "central". En los grupos de freno hidráulico o hidráulico asistido por aire de camiones, tractoras, autobuses y maquinaria de obra, detrás de quejas como recorrido excesivo del pedal, frenado retardado, descenso del nivel del depósito o frenado débil de un eje suele aparecer esta pieza. Esta guía reúne en un solo lugar la función de la bomba de freno, los síntomas de avería, el método de diagnóstico correcto, los pasos de sustitución y la vida útil de mantenimiento, con la experiencia de campo del equipo técnico de VADEN.

Este documento ha sido elaborado por el equipo técnico de VADEN, tomando como referencia la retroalimentación del servicio de campo y la documentación del fabricante OE. Los rangos de presión, par y medidas indicados son una referencia general; para los valores exactos debe basarse siempre en el manual de servicio OE del vehículo. Última actualización: septiembre de 2026. Los sistemas de freno neumático de camiones pesados se diseñan conforme al reglamento ECE R13 (frenado ONU/UE) e ISO 611.

¿Qué es la bomba de freno? Función y principio de funcionamiento

La bomba de freno es un cilindro maestro de freno de doble circuito (tándem) que convierte la fuerza mecánica que el conductor aplica sobre el pedal en presión hidráulica y transmite esa presión de forma independiente a dos circuitos de freno separados.

En los sistemas de freno hidráulico e hidráulico asistido por aire (air-over-hydraulic) de los camiones pesados, la bomba central recibe la fuerza procedente del pedal —normalmente amplificada a través de un servofreno o de una unidad de asistencia aire/hidráulica— y empuja los pistones de su interior. Los pistones presurizan el líquido de frenos procedente del depósito y lo envían a las tuberías de freno, y desde allí a las pinzas o a los cilindros de rueda. Al soltar el pedal, los muelles de retorno devuelven los pistones a su posición inicial, la presión cae y los frenos se liberan.

En los vehículos modernos, por motivos de seguridad, el freno se divide en dos circuitos hidráulicos separados: por lo general un circuito alimenta el eje delantero y el otro el eje trasero (o bien con reparto cruzado). La bomba central tándem gestiona estos dos circuitos en un solo cuerpo, con dos pistones en serie (primario y secundario). El objetivo de esta separación es la doble seguridad: si un circuito pierde presión por reventón de tubería o fuga, el otro pistón de la bomba central sigue funcionando de forma independiente y el vehículo puede detenerse con fuerza de frenado parcial. Precisamente por eso la bomba central es una de las piezas de seguridad más críticas del sistema.

- **Cuerpo del cilindro y superficie interior (bore):** alojamiento mecanizado con precisión por el que los pistones se desplazan sin fugas.
- **Pistones primario y secundario:** generan la presión independiente de los dos circuitos.

- **Retenes/collarines primario y secundario (primary/secondary cup):** elementos de estanqueidad que retienen la presión y gestionan el paso hidráulico en el retorno.
- **Muelles de retorno:** devuelven los pistones a la posición de reposo y aseguran una liberación rápida del freno.
- **Depósito hidráulico y orificios de alimentación/compensación:** almacenan el líquido y compensan la dilatación y el margen de desgaste.
- **Puertos de salida y válvulas de seguridad/presión residual:** alimentan los circuitos y, en algunos tipos, mantienen una baja presión residual.

Lógica tándem (doble circuito)

En el corazón de la bomba central hay dos cámaras hidráulicas independientes. Al pisar el pedal, primero se mueve el pistón primario y, a través del colchón hidráulico intermedio, empuja también al pistón secundario; de este modo ambos circuitos se presurizan simultáneamente. Si uno de los circuitos pierde líquido, el pistón se apoya mecánicamente en su tope y el circuito sano sigue funcionando. Este comportamiento se manifiesta con un pedal que baja más de lo normal.

Relación con el sistema hidráulico asistido por aire

En muchos camiones medios y pesados, delante de la bomba central hay una unidad de asistencia aire/hidráulica (air-over-hydraulic booster) o un servofreno de vacío/hidráulico. Esta unidad amplifica la fuerza del pedal; la bomba central, por su parte, convierte esa fuerza amplificada en presión hidráulica. En el diagnóstico, si hay frenado débil pese a una baja fuerza en el pedal, debe distinguirse si la avería está en la unidad de asistencia o en la bomba central.

Contexto OE y concepto de equivalente

En el sistema hidráulico de freno de camiones pesados, del lado OE son habituales las bombas centrales de tipo Bosch, TRW, Wabco (ZF), Knorr-Bremse y Bendix. Los productos VADEN se posicionan como equivalentes/tipo adecuados a estos sistemas; una expresión como "tipo Bosch" o "tipo TRW" significa el equivalente en forma y función de la bomba central OE correspondiente, no que se trate del producto de la marca original.

Aplicación / Segmento	Estructura típica	Contexto de sistema habitual
Camión de gama media (distribución)	Bomba central tándem, depósito integrado o separado	Hidráulico asistido por aire, ABS
Autobús / midibús	Tándem, bore de gran diámetro	Asistencia hidráulica + ABS/EBS
Maquinaria de obra / off-road	Tándem, protección reforzada contra polvo	Condiciones ambientales severas, freno hidráulico
Comercial ligero-pesado (sobre furgón)	Tándem, con salida a servofreno de vacío	Servofreno de vacío/hidráulico, ABS

Al elegir la bomba central no se fíe únicamente de la semejanza visual. Deben coincidir el número de pieza OE, el diámetro del cilindro (bore), la carrera del pistón, el número/rosca de los puertos de salida, el tipo de conexión del depósito y la geometría del servofreno/brida. Para un

emparejamiento correcto, verifique mediante referencia cruzada en el catálogo VADEN con el número de bastidor del vehículo o el número OE de la bomba central desmontada.

Síntomas de avería y diagnóstico

Las averías de la bomba de freno se agrupan mayoritariamente en dos categorías: fuga interna (el pistón hace by-pass dentro de sí mismo y el líquido pasa sin generar presión) y fuga externa/agarrotamiento mecánico. La fuga interna es la avería más solapada, porque el pedal se hunde lentamente sin que haya goteo al exterior. La siguiente tabla es una referencia rápida para el diagnóstico de campo; confirme siempre cada síntoma con el seguimiento del comportamiento del pedal y del nivel de líquido.

Síntoma	Causa probable	Comprobación / Verificación
Al mantener el pedal pisado se hunde lentamente hacia el suelo bajo el pie	Fuga interna de la bomba central (by-pass del retén del pistón)	Mantén el pedal 15–30 s a presión constante; si baja sin fuga externa, la bomba central es sospechosa
Pedal blando/esponjoso, hace tope cerca del fondo	Aire en el sistema, líquido bajo, fuga interna	Purga el sistema; si no mejora y el nivel baja, busca fuga en bomba central/tubería
El nivel de líquido baja continuamente, sin goteo al exterior	Fuga interna desde el retén trasero de la bomba central hacia el servofreno/cuerpo	Comprueba la unión servofreno–bomba central y la parte trasera del cuerpo buscando rastros de líquido
Cuerpo de la bomba central / fondo del depósito húmedo, líquido goteando	Rotura del retén/collarín exterior, avería de la junta del depósito	Seca el cuerpo, tras una conducción corta verifica visualmente el punto de fuga
Un eje frena débilmente, frenado desequilibrado	Fuga interna de un circuito, problema de puerto/válvula	Prueba los circuitos por separado; compara el comportamiento de salida de ambos circuitos
El pedal de freno se libera con retraso, la rueda roza/se calienta	Orificio de compensación obstruido, el pistón no retorna, presión residual	Con el pedal libre, comprueba el giro libre de la rueda y la temperatura del cubo
La luz de aviso de freno se enciende, nivel bajo	Pérdida de presión de un circuito, nivel de líquido bajo	Verifica el interruptor de nivel y la presión de ambos circuitos

Distinguir la fuga interna (prueba de hundimiento del pedal)

El síntoma más fiable es que el pedal descienda lentamente bajo una fuerza constante sin ninguna fuga al exterior. Con el motor en marcha (servofreno activo), pisa el pedal con fuerza moderada y mantén la posición. En una bomba central sana el pedal se queda fijo; en una bomba con fuga interna el líquido hace by-pass por detrás del retén y el pedal se hunde gradualmente hacia el suelo. Esta prueba es la forma más práctica de separar una fuga de tubería/pinza de una avería de la bomba central.

Separación de circuitos: ¿bomba central o sistema?

Un pedal blando no siempre proviene de la bomba central. Aire en el sistema, pastillas desgastadas, problema de retorno de la pinza, hinchazón de tubería/latiguillo o avería de la unidad de asistencia pueden dar una sensación similar. Antes de sustituir la bomba central, confirma que se ha purgado correctamente, que el estado de pastillas/discos es adecuado y que no hay fuga externa.

Sospecha originada en la unidad de asistencia

En vehículos con hidráulico asistido por aire o servofreno de vacío, la queja de "freno duro/débil" proviene en la mayoría de los casos de la unidad de asistencia. Observa la diferencia de fuerza en el pedal con el motor parado/en marcha: si al arrancar el motor el pedal se ablanda claramente, significa que el servofreno funciona. Si el servofreno está sano, la fuga interna señala a la bomba central.

Normas y lecturas adicionales

Este asunto se rige por las normas de equipamiento de los camiones con frenos de aire. En Estados Unidos, la norma federal de frenos de aire **FMVSS 121 (49 CFR 571.121)** define los depósitos, la protección y los tiempos que debe ofrecer un sistema conforme, y Europa aplica los límites equivalentes del Reglamento n.º 13 de la CEPE/UNECE. Para más detalle, consulte el requisito de rendimiento de frenado en carretera de **49 CFR 393.52**. Confirme siempre las cifras concretas con la normativa vigente y los datos de servicio del fabricante del vehículo.

En México la referencia equivalente es la **NOM-068-SCT-2-2014**, que fija las condiciones físico-mecánicas y de seguridad del autotransporte federal, incluido el sistema de frenos. En Perú rige el **Reglamento Nacional de Vehículos (D.S. 058-2003-MTC)**, que establece las categorías vehiculares y la exigencia de ABS.

Pasos de sustitución / instalación

Equipo de Protección Individual (EPI) y seguridad: antes de comenzar, inmoviliza el vehículo en suelo llano y calza las ruedas. El líquido de frenos es corrosivo y tóxico; daña la pintura. Usa gafas y guantes de protección, evita el contacto del líquido con la piel y los ojos. En sistemas asistidos por aire, purga adecuadamente la presión del sistema antes de desconectar la línea hidráulica; para el motor y retira la llave de contacto.

- 1 Asegura el vehículo:** aparca en suelo llano, calza las ruedas, pon el freno de mano en la posición adecuada; en sistemas asistidos por aire, purga la presión correspondiente.
- 2 Vacía/protege el depósito:** baja el nivel de líquido con una jeringa/aspirador; extiende un paño/protector para evitar el contacto del líquido derramado con la pintura y las superficies del entorno.

- 3 **Marca las conexiones:** antes de desmontar, etiqueta o fotografía cada tubería de freno y la línea del depósito según la posición de su puerto; una conexión errónea es el fallo más frecuente.
- 4 **Desmonta las tuberías de freno:** afloja los racores de tubería con la llave adecuada (llave de tubo/abocardada); usa la medida correcta para no redondear las aristas y recoge el líquido que gotee.
- 5 **Desconecta la conexión eléctrica/interruptor:** si lo hay, separa con cuidado el interruptor de nivel y los conectores.
- 6 **Retira la bomba central antigua:** desmonta los tornillos del servofreno/brida, extrae la bomba central; limpia la superficie de asiento, la brida y la zona del vástago (pushrod).
- 7 **Compara la nueva bomba central:** compara la nueva bomba VADEN con la pieza antigua uno a uno en cuanto a diámetro del bore, disposición de puertos, medida de rosca, orificio de brida y holgura del vástago (rod clearance).
- 8 **Verifica la holgura del vástago:** si el fabricante lo indica, mide/ajusta la holgura entre el vástago del servofreno y el pistón; una holgura incorrecta provoca rozamiento o pedal vacío.
- 9 **Purga previa en banco (bench bleed):** si es posible, llena y purga la bomba central en el banco antes del montaje; esto reduce notablemente el tiempo de purgado del sistema.
- 10 **Monta la nueva bomba central:** asienta la bomba en la brida, aprieta los tornillos al par del fabricante y de forma progresiva; ten cuidado de no forzar el cuerpo. Conecta las tuberías al puerto correcto según las etiquetas, evitando un apriete excesivo.
- 11 **Llena, purga y prueba:** llena el depósito con líquido homologado, purga el sistema en el orden correcto (bleed), comprueba todas las conexiones en busca de fugas; verifica la firmeza del pedal y el nivel.

Puntos a tener en cuenta (errores frecuentes)

El error más crítico es purgar el sistema de forma incompleta o en un orden incorrecto. El aire que queda en el sistema genera un pedal esponjoso y una distancia de frenado peligrosamente larga. Respeta el orden de purga del fabricante y no dejes que el nivel de líquido llegue al fondo durante la purga (de lo contrario vuelve a entrar aire al sistema).

No uses líquido de frenos incorrecto o mezclado. Es esencial el tipo indicado por el fabricante (p. ej. tipo DOT 4); nunca mezcles aceite mineral con líquido de base DOT. Un líquido inadecuado hincha los retenes y averían rápidamente la bomba central.

- Montar la bomba central "porque se parece" fijándose solo en el aspecto exterior; instalar sin haber verificado el número OE, el diámetro del bore y la coincidencia de la brida.
- Desmontar los racores de tubería con la llave equivocada, redondear las aristas y dejar una conexión que luego gotea.
- Saltarse la purga previa (bench bleed) y luego lidiar largo rato con el aire dentro del sistema.

- Montar sin comprobar la holgura del vástago y provocar un rozamiento constante o un pedal vacío.
- Olvidar la tapa del depósito abierta y permitir un líquido saturado de humedad (la humedad baja el punto de ebullición del líquido).
- Poner el vehículo en servicio tras la sustitución sin comprobar fugas ni realizar una prueba de frenado en carretera.

Valores técnicos y puntos de control

Los siguientes valores son una referencia típica/general para camiones pesados. Para la presión de trabajo real, el par y las tolerancias de su vehículo, el manual de servicio OE es la base.

Parámetro	Rango de referencia típico / general	Nota
Tipo de líquido de frenos	Generalmente tipo DOT 4 (varía según el vehículo)	Prevalece la especificación del fabricante; no mezclar
Presión hidráulica de frenado máximo	aproximadamente 80–130 bar ($\approx$ 1160–1890 psi), mayor en frenada brusca	Depende del sistema/asistencia del servofreno
Punto de ebullición del líquido (en seco)	para DOT 4 típicamente $\approx$ por encima de 230 °C	Baja notablemente al aumentar la humedad
Rango de temperatura de servicio	aproximadamente de -40 °C a +120 °C en la zona del componente	La temperatura de la línea sube en frenadas intensas
Holgura del vástago (pushrod)	Valor pequeño dentro de la tolerancia del fabricante	Demasiada holgura da pedal vacío, poca holgura provoca rozamiento
Hundimiento estático del pedal (motor en marcha)	Despreciable; el pedal debe quedar fijo	Un hundimiento lento indica fuga interna
Intervalo de cambio del líquido	Típicamente $\approx$ 2 años / intervalo del fabricante	Cambio periódico frente a la retención de humedad

Los pares de montaje varían según el tipo de bomba central, la brida y la medida del tornillo; los siguientes valores son solo una referencia general.

Conexión	Rango de par típico (referencia general)
Tornillos de brida/servofreno (clase M8)	aproximadamente 20–30 Nm
Tornillos de brida/servofreno (clase M10)	aproximadamente 40–55 Nm
Racores de tubería de freno (tuerca abocardada)	aproximadamente 12–20 Nm; prevalece el valor del fabricante, evitar el apriete excesivo

Los valores de par varían según la clase del tornillo, el material de la brida y el tipo de junta. Los rangos indicados son orientativos; toma siempre el par de montaje real del manual de servicio OE del vehículo y usa una llave dinamométrica. Usar una llave de tubo/abocardada en las tuercas de la tubería de freno evita redondear las aristas.

- Realiza la prueba de hundimiento del pedal a presión constante (control de fuga interna).

- Comprueba el nivel del depósito y el interruptor de nivel.
- Busca rastros de líquido en el cuerpo de la bomba central, el fondo del depósito y la unión con el servofreno.
- Comprueba todos los racores de tubería en busca de fugas con espuma/a la vista.
- Con el pedal libre, verifica que las ruedas giran libremente y que el cubo no se calienta.
- Comprueba el estado de humedad/color del líquido de frenos (oscurecimiento); cámbialo si es necesario.

Mantenimiento y vida útil

La bomba de freno, montada correctamente y con el líquido limpio y seco, es una pieza de larga duración. El mayor factor que determina su vida útil es la calidad del líquido: los líquidos de base DOT son higroscópicos, es decir, absorben humedad del aire. Al aumentar la humedad baja el punto de ebullición del líquido, se inicia la corrosión en la superficie interior y los retenes del pistón se fatigan. Por eso el mantenimiento se centra en gran medida en la higiene del líquido.

- Cambia el líquido de frenos en el intervalo del fabricante (típicamente cada dos años); corta la humedad en su origen.
- Mantén en buen estado la tapa del depósito y su junta; no dejes el sistema abierto mucho tiempo.
- En el mantenimiento periódico, comprueba el cuerpo de la bomba central y la unión con el servofreno en busca de rastros de líquido.
- Si notas un cambio en el tacto del pedal, un hundimiento lento o un descenso del nivel, haz un diagnóstico temprano.
- Convierte la prueba de hundimiento del pedal en una parte rutinaria del mantenimiento periódico del freno.
- Vigila el desgaste de pastillas/discos; una pastilla desgastada baja de forma natural el nivel del depósito, no lo confundas con una fuga interna.

Cuando empieza una fuga interna, la bomba central se sustituye en la mayoría de los casos por completo; en condiciones de campo, renovar el retén/collarín puede no ser práctico ni seguro para todos los tipos, porque la corrosión formada en la superficie del bore desgastará rápidamente también el retén nuevo. Al tratarse de una pieza de seguridad crítica, en lugar de "ir tirando" con una bomba central sospechosa, la sustitución por el equivalente correcto es el enfoque más seguro.

Una avería de la bomba de freno correctamente diagnosticada se resuelve con un equivalente seguro y compatible. La familia de productos de bomba de freno VADEN ORIGINAL se ofrece en stock con configuraciones tipo OE adecuadas a los sistemas de freno hidráulico y hidráulico asistido por aire de doble circuito de los camiones pesados, de modo que cubra las necesidades de mantenimiento de flota y de servicio. Elige la pieza adecuada para tu vehículo verificándola mediante referencia cruzada por número OE o bastidor.

