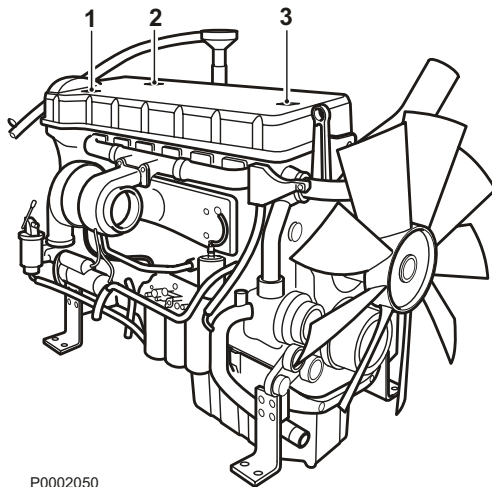


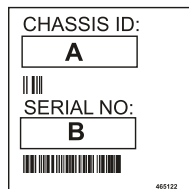
# 20-0 Información del motor, generalidades

## Diseño y Función

### Números de identificación

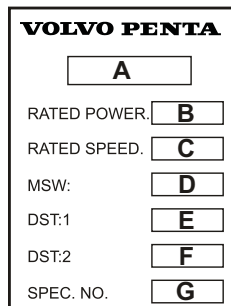


P0002050



P0002051

- 1
- A Chassinummer
- B Serienummer



P0002052

- 2
- A Motorbeteckning
- B Motoreffekt, netto (utan fläkt)
- C Max. varvtal
- D Huvudprogramvara
- E Datasats 1
- F Datasats 2
- G Produktnummer

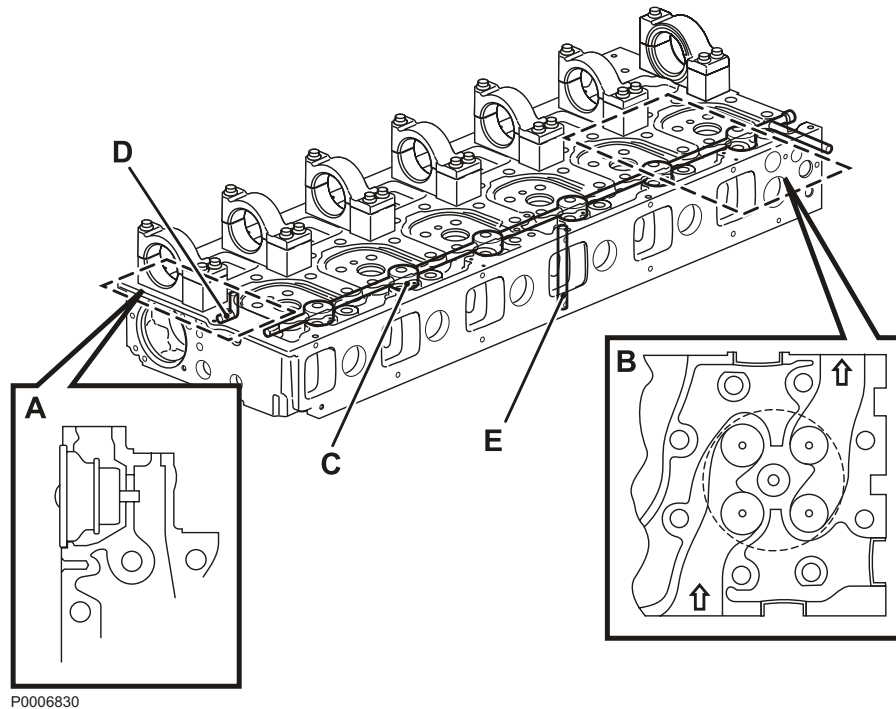


P0002053

- 3
- A Motorbeteckning
- B Specifikationsnummer
- C Serienummer

## Grupo 21: Motor

### Culata



La culata está fundida en una pieza de hierro fundido aleado para un apoyo estable del árbol de levas en cabeza.

La caja del termostato de refrigerante está integrada en la culata (**A**).

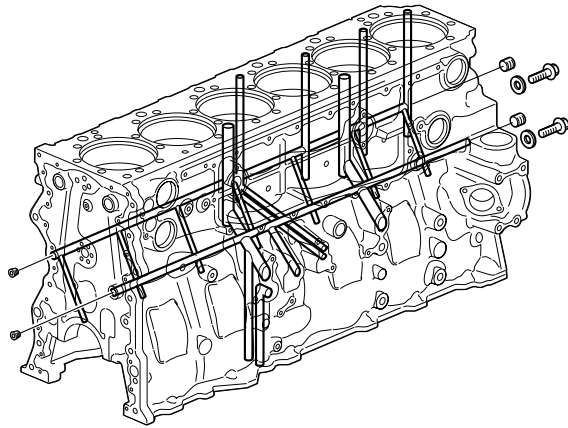
La culata tiene conductos de admisión y escape separados con paso transversal, denominado "cross flow" para cada cilindro (**B**).

El conducto de combustible para los inyectores-bomba está taladrado longitudinalmente en la culata y tiene un espacio anular alrededor de cada inyector-bomba (**C**).

La presión de aceite del mecanismo de balancines se mide en un conducto junto al tapón (**D**).

Hay un conducto para la lubricación del árbol de levas y los balancines está taladrado centralmente en el lado izquierdo de la culata (**E**).

Las guías de válvula están hechas de hierro fundido aleado, y todas las guías de válvula tienen retenes de aceite. Los asientos de válvula son cambiables y fabricados de acero.



P0006831

El bloque de cilindros está fabricado de hierro fundido y moldeado en una sola pieza. Los lados del bloque tienen forma acopada (B) alrededor de cada cilindro para obtener una rigidez alta y buena insonorización.

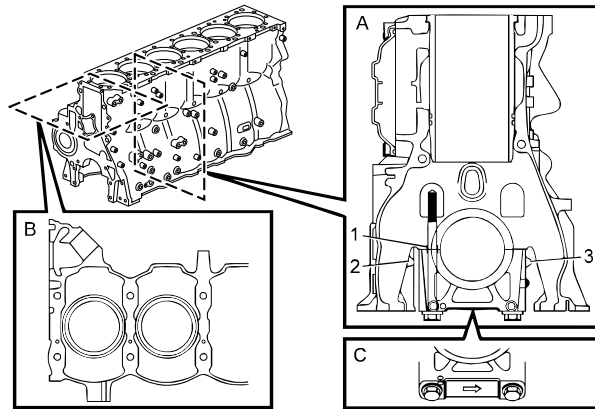
A partir del n° de motor 2016010025 hay una toma en el lado izquierdo del bloque para el separador de aceite.

Todos los conductos de aceite lubricante están maquinados directamente en el bloque. Hay dos conductos longitudinales: el conducto de refrigeración de los pistones en el lado derecho y el conducto de lubricación principal en el lado izquierdo. Los conductos están tapados en ambos extremos. En la parte trasera hay también un conducto para la alimentación de aceite de la distribución.

En la parte inferior del bloque hay montado un marco de refuerzo de chapa de acero de 6 mm para reducir las vibraciones y así el ruido del motor.

El cárter es de plástico y está montado con 16 tornillos tarados por muelle en la base del bloque. La junta entre el bloque y el cárter está formada por una lista de goma de una sola pieza, situada en una ranura del cárter.

## Bloque de cilindros



P0006832

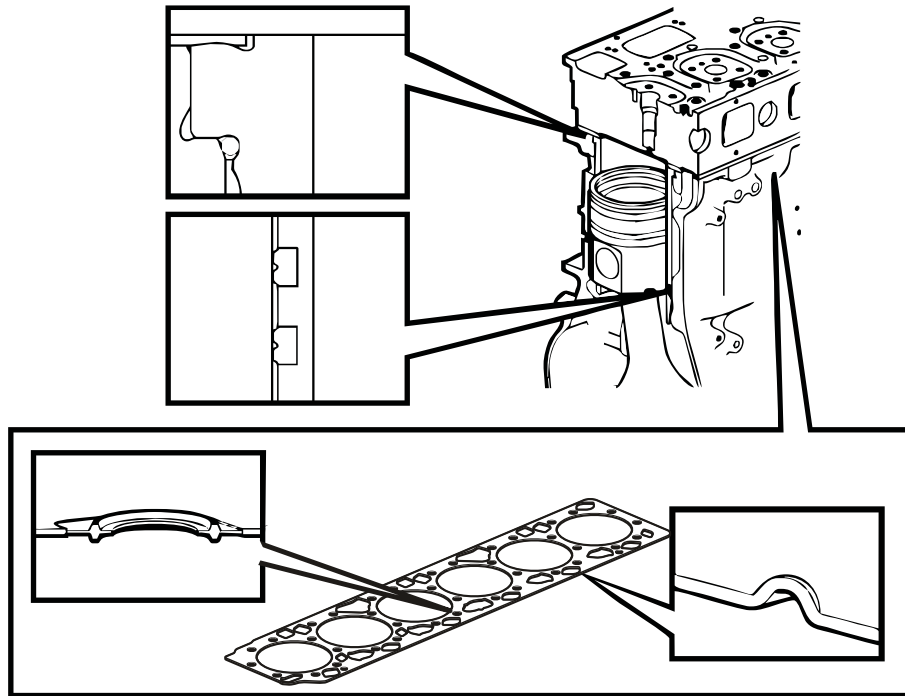
Los sombreretes de cojinete de bancada del bloque (A) se guían con manguitos insertados a presión en el bloque (1). Para evitar el montaje incorrecto, los sombreretes están numerados del 1 al 7 y tienen resaltes fundidos en el bloque (2) y los sombreretes (3). En la parte inferior de los sombreretes hay también marcas de flecha (C) que deben orientarse hacia el lado de admisión del motor.

La junta de la culata es de acero y de una sola pieza para todo el motor. La junta tiene retenes de goma vulcanizados para el paso de aceite y refrigerante. La junta también tiene varios resaltes convexos para guiar la culata en la junta al montar y no dañar los anillos de goma de la junta.

La culata se coloca contra los resaltes guía del bloque, con una pequeña separación de la placa de distribución. A continuación, la culata se pone horizontal contra la placa de distribución. Cuando la culata está colocada, se atornilla contra el bloque y los resaltes se aplanan.

## Pistones, camisas, bielas

### Camisa



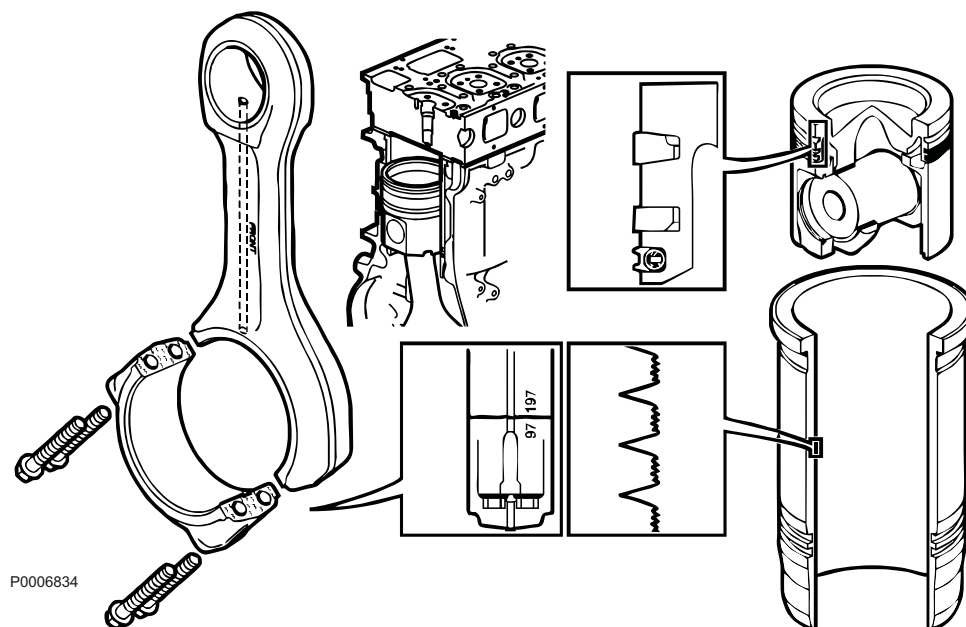
P0006833

El bloque tiene camisas húmedas cambiables, fundidas centrifugamente en hierro fundido aleado.

El espacio de refrigerante alrededor de las camisas se obtura contra el bloque con tres retenes. La parte superior se obtura con un anillo alrededor del collar de la camisa.

La parte inferior de la camisa se obtura con dos anillos de goma. La parte superior, cercana al refrigerante, es de color negro; y la parte inferior, hacia el lado de aceite, de color violeta.

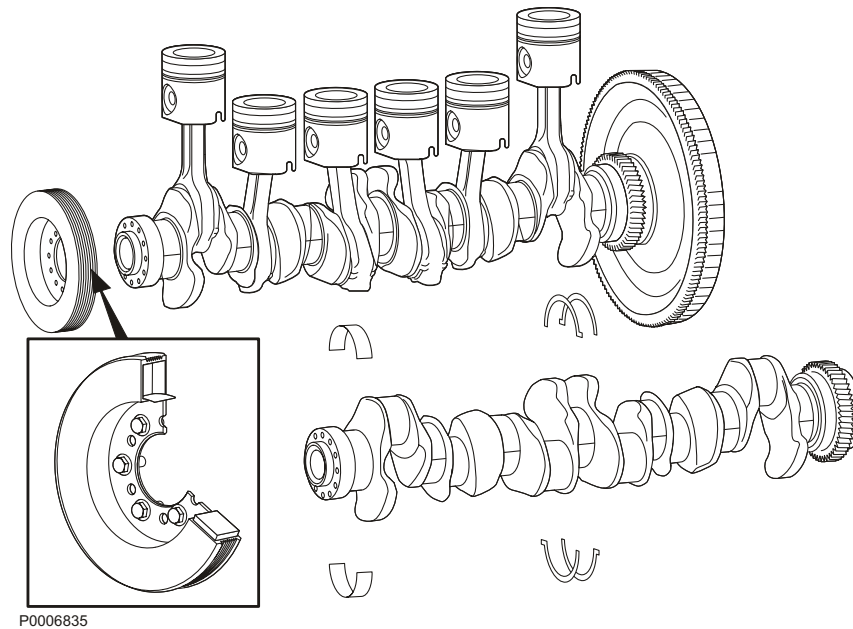
## Pistón y Biela



Los pistones son de aluminio y tienen tres segmentos: el segmento de compresión superior tipo “Keystone”; el segmento central es de compresión con sección rectangular; y el segmento inferior es un rascador de aceite tarado por muelle.

Las bielas están forjadas y tienen el extremo de cojinete de cigüeñal “partido”; es decir, dividido en una superficie plana no maquinada. El extremo superior tiene un buje montado a presión que es lubricado por un canal taladrado en la biela.

## Cigüeñal, amortiguador de vibraciones, volante



El cigüeñal está forjado por estampación en caliente en una sola pieza y tiene las superficies de cojinete templadas a inducción para aumentar la resistencia y reducir el riesgo de grietas.

El cigüeñal tiene 7 cojinetes de bancada, y cada casquillo de biela está situado entre dos cojinetes de bancada. En el cojinete de bancada central hay cojinetes axiales. Los cojinetes de bancada y de biela tienen semicojinetes de acero plateados con níquel plomo y revestidos de bronce plomo.

El cigüeñal se puede rectificar con cinco subdimensiones.

En las partes trasera y delantera, el cigüeñal tiene un cubo integrado para fijar el piñón de distribución (parte trasera) y el amortiguador de vibraciones / polea de correa (parte delantera).

En la cubierta delantera hay un retén de teflón que obtura el extremo delantero del cigüeñal. El retén de teflón tiene un revestimiento de fieltro como un guardapolvo. En el alojamiento del amortiguador de vibraciones hay un anillo de acero de libre rotación que funciona como masa de oscilación. Entre el anillo de acero y el alojamiento, el amortiguador está lleno de aceite de silicona espeso de gran viscosidad. Las vibraciones son amortiguadas cuando el aceite equilibra la rotación pulsante del cigüeñal y la rotación regular del anillo de acero.

En el extremo trasero del cigüeñal está montado el piñón de distribución. El piñón tiene una espiga guía para el montaje correcto en el cigüeñal. En el extremo del cigüeñal hay un retén de silicona que obtura entre el cigüeñal y el piñón de distribución.

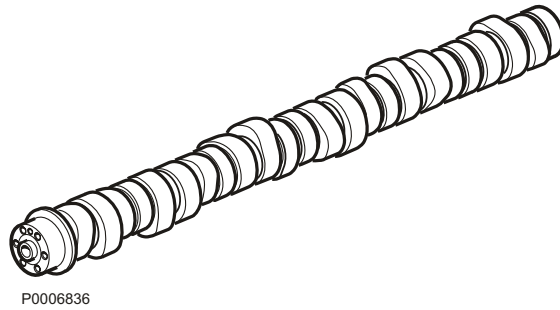
Alrededor del piñón de distribución de la culata está montada la cubierta de distribución/cubierta del volante combinada. Una junta de teflón obtura entre la cubierta del volante y el piñón de distribución del cigüeñal. La junta tiene un revestimiento exterior de fieltro para proteger contra el polvo.

El piñón de distribución del cigüeñal tiene una espiga guía trasera que entra en el volante para evitar el montaje incorrecto. Los pernos del volante se fijan a través del volante, el piñón del cigüeñal y el cigüeñal.

En la superficie periférica del volante hay varias ranuras fresadas para el sensor de régimen del sistema de inyección.

La lubricación se hace por canales separados en el bloque para cada cojinete de bancada, y a partir de allí sale un canal hacia la muñequilla de cigüeñal más cercana.

## Árbol de levas



El árbol de levas va montado en cabeza y está templado por inducción. Los muñones de cojinete son rectificables y tienen casquillos de cojinete cambiables.

El árbol de levas va apoyado en siete alojamientos de cojinete maquinados conjuntamente y numerados del 1 al 7, visto desde la parte delantera del motor. El cojinete trasero es axial.

El árbol de levas tiene tres levas por cilindro. Una para las válvulas de admisión, una para las válvulas de escape y una central para el inyector-bomba.

En la brida trasera del árbol de levas está montado el piñón del árbol de levas con un amortiguador de vibraciones hidráulico exterior. El piñón del árbol de levas y el amortiguador de vibraciones tienen agujeros para la espiga guía del árbol de levas, para evitar el montaje incorrecto. El amortiguador de vibraciones tiene dientes para dar señal al sensor del árbol de levas.

Frente al alojamiento de cojinete trasero hay una brida con la marca del árbol de levas: cifras 1-6 y TDC (Top Dead Center).

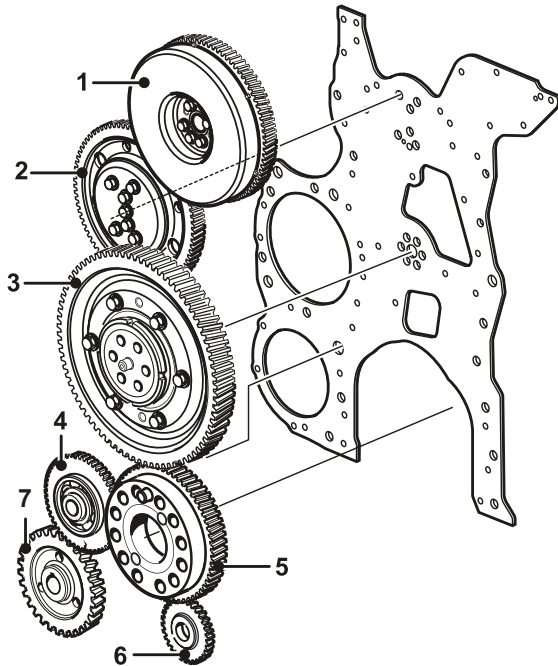
A partir el n° de motor 2016010025, la marca está en el canto delantero. El TDC (PMS) se utiliza para el ajuste básico del árbol de levas y debe estar entre las dos rayas del alojamiento de cojinete cuando el volante está en la marca 0°. La marca numérica se utiliza para ajustar las válvulas y los inyectores.

En la cubierta del árbol de levas hay un puente de balancines fijado con tornillos. En él están montados los balancines con bujes de acero tratados superficialmente montados a presión. Un yugo de válvula transfiere el movimiento del balancín a las válvulas. El contacto del balancín con el árbol de levas se hace mediante un rodillo y con la brida de válvula con una rótula y un tornillo de ajuste.

Las válvulas de escape tienen dos muelles.

Las guías de válvula son de hierro fundido aleado y los asientos de válvula son de acero; ambos son cambiables. Todas las guías de válvula tienen retenes de aceite.

## Distribución del motor



P0006837

- 1 Piñón de árbol de levas
- 2 Piñón intermedio superior
- 3 Piñón doble
- 4 Piñón intermedio inferior
- 5 Piñón del cigüeñal
- 6 Engranaje propulsor, bomba de aceite lubricante
- 7 Engranaje propulsor, bomba de combustible/servobomba

La distribución está montada en la parte trasera del motor en una placa de acero de 6 mm de grosor, atornillada en la culata y el bloque, y fijada con dos casquillos guía y una espiga guía. Todos los engranajes son oblicuos y nitrotemplados.

El piñón del cigüeñal (5) también funciona como separador entre la brida del cigüeñal y el volante. El piñón está atornillado con 12 tornillos pasantes y fijado en el cigüeñal con dos tornillos hexagonales y una espiga guía.

Sobre el piñón del cigüeñal hay un doble piñón (3) formado por dos piñones unidos con tornillos. Los piñones van premontados en un cubo apoyado en dos cojinetes de rodillos cónicos. El piñón interior acciona el piñón intermedio (2) superior (ajustable), el cual a su vez acciona el piñón del árbol de levas (1) y está apoyado en un buje del cubo.

El juego entre flancos de dientes se ajusta entre el piñón intermedio superior (2) y el piñón del árbol de levas (1), después de hacer alguna intervención en la distribución.

El piñón del árbol de levas (1) está fijado con tornillos en la brida del árbol de levas y guiado con una espiga guía. Por fuera, está montado el amortiguador de vibraciones provisto de dientes para el sensor del árbol de levas.

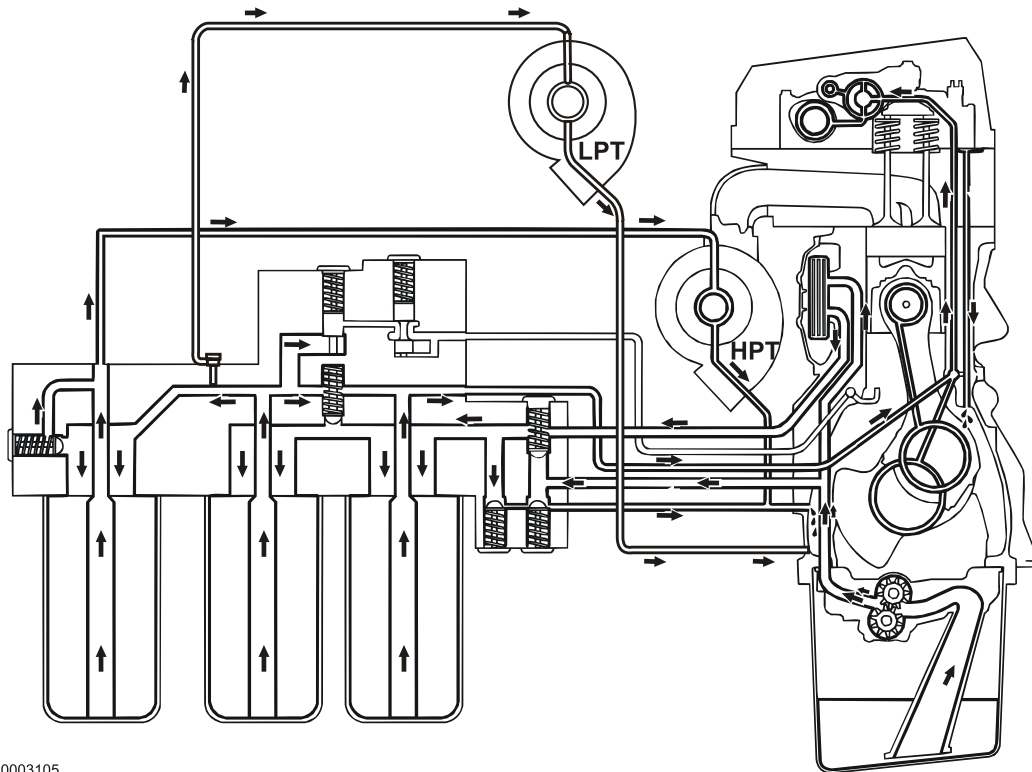
El piñón intermedio inferior (4) está apoyado en un cojinete de bolas de dos filas, y acciona la bomba combinada de combustible/servobomba. El piñón está fijado con un tornillo que atraviesa la cubierta del volante y se enrosca en el bloque de cilindros.

El piñón de accionamiento (7) está montado en el eje atravesante de la servobomba, que acciona la bomba de combustible.

El piñón de accionamiento (6) de la bomba de aceite lubricante se acciona directamente desde el piñón del cigüeñal.

## Grupo 22: Sistema de lubricación

### Sistema de lubricación, principio



P0003105

Sistema de lubricación para motores industriales de 16 litros. El turbo de baja presión (LPT) solamente está instalado en el TWD1643GE.

El motor es lubricado a presión por una bomba de engranaje acoplada en la distribución del motor. El caudal de aceite se regula con 7 válvulas.

La bomba del aceite es accionada directamente por los engranajes del cigüeñal e impulsa el aceite hacia dos filtros de paso total y a un filtro de derivación (filtro turbo). El filtro de derivación tiene un paso bajo y un alto grado de filtración.

A lo largo del bloque hay taladrados dos conductos. El conducto del lado izquierdo del bloque es el del aceite lubricante que suministra aceite a todos los cojinetes del mecanismo del cigüeñal. El conducto de aceite lubricante está tapado en ambos extremos.

El otro conducto, en el lado derecho del bloque, es el de refrigeración de los pistones que suministra aceite a los pistones para la refrigeración y la lubricación. El conducto de refrigeración de los pistones está tapado en ambos extremos.

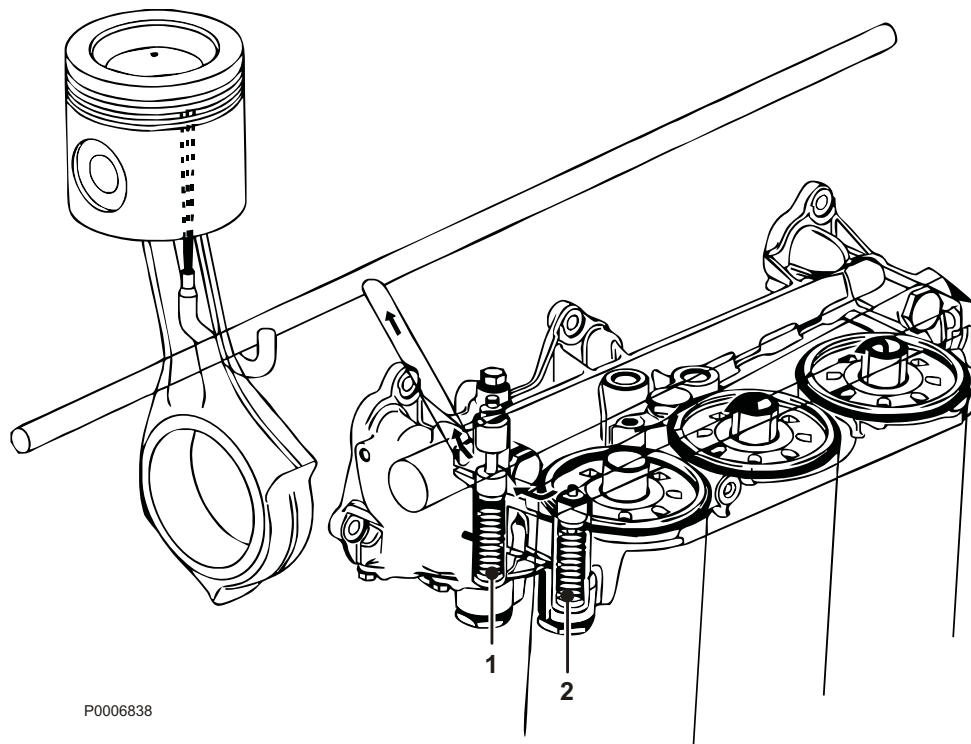
Todos los cojinetes de la culata se lubrican desde el puente de balancines hueco, que está conectado con el bloque mediante un conducto fundido centralmente en el bloque.

El cuerpo de la bomba de aceite lubricante es de aluminio. La bomba es accionada directamente por el piñón del cigüeñal. El cuerpo de bomba y las dos ruedas de bomba están mecanizados conjuntamente y no se pueden cambiar por separado. Los ejes de las ruedas de bomba están apoyados directamente en el cuerpo de bomba. Los tubos de aspiración y presión son de acero y se obturan contra la tapa de la bomba y la cámara de distribución de aceite con juntas de goma.

El cuerpo de bomba está atornillado en la parte inferior del bloque y funciona como soporte del colador de aspiración que también se fija en el marco de refuerzo. La válvula de seguridad de la bomba de aceite está en el cuerpo de filtro.

El enfriador de aceite es de tipo plano. Está situado en el lado derecho del motor, en el interior de la tapa lateral de la camisa refrigerante y está totalmente rodeado de refrigerante.

## Sistema de refrigeración de pistones



P0006838

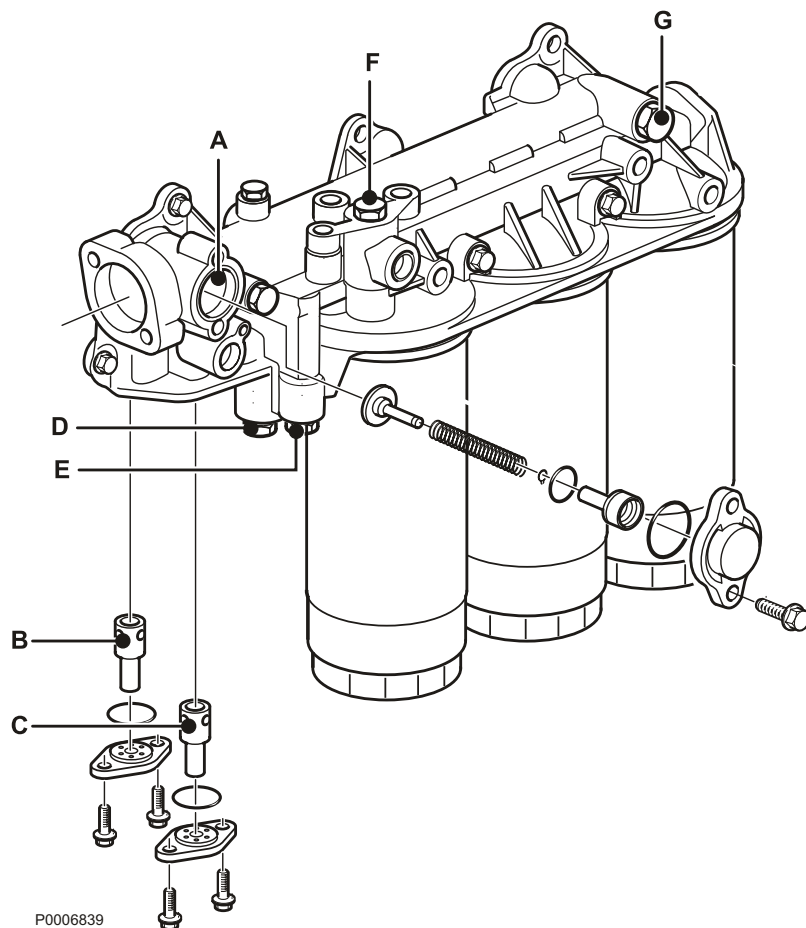
El aceite para refrigerar los pistones se filtra en el filtro de paso total y es regulado por dos válvulas de corredera taradas por muelle. La válvula (2) detecta la presión hacia y desde la válvula de refrigeración de los pistones y está directamente conectada con el conducto de aceite filtrado. La válvula (1) es una válvula reguladora y proporciona una presión de refrigeración de los pistones constante, independientemente del régimen del motor.

La válvula de apertura n (2) es una válvula de corredera tarada por muelle que abre y cierra el flujo de aceite. Abre a  $>2,5$  bares, cierra a  $<2,5$  bares.

La válvula reguladora (1) de refrigeración de los pistones es una válvula de corredera tarada por muelle. El aceite entra por la cámara inferior y pasa por el agujero de la pared intermedia hacia la cámara de aceite superior. La presión del aceite dirigido hacia arriba por el canal presiona la corredera hacia abajo. La parte central de la corredera regula el paso en la pared intermedia y, así, la presión de refrigeración de pistones, que es constante.

Los pistones son enfriados con aceite con el método de cámara hueca. El aceite es empujado verticalmente hacia arriba en un canal del pistón mediante la boquilla de refrigeración de pistón del bloque. Luego, el aceite sigue ascendiendo hasta un canal circular de la parte superior del pistón y es drenado de vuelta al cárter.

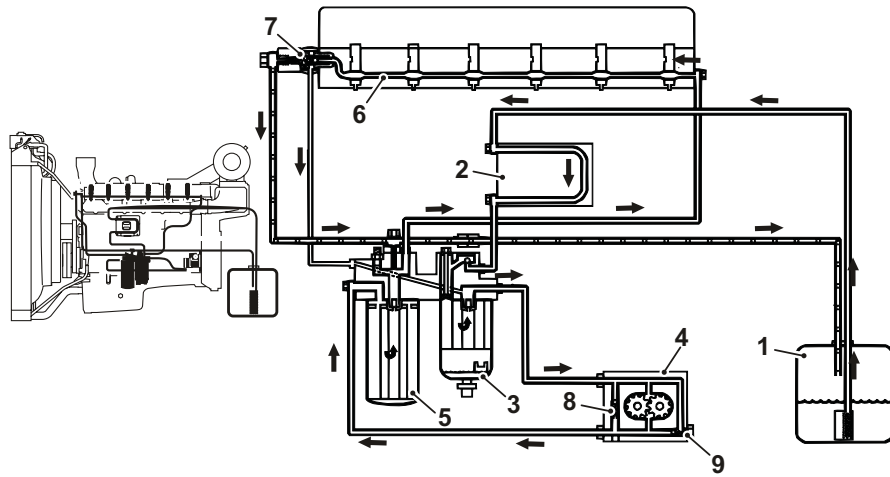
## Válvulas, vista general



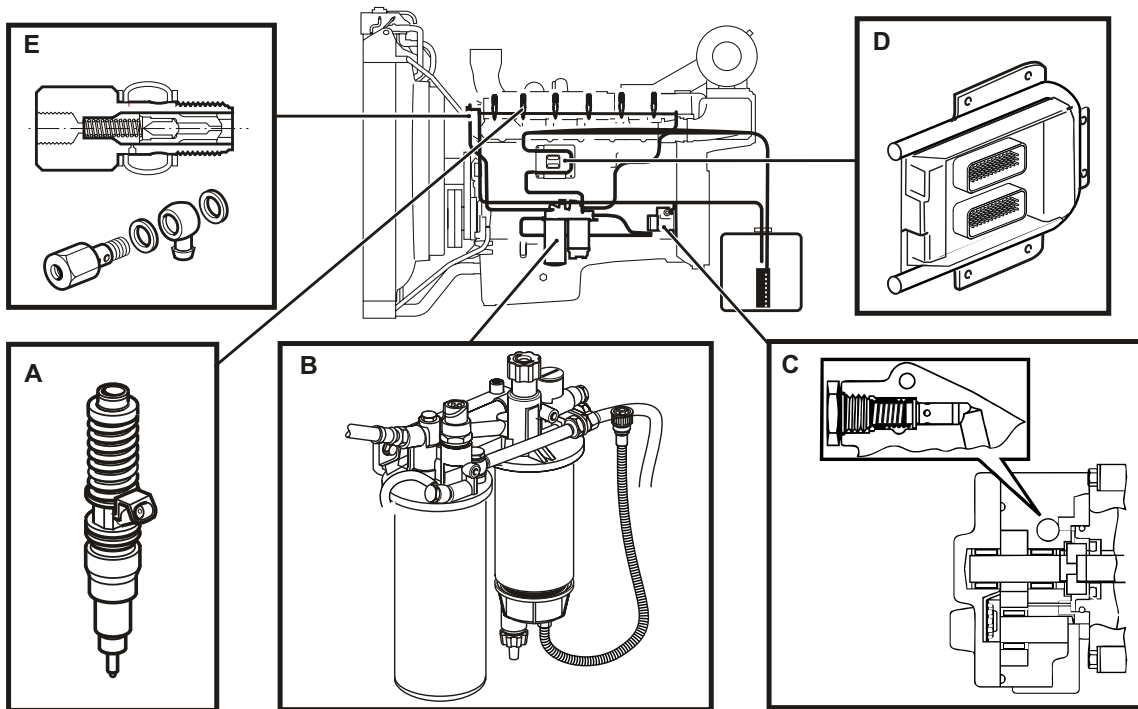
- A Válvula de derivación para el enfriador de aceite
- B Válvula de seguridad
- C Válvula reductora
- D Válvula reguladora para la refrigeración de los pistones
- E Válvula de abertura para la refrigeración de los pistones
- F Válvula de rebose para el filtro de derivación
- G Válvula de rebose para el filtro de paso total



## Grupo 23: Sistema de combustible



P0003106



P0003108

El sistema de combustible comprende<sup>(3)</sup> **Todos** los motores VE y motores GE de versión anterior, pero **NO** TWD1643GE.

3. Para las denominaciones de motor, ver *Números de identificación en la pag. 52.*

Para cada cilindro hay un inyector-bomba controlado electrónicamente que funciona con una presión muy alta. La presión se genera mecánicamente mediante los balancines del árbol de levas en cabeza. La inyección es controlada electrónicamente desde la unidad de mando.

El combustible va desde el depósito (1) al serpentín de enfriamiento (2) de la unidad de mando, y desde allí hacia el lado de aspiración de la bomba de combustible, a través del prefiltro de combustible (3). La bomba de alimentación (4) impulsa el combustible al cuerpo del filtro, a través del filtro principal (5), hacia el conducto de combustible longitudinal de la culata.

El conducto de combustible (6) abastece combustible a cada inyector-bomba a través de un espacio en forma de anillo alrededor de cada inyector-bomba.

**A** Los inyectores-bomba son una combinación de bomba de inyección e inyector que funcionan con una presión muy superior a la de un inyector convencional. La presión de descarga es de unos 260 bares y la de trabajo puede llegar a 2.000 bares.

El momento de la inyección y la cantidad de combustible vienen determinados por la unidad de mando que emite señales a las válvulas de combustible de mando electromagnético incorporadas a los inyectores-bomba. En estos la presión es transmitida mediante balancines desde un saliente en el árbol de levas.

Los inyectores-bomba se fabrican con homologación de tolerancia, cada inyector está marcado con un código sobre la cara superior de la conexión eléctrica. Al efectuar cualquier cambio es obligatorio programar los nuevos códigos.

**B** En el cuerpo del filtro de combustible hay un cebador manual para purgar el aire del sistema de combustible. El drenaje de agua se hace a mano en el separador de agua del prefiltro de combustible. Una válvula de retención integrada a la bomba impide que el combustible realice el camino inverso cuando se para el motor.

**C** La bomba de alimentación es del tipo de engranajes y es accionada por el cigüeñal mediante un engranaje intermediario. Para tener la seguridad de que se llenen los inyectores-bomba se precisa una presión elevada. El flujo ha de ser el suficiente para compensar eventuales diferencias de temperatura en el canal de combustible que hay en la culata.

La válvula de rebose regula la presión de combustible que llega a los inyectores. La válvula de retención (7) hace que el combustible no regrese cuando se para el motor.

Posteriormente el combustible sale por la parte delantera de la culata, desde donde baja al cuerpo de filtro y se mezcla con el combustible del lado de aspiración y es devuelto a la bomba de alimentación.

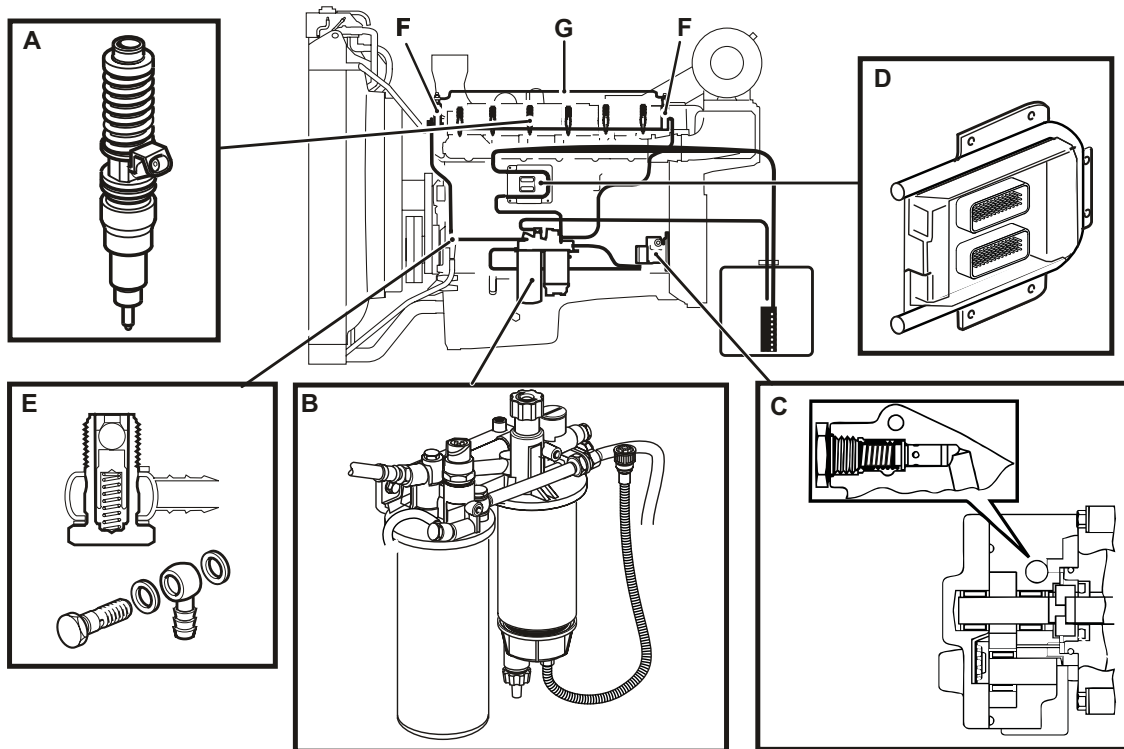
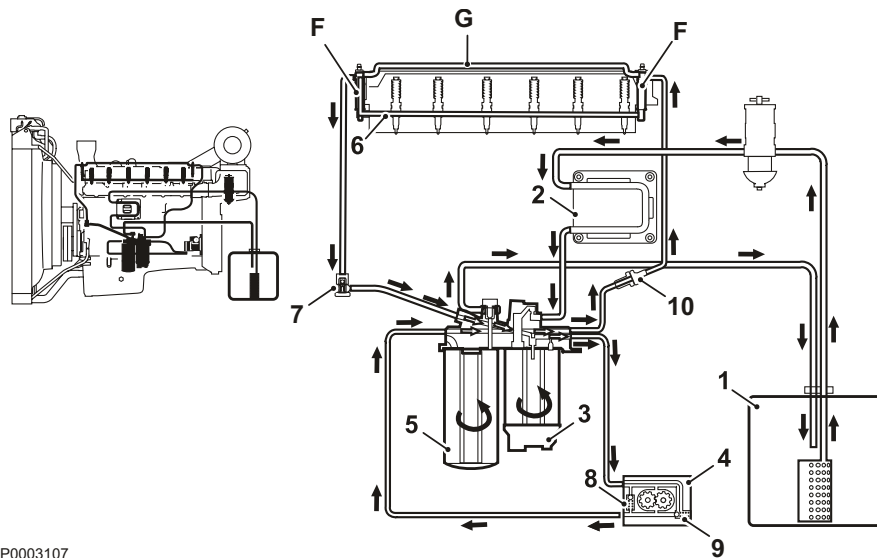
En la bomba de alimentación hay dos válvulas, la válvula de seguridad (8) que permite que el combustible vuelva al lado de aspiración cuando la presión es excesiva (p. ej. cuando el filtro está obturado) y la válvula de retención (9) que abre cuando se utiliza el cebador del prefiltro.

**D** La unidad de mando está atornillada al motor con cuatro bloques de goma absorbentes de vibraciones y es enfriada por el combustible a través de un serpentín atornillado a su cara exterior, antes del lado de aspiración en la bomba de alimentación.

La unidad de mando recibe información continua procedente de varios sensores que hay en el motor para poder determinar la cantidad de combustible y el avance de la inyección. A través de cables eléctricos las señales de mando se dirigen a las válvulas de combustible de los inyectores-bomba. La unidad de mando almacena eventuales anomalías y discrepancias que pueden aparecer en el sistema. También se almacenan averías esporádicas para que puedan detectarse posteriormente.

**E** El combustible de rebose procedente de esta válvula se mezcla con el combustible proveniente del lado de aspiración del cuerpo de filtro y es devuelto a la bomba de alimentación.

En el tubo de retorno desde la culata hay un tornillo hueco que incorpora una válvula de rebose la cual regula la presión de alimentación al sistema de combustible. La presión de apertura es de 300-550 kPa, esta elevada presión es necesaria para garantizar el llenado de los inyectores-bomba. La válvula de rebose dispone también de una válvula de purga de aire integrada que purga automáticamente el sistema y conduce una pequeña cantidad de combustible de regreso al tanque.



Sistema de combustible con Tubo elevado (riser). Comprende<sup>(4)</sup> **Todos** los motores de versión reciente excepto 1650VE.

4. Para designaciones de motor, ver *Números de identificación en la pag. 52.*

Para cada cilindro hay un inyector-bomba controlado electrónicamente que funciona con una presión muy alta. La presión se genera mecánicamente mediante los balancines del árbol de levas en cabeza. La inyección es controlada electrónicamente desde la unidad de mando.

El combustible va desde el depósito (1) al serpentín de enfriamiento (2) de la unidad de mando, y desde allí hacia el lado de aspiración de la bomba de combustible, a través del prefiltro de combustible (3). La bomba de alimentación (4) impulsa el combustible al cuerpo del filtro, a través del filtro principal (5), hacia el conducto de combustible longitudinal de la culata.

Para garantizar un arranque inmediato, incluso después de periodos de larga inactividad, hay dos volúmenes, tubos de nivel, denominados "rais" (F) situados en la entrada y la salida de la culata. Los dos tubos de nivel están unidos por la manguera delgada (G). La válvula de retención (10) impide que el combustible vuelva al tanque cuando el motor está parado.

- A** Los inyectores-bomba son una combinación de bomba de inyección e inyector que funcionan con una presión muy superior a la de un inyector convencional. La presión de descarga es de unos 260 bares y la de trabajo puede llegar a 2.000 bares. El momento de la inyección y la cantidad de combustible vienen determinados por la unidad de mando que emite señales a las válvulas de combustible de mando electromagnético incorporadas a los inyectores-bomba. En estos la presión es transmitida mediante balancines desde un saliente en el árbol de levas. Los inyectores-bomba se fabrican con homologación de tolerancia, cada inyector está marcado con un código sobre la cara superior de la conexión eléctrica. Al efectuar cualquier cambio es obligatorio programar los nuevos códigos.
- B** En el cuerpo del filtro de combustible hay un cebador manual para purgar el aire del sistema de combustible. El drenaje de agua se hace a mano en el separador de agua del prefiltro de combustible. Una válvula de retención integrada a la bomba impide que el combustible realice el camino inverso cuando se para el motor.

El conducto de combustible (6) abastece combustible a cada inyector-bomba a través de un espacio en forma de anillo alrededor de cada inyector-bomba.

A continuación, el combustible llega al canto delantero de la culata desde donde continúa hasta la válvula de rebose (7).

La válvula de rebose regula la presión de combustible que llega a los inyectores. Seguidamente, el combustible fluye hasta el cuerpo del filtro, se mezcla con el combustible procedente del lado de aspiración y se devuelve a la bomba de alimentación.

En la bomba de alimentación hay dos válvulas, la válvula de seguridad (8) que permite que el combustible vuelva al lado de aspiración cuando la presión es excesiva (p. ej. cuando el filtro está obturado) y la válvula de retención (9) que abre cuando se utiliza el cebador del prefiltro.

- D** La unidad de mando está atornillada al motor con cuatro bloques de goma absorbentes de vibraciones y es enfriada por el combustible a través de un serpentín atornillado a su cara exterior, antes del lado de aspiración en la bomba de alimentación. La unidad de mando recibe información continua procedente de varios sensores que hay en el motor para poder determinar la cantidad de combustible y el avance de la inyección. A través de cables eléctricos las señales de mando se dirigen a las válvulas de combustible de los inyectores-bomba. La unidad de mando almacena eventuales anomalías y discrepancias que pueden aparecer en el sistema. También se almacenan averías esporádicas para que puedan detectarse posteriormente.
- E** El combustible de rebose procedente de esta válvula se mezcla con el combustible proveniente del lado de aspiración del cuerpo de filtro y es devuelto a la bomba de alimentación.

**C** La bomba de alimentación es del tipo de engranajes y es accionada por el cigüeñal mediante un engranaje intermediario. Para tener la seguridad de que se llenen los inyectores-bomba se precisa una presión elevada. El flujo ha de ser el suficiente para compensar eventuales diferencias de temperatura en el canal de combustible que hay en la culata.

En el tubo de retorno desde la culata hay un tornillo hueco que incorpora una válvula de rebose la cual regula la presión de alimentación al sistema de combustible. La presión de apertura es de 340-450 kPa, esta elevada presión es necesaria para garantizar el llenado de los inyectores-bomba. En el cuerpo del filtro de combustible, hay una válvula de purga que purga de aire el sistema automáticamente y que hace fluir una pequeña cantidad de combustible de retorno al depósito.

**F/G** Tubos de nivel, los denominados "raisar" se encuentran en la entrada y la salida de la culata para garantizar que haya combustible para un arranque inmediato. Es necesario mantener las dimensiones de la manguera delgada y del racor y no deben modificarse.

## Inyectores bomba

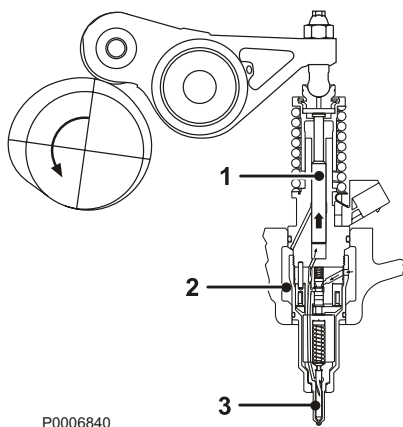
El trabajo de los inyectores-bomba se divide en cuatro fases:

- Fase de llenado
- Fase de derrame
- Fase de inyección
- Fase reductora de presión

El pistón de la bomba aspira siempre la misma cantidad de combustible a través del inyector, sólo cuando la válvula de combustible está cerrada ocurre que se genera la presión y se produce la inyección. La duración y momento del impulso de corriente determina la cantidad a inyectar y el avance de inyección respectivamente.

Las imágenes tienen las siguientes posiciones:

- 1 Pistón de bomba
- 2 Conducto de combustible
- 3 Aguja de tobera



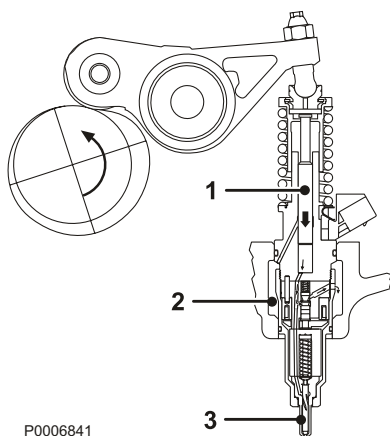
### Fase de llenado

Durante esta fase el pistón de la bomba se halla en su carrera ascendente hasta el punto superior máximo.

Se sobrepasa el punto máximo de la leva del árbol de levas y el balancín se dirige al círculo básico del árbol de levas.

La válvula de combustible está en posición abierta ya que no pasa corriente por la electroválvula. El combustible puede así ser aspirado desde el canal, derivándose de la válvula de combustible, entrando en el cilindro de la bomba.

El llenado prosigue hasta que el pistón de la bomba llega a su punto superior máximo.



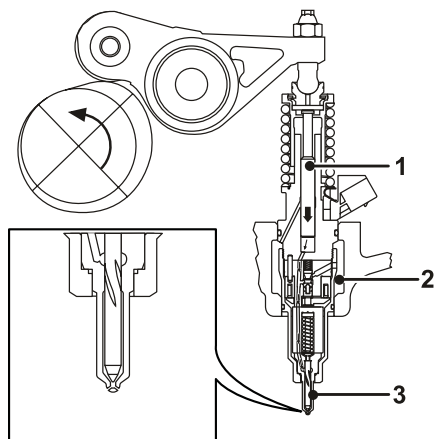
### Fase de derrame

La fase de derrame empieza cuando el árbol de levas ha girado a la posición en la que la leva, a través del balancín, empieza a presionar el pistón. El combustible regresa a través de la válvula al canal.

La fase de derrame prosigue mientras permanece abierta la válvula de combustible.

Las imágenes tienen las siguientes posiciones:

- 1 Pistón de bomba
- 2 Conducto de combustible
- 3 Aguja de tobera



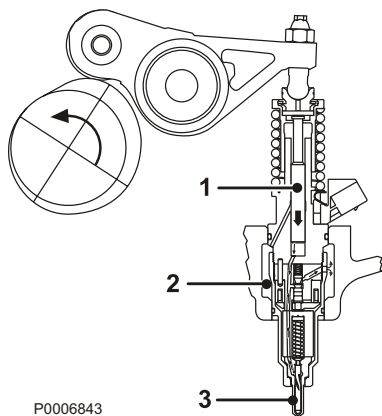
P0006842

### Fase de inyección

Empieza esta fase cuando la unidad de mando deja paso a la corriente para la electroválvula y se cierra la válvula de combustible.

La leva del árbol sigue empujando al pistón de la bomba a través del balancín. Como el pasaje a través de la válvula de combustible está cerrado se forma rápidamente una presión. La presión levanta la aguja de la tobera y se produce la inyección.

La fase de inyección prosigue mientras permanece cerrada la válvula de combustible.



P0006843

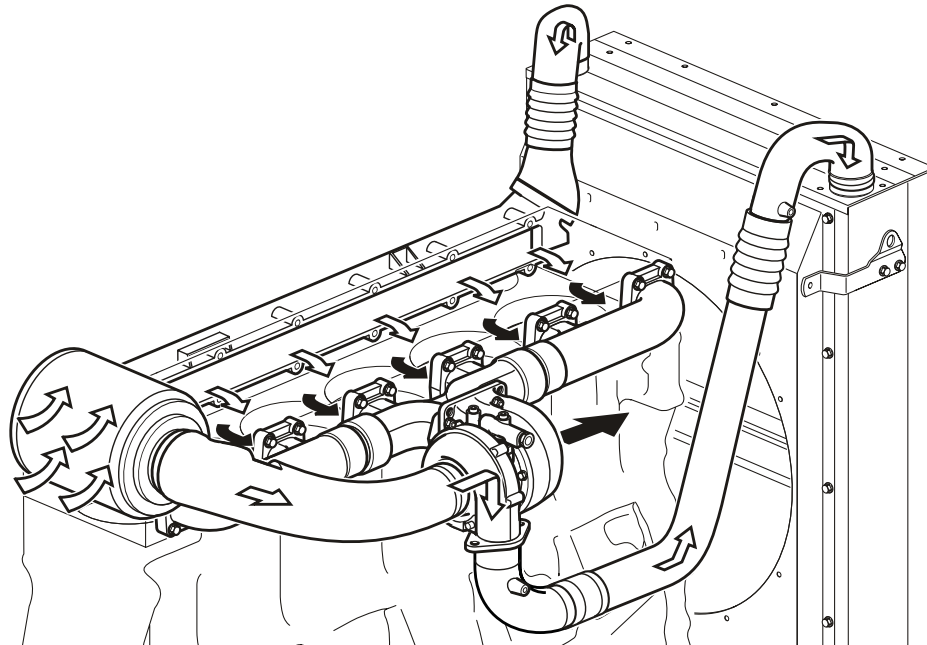
### Fase reductora de presión

Esta fase empieza cuando la unidad de mando calcula que el motor ha obtenido la cantidad de combustible necesaria y corta entonces el pulso de corriente a la electroválvula. La válvula de combustible abre y éste regresa al conducto de combustible. La presión desciende rápidamente y la aguja de la tobera cierra interrumpiéndose la inyección.

## Grupo 25: Sistemas de admisión y escape

TAD1640GE, TAD1641GE, TAD1641VE,  
TAD1642GE, TAD1642VE, TAD1643VE,  
TAD1650VE

### Turbo



P0006844

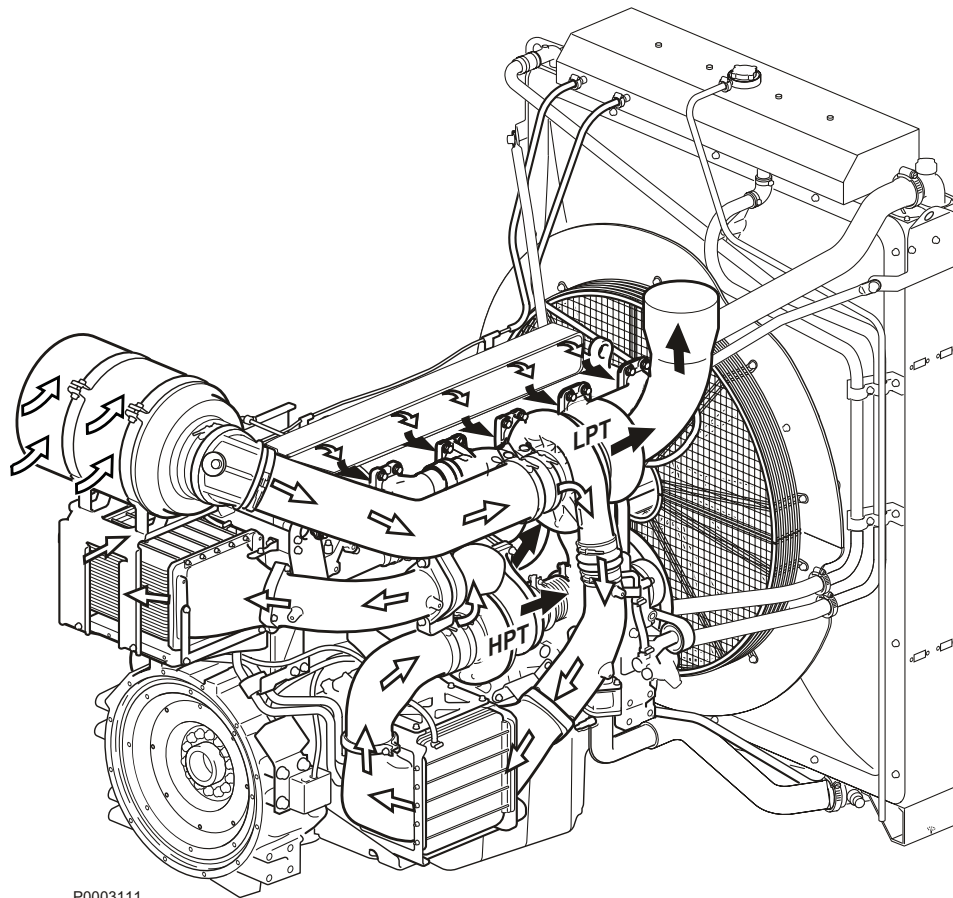
El turbocompresor es accionado por los gases de escape que pasan por el cuerpo de la turbina durante su salida al sistema de escape.

El flujo de los gases de escape pone en movimiento la turbina y acciona la rueda del compresor que está montada en el mismo eje. La rueda del compresor se halla en un cárter montado entre el filtro de aire y el tubo de admisión del motor.

Al girar la rueda del compresor se aspira aire del filtro, se comprime y es introducido en los cilindros del motor después de haber sido refrigerado al pasar por el enfriador de admisión.

## Doble turbo

TWD1643GE



Primeramente los gases de escape accionan el turbo de alta presión (HPT) para obtener una respuesta rápida a la carga del motor y, a continuación, van al turbo de baja presión (LPT). Hay una función de "Wastegate" para sobrerrevolucionar el turbo de alta presión.

El flujo de escape hace que la rueda de la turbina empiece a girar y propulse la rueda del compresor.

Al girar la rueda del compresor se aspira aire del filtro de aire. El aire se comprime y se introduce a presión en los cilindros del motor. Seguidamente el aire es refrigerado al pasar por los enfriadores del aire de admisión. El aire de admisión se enfría en un proceso de dos etapas (a partir de cada turbo).

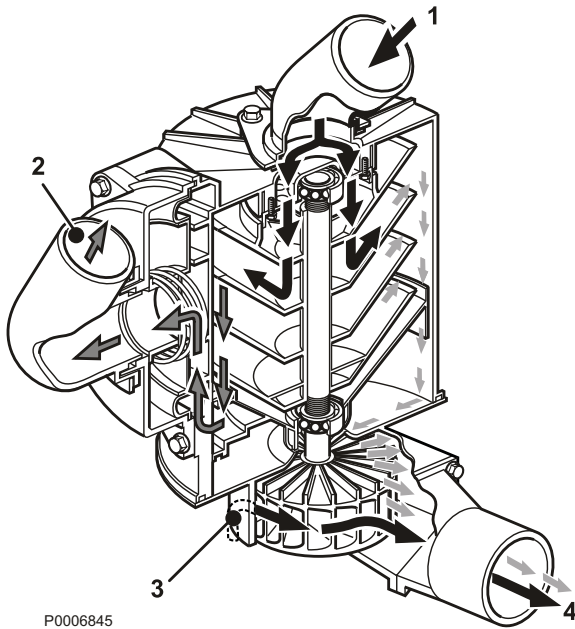
## Ventilación cerrada del cárter del cigüeñal

TAD1640GE, TAD1641GE, TAD1641VE,  
TAD1642GE, TAD1642VE, TAD1643VE

### Opcional

Se puede acceder a la ventilación del cárter cerrada como Equipo opcional (Opcional) en TAD1640–42 VE, GE y TWD1643GE.

En estos casos, el motor está equipado con un separador de aceite de tipo centrífugo, accionado por la presión del aceite lubricante del motor. El separador aparta el aceite de la neblina aceitosa incluida en los gases del cárter antes de que estos vuelvan al motor.



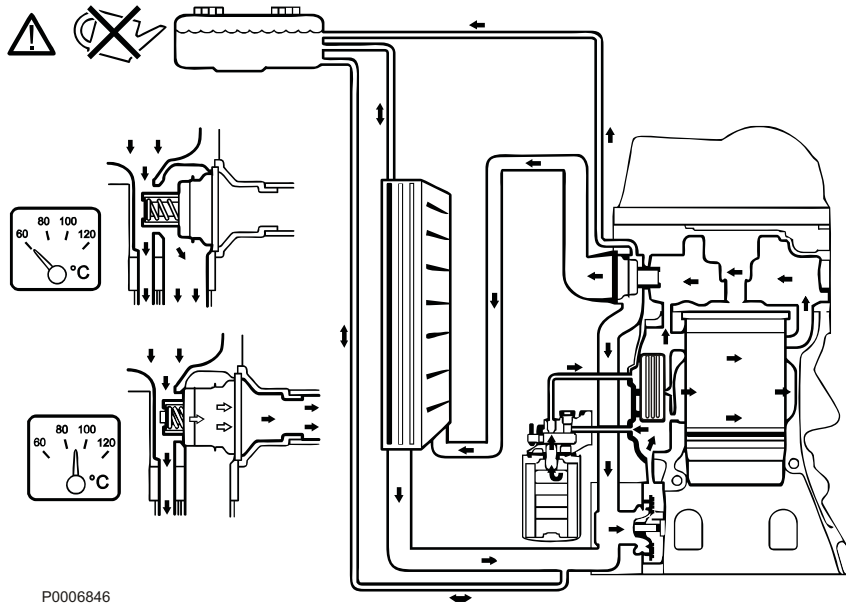
P0006845

- 1 Gases del cárter procedente del motor, sin purificar
- 2 Gases del cárter purificados que se devuelven al motor
- 3 Aceite lubricante a presión para el accionamiento del separador de aceite
- 4 Aceite lubricante que se devuelve al cárter de aceite

## Grupo 26: Sistema de refrigeración

TAD1640GE, TAD1641GE, TAD1641VE,  
TAD1642GE, TAD1642VE, TAD1643VE,  
TAD1650VE

### Generalidades



El líquido refrigerante es bombeado directamente al motor por la bomba de refrigerante desde el cuerpo de bomba ubicado en el lado derecho del bloque del motor. La mayor parte del refrigerante es impulsada entre las aletas del enfriador de aceite, mientras que otra parte es introducida en las camisas refrigerantes inferiores de las camisas de cilindro.

Una vez ha pasado el refrigerante por el enfriador de aceite se distribuye a través de orificios calibrados a las camisas refrigerantes superiores de los cilindros y a la culata. También ésta recibe refrigerante de retorno procedente de las camisas refrigerantes de las camisas. Esta parte del refrigerante entra en la culata a través de boquillas que dirigen el caudal hacia los conductos de salida y de los manguitos de los inyectores.

La caja del termostato se halla en el extremo delantero de la culata. Cuando el refrigerante está frío, el termostato está cerrado y el refrigerante pasa directamente a través de la caja a la bomba de refrigerante y entra de nuevo en el motor.

Cuando el refrigerante está caliente, es conducido a la salida delantera de la caja del termostato y a la entrada superior del radiador. El refrigerante es impulsado hacia abajo a través del radiador al mismo tiempo que se enfría, siendo conducido después de retorno a la entrada inferior de la bomba. Ésta vuelve a introducir entonces el refrigerante en el motor.

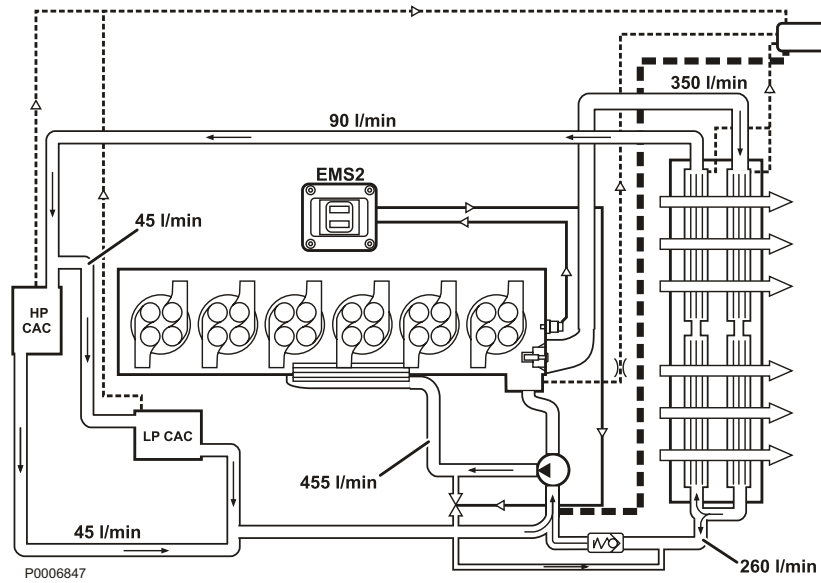
Cuando se calienta el refrigerante se dilata y su exceso entra en el depósito de expansión. En el que desaparece el contenido de aire, si lo hay, en el refrigerante.

El termostato es del tipo de pistón formando una unidad con el elemento sensor, el retén y la caja. Este empieza a abrirse a los 86 °C y está totalmente abierto a los 96 °C.

La bomba es del tipo de rodete y es accionada por una correa desde el cigüeñal. El rodete es de plástico duro. El eje de la bomba está articulado con un rodamiento doble de bolas libre de mantenimiento. La estanqueidad entre el rodete y el cojinete está a cargo de un retén "unitseal". Entre el retén y el cojinete hay un espacio provisto con un canal de drenaje que desemboca en un orificio debajo del eje de la bomba. En caso de producirse fugas por el retén se detectan estas al salir refrigerante por el orificio de drenaje; en este caso la bomba ha de ser sustituida por completo por otra de recambio.

## Generalidades

TWD1643GE



El TWD1643GE presenta un sistema de refrigeración de nueva construcción que es más complicada que la que tienen los modelos anteriores de D16C. Para alcanzar unas prestaciones refrigerantes suficientes para la potencia del motor, éste se ha equipado con un sistema TWD, lo que implica que los enfriadores del aire de admisión se refrigeran con agua. Además, el sistema construido como un sistema de circuito doble, con un circuito de alta temperatura y un circuito de baja temperatura para lograr una temperatura agua refrigerante lo suficientemente baja que entre en los enfriadores del aire de admisión.

El flujo que pasa por el circuito de temperatura alta y el circuito de temperatura baja respectivamente se equilibra mediante una válvula de prioridad. Dado que el sistema está equilibrado, no pueden hacerse modificaciones sin influir sobre los flujos del sistema. Si los flujos son incorrectos, ello puede influir muy negativamente en el funcionamiento y el rendimiento del motor.

En el canto delantero del motor están ubicados los radiadores enfriados con aire. El paquete de refrigeración para el circuito de baja temperatura se encuentra junto al ventilador para recibir aire refrigerante que sea lo más frío que se pueda. El motor se entrega sólo con ventilador a presión.

El circuito de agua refrigerante empieza en la bomba de circulación del motor, la cual tiene una capacidad de 455 l/min a 1800 r/min. Todos los flujos que aparecen en la imagen son válidos a 1800 r/min.

Toda el agua refrigerante que proviene del termostato entra en el radiador de alta temperatura. El radiador de alta temperatura se encuentra en el flujo de aire, después del radiador de baja temperatura lo que implica que el aire refrigerante tendrá una temperatura un poco más alta que el radiador de baja temperatura. Después del radiador de alta temperatura, el flujo de refrigerante y la mayor parte (aprox. 260 l/min) se conduce a través de la válvula de prioridad de vuelta a la bomba de agua refrigerante.

Desde la caja del termostato se conduce siempre una cantidad de agua refrigerante (aprox. 95 l/min), a través de una derivación, directamente de vuelta a la bomba. La válvula de prioridad está calibrada para el sistema existente y cumple una función muy importante para que los flujos del sistema sea los correctos.

Desde el circuito de alta temperatura el agua refrigerante es conducida al circuito de baja temperatura. El agua es conducida directamente a un radiador de baja temperatura donde se enfría al máximo. Combinando una baja temperatura del aire de refrigeración y un flujo de agua refrigerante relativamente bajo (aprox. 90 l/min) a través del radiador de baja temperatura se obtiene un rendimiento de refrigeración muy bueno. Es muy importante mantener limpio el paquete del radiador, de lo contrario se corre el riesgo de alcanzar temperaturas demasiado altas en el sistema de agua refrigerante. Desde el radiador el agua es conducida a los enfriadores del aire de admisión que están acoplados entre sí en paralelo, para que tengan el mismo caudal (aprox. 45 l/min). Cuando el agua refrigerante atraviesa los enfriadores del aire de admisión, se mezcla con el agua procedente del circuito de alta temperatura antes de retornarse a la bomba de agua refrigerante.

Para impedir el hervor en los enfriadores del aire de admisión en diferentes caídas de carga y temperaturas del agua refrigerante, el sistema está equipado con una válvula de arranque en frío, controlada por la unidad de mando del motor. La válvula de arranque en frío se usa para garantizar el flujo de agua refrigerante por los enfriadores del aire de admisión cuando el termostato está cerrado. Factores que se tienen en cuenta: temperatura del agua refrigerante, temperatura del aire de admisión y par del motor. La válvula de arranque en frío se abre principalmente cuando el termostato está cerrado (motor frío), el cual en posición cerrada bloquea totalmente el flujo hacia el paquete de refrigeración.