



GUÍA TÉCNICA

Bomba de dirección hidráulica: averías, cambio y mantenimiento

Guía técnica VADEN de la bomba de dirección hidráulica en vehículos pesados: síntomas de avería, diagnóstico, sustitución paso a paso y mantenimiento del aceite.

Que la dirección de un vehículo comercial pesado pueda girarse con un solo dedo no es casualidad: durante las maniobras, la presión hidráulica soporta en lugar del conductor las toneladas de carga que recaen sobre el eje delantero. El corazón que genera esta presión es la bomba de dirección hidráulica, accionada por el motor. A diferencia de los turismos, en camiones, tractoras y autobuses el sistema de dirección trabaja con presiones y caudales mucho más elevados; la bomba desempeña su función en un entorno caliente, sometido a vibraciones y bajo carga continua. Esta guía aborda el funcionamiento de la bomba de dirección hidráulica en aplicaciones diésel pesadas, el diagnóstico correcto de los síntomas de avería, la práctica de sustitución aplicable en taller y la disciplina del aceite hidráulico que determina la vida útil de la bomba; todo ello a la luz del contexto de las marcas OE (sistemas tipo ZF, Bosch, TRW) y de las especificaciones de servicio de los fabricantes de motor y chasis.

💡 **CONSEJO — Nota E-E-A-T:** Este documento ha sido elaborado por el equipo técnico de VADEN, basándose en la experiencia de campo con sistemas de dirección de vehículos comerciales pesados. Los procedimientos son buenas prácticas del sector; para los valores exactos de par, presión y aceite, siempre prevalece el manual de servicio OE del vehículo. Última actualización: julio de 2026.

¿Qué es la bomba de dirección hidráulica? Función y principio de funcionamiento

La bomba de dirección hidráulica es una bomba hidráulica que, accionada por el motor, presuriza el aceite de dirección y transmite esta presión a la caja de dirección (unidad servo), reduciendo en gran medida el esfuerzo de dirección del conductor.

En los vehículos comerciales pesados, el tipo más habitual es la *bomba de paletas (vane)*; en algunas aplicaciones también se emplean bombas de engranajes (gear) o de pistones radiales. La bomba es accionada por el motor mediante correa (poly-V/correa trapezoidal) o directamente por engranaje. Al girar el rotor, las paletas se apoyan contra el anillo de leva por la fuerza centrífuga; las celdas que aumentan en el lado de aspiración y disminuyen en el lado de impulsión aspiran el aceite del depósito y lo impulsan a alta presión hacia la caja de dirección. Cuando el conductor gira el volante, la válvula del interior de la caja dirige esta presión hacia el lado correspondiente, generando la fuerza que gira la rueda.

Los componentes básicos de una bomba de dirección diésel pesada son los siguientes:

- **Cuerpo (housing):** Generalmente de aluminio fundido o hierro fundido; aloja los orificios de presión y aspiración y el cartucho interno.
- **Rotor y paletas (rotor & vanes):** El grupo móvil que genera la presión. El contacto entre la punta de la paleta y el anillo de leva es la zona más expuesta al desgaste.
- **Anillo de leva (cam ring):** El perfil interno ovalado que siguen las paletas; determina el carácter del caudal y la presión.
- **Eje, rodamiento/casquillo y retén (shaft, bearing, seal):** Soporta el eje de accionamiento e impide la fuga del aceite hacia el exterior. El retén del eje es el elemento que más suele presentar fugas.

- **Válvula de control de caudal y de alivio de presión (flow control & relief):** Normalmente un único cartucho; mantiene el caudal constante independientemente del régimen y corta la presión en el límite de seguridad a tope de dirección.
- **Polea o engranaje de accionamiento (pulley/gear):** El elemento de unión que recibe el movimiento del motor.

Su lugar en el sistema: la cadena bomba – depósito – caja

La bomba no trabaja sola; forma parte de un circuito hidráulico cerrado. El aceite se aspira del depósito (reservorio), pasa de la bomba por la línea de presión a la caja de dirección y, desde la caja, vuelve por la línea de retorno (en la mayoría de los sistemas, a través de un filtro de retorno) de nuevo al depósito. Cada elemento de esta cadena afecta a la salud de la bomba: un filtro de retorno obstruido, un depósito colapsado o un latiguillo estrangulado arrastran la bomba hacia la cavitación y a una avería prematura.

¿Presión o caudal?

El tacto de la dirección lo determinan dos magnitudes: el *caudal* (con qué rapidez asiste la dirección) y la *presión* (cuánta carga puede levantar). La bomba proporciona un caudal elevado a bajas velocidades, como en las maniobras de aparcamiento; la presión, en cambio, solo alcanza su máximo cuando la rueda topa con un obstáculo o al llegar a tope de dirección. Esta distinción es crítica en el diagnóstico: una dirección que se endurece al aparcar pero es normal en marcha suele deberse a bajo caudal (bomba/cavitación), mientras que una dirección dura en todas las condiciones apunta a un problema diferente.

Comparación según el tipo de accionamiento

Característica	Bomba de paletas accionada por correa	Bomba accionada por engranaje
Uso habitual	Camión, tractora, autobús (muy común)	Algunos motores pesados, doble circuito/tándem
Accionamiento	A través de correa poly-V / trapezoidal	Directamente desde el grupo de engranajes de distribución/auxiliar
Dependencia de la correa	Sí (tensión/alineación críticas)	No
Punto de avería típico	Desgaste de paletas/leva, retén del eje	Desgaste del cartucho interno, retén
Acceso para el servicio	Por lo general fácil	Difícil si está cerca de la tapa delantera del motor

⚠ ATENCIÓN — La verificación del número de pieza es imprescindible. Dentro de una misma familia de vehículos existen varias variantes de bomba con distinto ajuste de presión, caudal, tipo de polea y orientación de los orificios. "Se parece visualmente" no basta: una bomba con un ajuste de caudal/presión incorrecto puede endurecer la dirección o forzar la caja. Antes de la sustitución, coteje uno a uno el número OE de la bomba antigua, el tipo de polea/engranaje y la posición de los orificios con la referencia equivalente de VADEN.

Síntomas de avería y diagnóstico

Las averías de la bomba de dirección suelen manifestarse primero con ruido y después con pérdida de rendimiento. La siguiente tabla es una referencia rápida para el diagnóstico en taller; a continuación detallamos los síntomas diferenciadores. Dado que la mayoría de los síntomas pueden ser imitados por un nivel bajo de aceite o por aire que entra en el sistema, antes de culpar a la bomba siempre debe comprobarse el nivel y el estado del aceite.

Síntoma	Causa probable	Comprobación / verificación
Gemido/zumbido al girar la dirección (sobre todo en frío)	Aire que entra en el sistema, aceite bajo, cavitación en el lado de aspiración	Comprobación del nivel y de la espuma del aceite; estanqueidad del latiguillo/abrazadera de aspiración; purga de aire
Endurecimiento de la dirección al aparcar/a baja velocidad	Bajo caudal, desgaste paleta-leva, filtro de retorno obstruido	Medición con equipo de prueba de caudal/presión; comprobación del filtro y de las líneas
Chirrido/rugido a tope de dirección y caída de asistencia	Válvula de alivio de presión débil, fuga interna	Medición de presión a tope de dirección (breve); comprobación de la válvula/cartucho
Fuga de aceite por la zona del cuerpo/polea de la bomba	Desgaste del retén del eje o de la junta tórica del orificio	Limpiar y volver a poner en marcha para localizar el origen de la fuga
Aceite espumoso, lechoso u oscurecido/con olor a quemado en el depósito	Mezcla con aire o sobrecalentamiento/degradación del aceite	Comprobación del color/olor del aceite; investigación del origen del aire y de la refrigeración
Partículas metálicas en el aceite, traqueteo en el sistema	Desgaste interno (paleta/leva/rodamiento) en fase avanzada	Comprobación de virutas en el fondo del depósito y en el filtro; decisión de reacondicionar la bomba
Asistencia intermitente (aparece y desaparece), tacto que varía con el régimen	Patinaje/holgura de la correa, agarrotamiento de la válvula de caudal	Tensión y alineación de la correa; limpieza/sustitución de la válvula

Diagnóstico por sonido: distinguir zumbido, gemido y chirrido

El *gemido/zumbido* que se oye al girar la dirección suele ser señal de aire que entra en el sistema o de un nivel bajo de aceite; el aire forma burbujas que no pueden comprimirse dentro del aceite y, al intentar comprimirlas la bomba, se genera ruido (cavitación). Un ruido que se acentúa en frío y se atenúa al calentarse el motor apunta casi siempre a una entrada de aire por el lado de aspiración. En cambio, el rugido que aparece a *tope de dirección* indica que la válvula de alivio de presión ha entrado en acción; es normal de forma breve, pero si además cae la asistencia, hay sospecha de válvula o de fuga interna. Un sonido de *rectificado* metálico cuya frecuencia varía con el régimen sugiere desgaste mecánico interno (paleta/leva/rodamiento).

Prueba de presión y caudal

El diagnóstico más fiable se realiza con un equipo de prueba de caudal/presión conectado en serie en la línea de presión. El caudal medido con el motor a ralentí y la presión de pico a tope de dirección se comparan con la especificación del fabricante. Durante la medición hay dos reglas importantes: la dirección **no debe mantenerse a tope más de 5 segundos** (la presión y el calor excesivos dañan la bomba) y la válvula de cierre del equipo de prueba debe usarse solo brevemente. Una presión inferior a la esperada señala a la bomba; una presión normal pero con dirección dura señala al lado de la caja/válvula.

Comprobación del estado y del nivel del aceite

El paso más simple pero más omitido del diagnóstico es el depósito. Si el nivel de aceite está bajo, si está espumoso/lechoso, significa que ha entrado aire o agua en el sistema; un aceite oscurecido y con olor a quemado indica sobrecalentamiento y que la vida útil del aceite ha terminado; si hay virutas metálicas en el fondo, el desgaste interno ha avanzado. Si estos hallazgos no se resuelven antes de montar una bomba nueva, la nueva bomba correrá pronto la misma suerte.

Pasos de sustitución / instalación

⚠ ATENCIÓN — Equipo de protección individual (EPI) y seguridad: El sistema puede estar presurizado y caliente; el aceite hidráulico es irritante para la piel y los ojos. Comience el trabajo con el motor frío, use guantes y gafas, inmovilice el vehículo y coloque calzos bajo las ruedas. Nunca desmonte una línea hidráulica presurizada con el motor en marcha.

Los siguientes pasos constituyen un flujo general de buenas prácticas en un vehículo diésel pesado. Para el par, el tipo de racor de línea y la secuencia de desmontaje específicos del motor/chasis, debe seguirse obligatoriamente el manual de servicio del fabricante.

- 1 Prepare el vehículo y descargue la presión:** Detenga el motor, corte el contacto; gire la dirección varias veces para descargar la presión residual del sistema.
- 2 Recoja el aceite en un recipiente adecuado:** Vacíe el depósito y, si es posible, las líneas. El aceite hidráulico se recoge conforme a la normativa de residuos; no se vierte al suelo ni al alcantarillado.
- 3 Suelte la correa o la conexión de accionamiento:** En el sistema accionado por correa, afloje el tensor y retire la correa; antes de retirarla, fotografíe el recorrido de la correa. Aproveche la ocasión para evaluar una correa desgastada y un rodamiento de tensor fatigado.
- 4 Separe las líneas y tape las bocas:** Desmonte las líneas de presión y de retorno; para evitar la entrada de suciedad/polvo, tape de inmediato todas las bocas abiertas con tapones/bolsas limpios. En un sistema hidráulico, el mayor enemigo es la suciedad.
- 5 Desmonte la bomba antigua:** Afloje los tornillos de fijación de forma gradual. Si hay tornillos de distinta longitud, marque su posición.

- 6 Transfiera la polea/engranaje si es necesario:** Si la bomba nueva viene sin polea, transfiera la polea sin dañarla con un extractor/prensa adecuados; un golpe estropea el eje y el rodamiento.
- 7 Rellene la bomba nueva antes del montaje (priming):** Antes de montar la bomba nueva, rellénela con aceite limpio y del tipo correcto y gire el eje unas vueltas a mano. Un *primer arranque en seco* daña las paletas y el anillo de leva en cuestión de segundos; este paso no debe omitirse.
- 8 Monte la bomba en su sitio y apriete:** Apriete los tornillos de fijación al par del fabricante, de forma gradual y en la secuencia correcta. En un cuerpo de aluminio, un par excesivo significa grieta y un par insuficiente significa vibración/fuga.
- 9 Conecte las líneas con elementos de estanqueidad nuevos:** Use juntas tóricas o juntas nuevas en las conexiones banjo/racor; no reutilice una junta antigua o aplastada. Apriete los racores al par del fabricante (un apriete excesivo daña la rosca/racor).
- 10 Renueve el filtro de retorno y limpie el depósito:** Si el sistema tiene filtro de retorno, sustitúyalo; limpie el sedimento del fondo del depósito. Un depósito sucio acaba con la bomba nueva.
- 11 Rellene con el aceite correcto y purgue el aire:** Llene el depósito con el aceite prescrito por el fabricante. Con el motor *sin arrancar*, gire la dirección de tope a tope varias veces, complete el nivel; después arranque el motor a ralentí y, girando lentamente de tope a tope varias veces (sin mantener a tope de dirección), purgue el aire. Repita hasta que el nivel se estabilice y desaparezca la espuma.
- 12 Compruebe fugas, presión y tacto:** Vigile todas las conexiones, el retén del eje y el nivel del depósito; confirme que el tacto de la dirección es correcto y el sonido, limpio. Después del primer trayecto, vuelva a comprobar el nivel y las fugas.

Aspectos a tener en cuenta (errores frecuentes)

El éxito de la sustitución de la bomba de dirección reside menos en el montaje en sí y más en la elección correcta del aceite, la limpieza y la disciplina de purga de aire. Los errores más frecuentes son:

⚠ ATENCIÓN — Usar un aceite hidráulico incorrecto o mezclado es el error más caro. El ATF (tipo Dexron), el CHF (líquido hidráulico central) y los aceites de dirección específicos de cada fabricante tienen químicas distintas; un tipo incorrecto o una mezcla pueden hinchar y endurecer los retenes, provocar espuma y desgaste interno. Use siempre el único tipo de aceite aprobado por el fabricante del vehículo; si no está seguro del tipo, vacíe por completo el sistema y rellénelo con el aceite correcto.

⚠ ATENCIÓN — Arrancar la bomba nueva en seco (omitir el priming) y mantener la dirección a tope durante mucho tiempo son los dos enemigos mortales de la bomba de paletas. El primer arranque en seco desgasta la superficie paleta-leva sin aceite; mantenerla a tope de dirección bloquea la presión en el límite de alivio y calienta el aceite rápidamente, fatigando la bomba y el retén.

- **Purgar el aire de forma incompleta:** El aire que queda en el sistema genera zumbido, espuma y cavitación continuos; la purga requiere paciencia y puede necesitar varios ciclos.
- **No tapar las líneas/orificios abiertos:** El polvo y la suciedad que entran durante el desmontaje rayan la delicada válvula de caudal/presión y la superficie de las paletas, provocando una avería prematura.
- **Descuidar el filtro de retorno y el depósito:** Un filtro obstruido deja hambriento el lado de aspiración, un depósito sucio alimenta la bomba nueva; ambos significan cavitación y desgaste.
- **Omitir la tensión/alineación de la correa:** Una correa que patina provoca asistencia intermitente y chirridos, mientras que una correa demasiado tensa genera una carga excesiva sobre el rodamiento del eje y una avería prematura.
- **Cambiar solo la bomba sin buscar la causa raíz:** Si hay virutas metálicas, la suciedad se ha extendido por todo el sistema; cambiar únicamente la bomba reproduce el problema. Debe lavarse el sistema y comprobarse las líneas.

Valores técnicos y puntos de control

Los siguientes valores son referencias típicas/generales para el conjunto de los vehículos comerciales pesados; las cifras exactas de par, presión y caudal varían según la variante de vehículo y de bomba. Para los valores específicos del modelo, prevalecen los datos de servicio del fabricante.

- **Presión de trabajo del sistema:** Los sistemas de dirección de vehículos comerciales pesados trabajan típicamente a presión media en marcha/maniobra; la presión de pico a tope de dirección puede alcanzar, como referencia general, la banda de ~120–175 bar (aproximadamente 1.700–2.500 psi). En algunas aplicaciones pesadas, el ajuste de alivio es más alto. La presión de alivio exacta se indica en la especificación de la bomba/caja.
- **Caudal (flow):** Según la aplicación, se sitúa como referencia general en el orden de ~8–16 L/min; la válvula de control de caudal trata de mantener este valor constante con independencia del régimen del motor.
- **Temperatura del aceite:** En funcionamiento normal se espera que se mantenga típicamente en la banda de ~80–100 °C; superar de forma continua los ~120 °C, por una espera prolongada a tope de dirección o por una refrigeración obstruida, consume rápidamente la vida del aceite y el retén.
- **Tipo de aceite:** Según el vehículo, ATF (tipo Dexron), CHF/líquido hidráulico central o aceite de dirección específico del fabricante. El tipo y el código de homologación se indican en la tapa del depósito/manual de servicio; no se mezclan.

- **Tensión y alineación de la correa:** En los sistemas accionados por correa, la tensión debe ajustarse al valor del fabricante y la alineación de la polea debe ser correcta; la holgura significa asistencia intermitente y una tensión excesiva, carga sobre el rodamiento.

Referencias de par típicas (generales)

Los siguientes valores de par son únicamente **referencias generales** que dan una idea del orden de magnitud; para el valor real, use obligatoriamente el manual de servicio del vehículo.

Conexión	Rango típico (referencia general)	Nota
Tornillos del cuerpo/soporte de la bomba	~20–45 Nm	Gradual, secuencia correcta; no apriete en exceso en aluminio
Tornillo banjo/racor de la línea de presión	~35–70 Nm	Con junta tórica/junta nueva; cuidado con el daño en la rosca
Conexión de la línea de retorno	Abrazadera / par bajo	Abrazadera del latiguillo al valor del fabricante
Tuerca de la polea (si la hay)	Prevalece el valor del fabricante	Casi siempre específico del modelo; consulte el manual

 **CONSEJO** — En el primer arranque tras la sustitución, **mantenga corta la prueba a tope de dirección:** gire la dirección lentamente de tope a tope varias veces para purgar el aire, pero no espere más de 5 segundos en cada extremo. Complete el nivel hasta que desaparezca la espuma y se limpie el sonido.

Puntos de control en taller:

- ¿El nivel del depósito está entre *MIN-MAX* y el aceite es transparente/sin espuma?
- ¿Hay fugas en el retén del eje, las conexiones de los orificios y las líneas (limpie y vuelva a revisar)?
- ¿El sonido es limpio y la asistencia estable a ralentí y en maniobra?
- ¿La tensión/alineación de la correa y el rodamiento del tensor están en buen estado?
- ¿El filtro de retorno es nuevo y el depósito está limpio?

Mantenimiento y vida útil

La vida útil de una bomba de dirección depende en gran medida del estado del aceite hidráulico y de la limpieza del sistema; la mayoría de las veces la bomba no muere por sí misma, sino por el aceite descuidado y el aire que se cuela. Para un mantenimiento proactivo:

- **Vigile con regularidad el nivel y el estado del aceite:** El oscurecimiento del color, la espuma, el aspecto lechoso o el olor a quemado son señales tempranas de un problema interno.
- **Respete el intervalo de cambio y el tipo correcto:** Use el aceite y el intervalo de cambio indicados por el fabricante; evite mezclar tipos.
- **Renueve el filtro de retorno a tiempo:** La obstrucción del filtro provoca hambre de aspiración y cavitación; acorta directamente la vida de la bomba.

- **Localice pronto el origen de fugas y aire:** Una abrazadera floja o un latiguillo agrietado en el lado de aspiración dejan entrar aire de forma continua, generando zumbido y desgaste.
- **Gestione la correa y el tensor conjuntamente:** Una correa desgastada y un rodamiento de tensor débil acaban prematuramente incluso con una bomba nueva.
- **Cambie el hábito de tope de dirección:** Mantener la dirección a tope en espera (dejarla fija al aparcar) calienta la bomba innecesariamente; retroceder unos grados alarga su vida.

Con esta disciplina, una bomba de dirección diésel pesada ofrece una vida larga y predecible incluso bajo alta carga; como la avería suele llegar no de forma repentina, sino con síntomas rastreables que empiezan por el sonido, es posible planificar la sustitución.

Preguntas frecuentes

¿Cuáles son los síntomas de una avería de la bomba de dirección hidráulica?

Los síntomas más típicos son: gemido/zumbido al girar la dirección, endurecimiento de la dirección sobre todo al aparcar y a baja velocidad, rugido y caída de asistencia a tope de dirección, fuga de aceite por la zona de la bomba/polea y aceite espumoso/oscurificado en el depósito. Como la mayoría de estos síntomas pueden ser imitados por un nivel bajo de aceite o por aire que entra en el sistema, antes de culpar a la bomba debe comprobarse siempre el nivel y el estado del aceite.

La bomba de dirección gime/zumba, ¿cuál es la causa?

La causa más habitual es el aire que entra en el sistema o un nivel bajo de aceite; el aire forma burbujas que no pueden comprimirse dentro del aceite, generando cavitación y ruido. Un ruido que se acentúa en frío suele indicar una entrada de aire por el lado de aspiración. Si el aceite está correcto y ya se ha purgado el aire pero el ruido persiste, debe investigarse un desgaste interno (paleta/leva) o un problema en la válvula de caudal.

La dirección se ha endurecido, ¿es seguro que sea la bomba?

No siempre. Un endurecimiento solo al aparcar/a baja velocidad se relaciona casi siempre con un bajo caudal (bomba, cavitación, filtro de retorno obstruido). Una dirección dura a cualquier velocidad y en cualquier condición sugiere, más que la bomba, el lado de la caja de dirección/válvula o las conexiones mecánicas. La distinción exacta se hace con una prueba de presión/caudal.

¿Qué aceite hidráulico / aceite de dirección debo usar?

Use únicamente el tipo aprobado por el fabricante del vehículo: según la aplicación, puede ser ATF (tipo Dexron), CHF/líquido hidráulico central o un aceite de dirección específico del fabricante. El tipo y el código de homologación se indican en la tapa del depósito o en el manual de servicio. Mezclar aceites diferentes puede estropear los retenes, provocar espuma y desgaste interno; si no está seguro del tipo, vacíe el sistema y rellénelo con el aceite correcto.

¿La bomba de dirección se repara o se sustituye por completo?

En una fase temprana, si solo tiene fugas el retén del eje y las superficies internas están en buen estado, puede ser posible renovar el retén/cartucho. Sin embargo, si hay virutas metálicas en el

aceite, desgaste paleta-leva o presión baja, el grupo interno está desgastado; en ese caso, la sustitución completa por una bomba equivalente OE con la tolerancia y la durabilidad adecuadas ofrece un resultado más seguro y económico. La decisión se toma según la prueba de presión y el hallazgo de aceite/virutas.

¿Cuántos km dura una bomba de dirección hidráulica?

Una bomba que trabaja con un mantenimiento correcto del aceite, con el aceite adecuado y con un sistema limpio ofrece una larga vida en el uso comercial pesado; pero la vida útil no es una cifra fija. Un aceite incorrecto/mezclado, aire que entra, un filtro de retorno obstruido, una correa que patina o el hábito de tope de dirección pueden acortar mucho este tiempo. Lo determinante no son los km, sino el estado del aceite y la limpieza del sistema; la bomba no debe evaluarse por calendario, sino cuando aparecen síntomas de sonido y rendimiento.

¿Cómo se purga el aire del aceite tras cambiar la bomba?

Primero rellene la bomba nueva antes del montaje con el aceite correcto (priming). Tras llenar el depósito, con el motor *sin arrancar* gire la dirección de tope a tope varias veces y complete el nivel; a continuación arranque el motor a ralentí y purgue el aire girando lentamente de tope a tope varias veces (sin mantener a tope de dirección). Repita hasta que el nivel se estabilice y desaparezca la espuma.

¿Es perjudicial mantener la dirección a tope?

Sí. Mantenerla a tope de dirección bloquea la presión en el límite de la válvula de alivio y calienta el aceite rápidamente; esto fatiga innecesariamente la bomba y el retén. En lugar de mantener la dirección fija a tope al aparcar, retroceder unos grados es beneficioso tanto para la bomba como para la vida del sistema.

La bomba de dirección hidráulica es un componente que determina directamente la seguridad direccional del vehículo comercial pesado y que, con la disciplina del aceite correcto y la limpieza, ofrece una larga vida útil. Una calidad adecuada de paleta-leva, un ajuste preciso de caudal/presión y un estándar de fabricación equivalente al OE son determinantes tanto para la seguridad de conducción como para la durabilidad de la bomba. La familia de productos Bomba de Dirección Hidráulica de VADEN se fabrica con el objetivo de alcanzar la tolerancia y la durabilidad equivalentes al OE, teniendo en cuenta las condiciones de alta presión y carga continua de las aplicaciones de camión, tractora y autobús; utilizada junto con las prácticas de diagnóstico y montaje de esta guía, proporciona un rendimiento de dirección fiable y predecible.