



## **Motor Audi TFSI 1,0l de 3 cilindros de la Serie EA211**

El nuevo motor TFSI 1,0l de 3 cilindros representa en Audi la siguiente etapa evolutiva para la Serie de motores EA211.

Después de que el motor, desarrollado por VW en Wolfsburg, se ha implantado primero en el VW Polo, ahora se implanta en el Audi A1 modelo 2015 como nueva motorización de acceso a la gama. Viene a relevar al motor 1,2l de la Serie EA111. En comparación con éste tiene ahora una mayor potencia y un menor consumo de combustible. Y a su vez cumple con la norma de emisiones de escape EU 6.

Si se establece una comparación con el motor 1,2l de la misma gama, resulta que el nuevo motor pesa unos 15 kg menos. Además se han podido reducir las fricciones internas.

A la fecha del lanzamiento el motor rinde 70 kW (95 CV). Posteriormente se ofrecerán otras categorías de potencia.

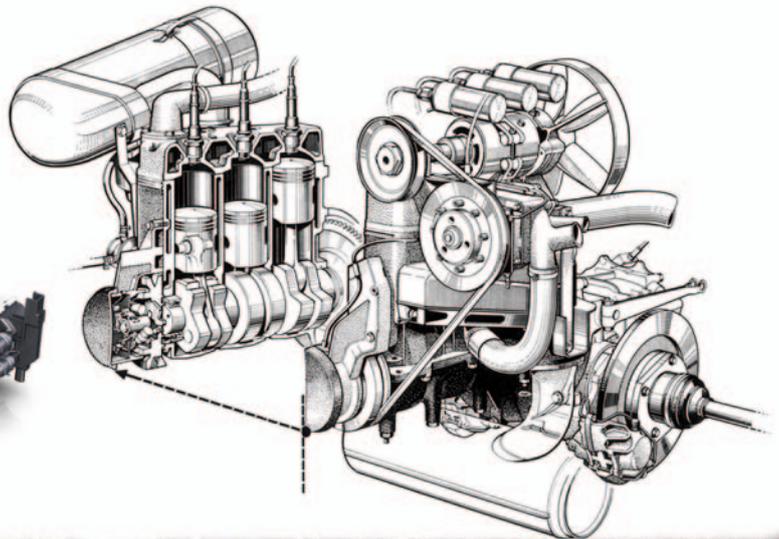
Asimismo se ha previsto una implantación del motor en los modelos del Audi A3.

En Audi es la 1ª vez que se aplica un motor de gasolina de 3 cilindros. Sin embargo, en los tiempos de la Auto Union ya había también motores de 3 cilindros. Sin embargo, se trataba de motores de dos tiempos. El último turismo de serie con estos motores fue el DKW F 102. Se produjo hasta 1966. Su motor tenía una cilindrada de 1,2 l y una potencia de 44 kW (60 CV). Los motores de este tipo se construyeron en la antigua RDA hasta 1988, para el Wartburg 353.

La descripción técnica del motor en este Programa autodidáctico (SSP) se refiere al Audi A1.

**Motor TFSI 1,0l de 3 cilindros  
(70 kW / 95 CV)  
Año de construcción 2015**

**Motor de gasolina 1,2l de dos tiempos y 3 cilindros  
(44 kW / 60 CV)  
Año de construcción 1966**



DKW F 102

639\_002

#### Objetivos de este Programa autodidáctico:

Este Programa autodidáctico describe el diseño y funcionamiento del motor TFSI 1,0l de 3 cilindros. Una vez estudiado este Programa autodidáctico, usted estará en condiciones de dar respuesta a las preguntas siguientes:

- ▶ ¿Cómo funciona la mecánica del motor?
- ▶ ¿Cómo están estructurados la lubricación, refrigeración, sobrealimentación, el sistema de combustible, inyección y los sistemas de escape y encendido?

# Índice

## Introducción

Breve descripción técnica	4
Datos técnicos	5

## Mecánica del motor

Construcción modular	6
Ventilación y desaireación del cárter del cigüeñal, sistema de filtro de carbón activo	6
Bloque motor y cárter de aceite	7
Mecanismo del cigüeñal	8
Accionamiento de correa dentada	10
Culata	12
Módulo del mando de válvulas	13

## Alimentación de aceite

Introducción	14
Circuito de aceite	14
Bomba de aceite	14
Regulación de la presión del aceite	16

## Sistema de refrigeración

Introducción	20
Circulación de líquido refrigerante	20
Estructura del sistema	21
Termostato de líquido refrigerante	22
Bomba del líquido refrigerante	22

## Alimentación de aire y sobrealimentación

Cuadro general	23
Turbocompresor	24
Actuador de la presión de sobrealimentación V465	25

## Sistema de combustible

Estructura del sistema	26
Encendido	27

## Gestión del motor

Cuadro del sistema (Audi A1 año de modelos 2015)	28
Regulación lambda	30

## Servicio

Herramientas especiales y equipamientos del taller	32
Trabajos de mantenimiento	33

## Apéndice

Glosario	34
Programas autodidácticos (SSP)	35

El Programa autodidáctico proporciona las bases relativas al diseño y funcionamiento de nuevos modelos de vehículos, nuevos componentes en vehículos o nuevas tecnologías.

**El Programa autodidáctico no es un manual de reparaciones. Los datos indicados sólo se proponen contribuir a facilitar la comprensión y están referidos al estado de los datos válido a la fecha de redacción del SSP. Los contenidos no se actualizan.**

Para trabajos de mantenimiento y reparación utilice en todo caso la documentación técnica de actualidad.

En el glosario que figura al final de este Programa autodidáctico hallará una explicación de los conceptos que vienen identificados en el texto con *letras cursivas* y una flecha ↗.



**Nota**



**Remisión**

# Introducción

## Breve descripción técnica

- ▶ Motor de 3 cilindros en línea con inyección directa de gasolina
- ▶ Turbo-sobrealimentación con intercooler indirecto
- ▶ Tecnología de 4 válvulas, 2 árboles de levas en cabeza (DOHC), balancines flotantes de rodillo
- ▶ Un árbol de levas de admisión y un árbol de levas de escape
- ▶ Gestión del motor Bosch
- ▶ Catalizador cerámico subchasis con función de calefacción del catalizador mediante doble inyección (Homogen Split)
- ▶ Inyección directa completamente electrónica con acelerador electrónico
- ▶ Distribución de correa dentada
- ▶ Start-Stop / gestión de recuperación energética



639\_003



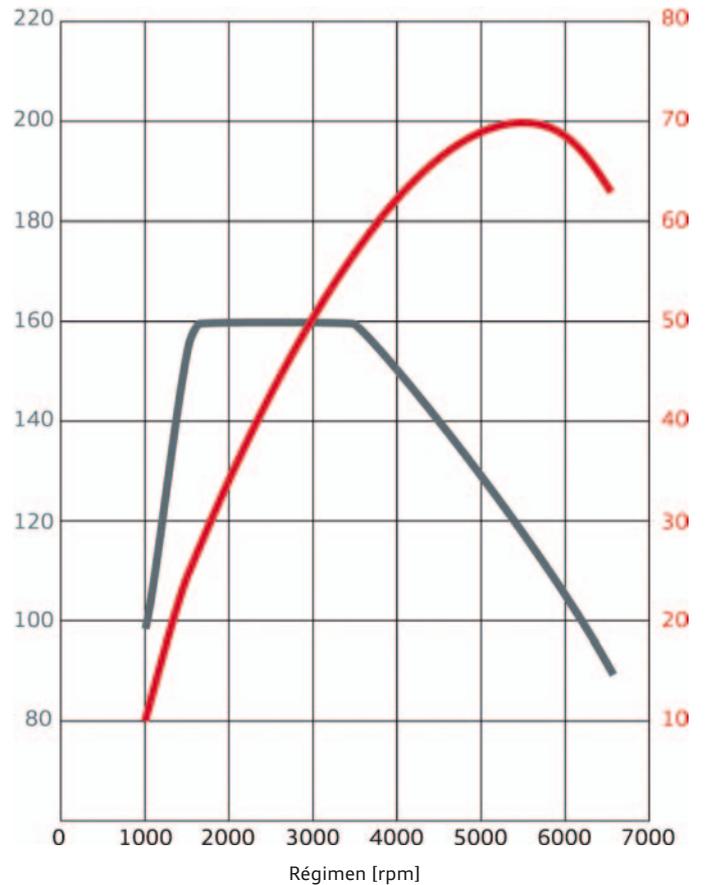
### Remisión

En el Programa autodidáctico 616 "Motores Audi TFSI de 1,2l y 1,4l de la Serie EA211" se describe el diseño y funcionamiento del motor básico.

## Datos técnicos

### Curva de par y potencia

█ Potencia en kW  
█ Par en Nm



639\_009

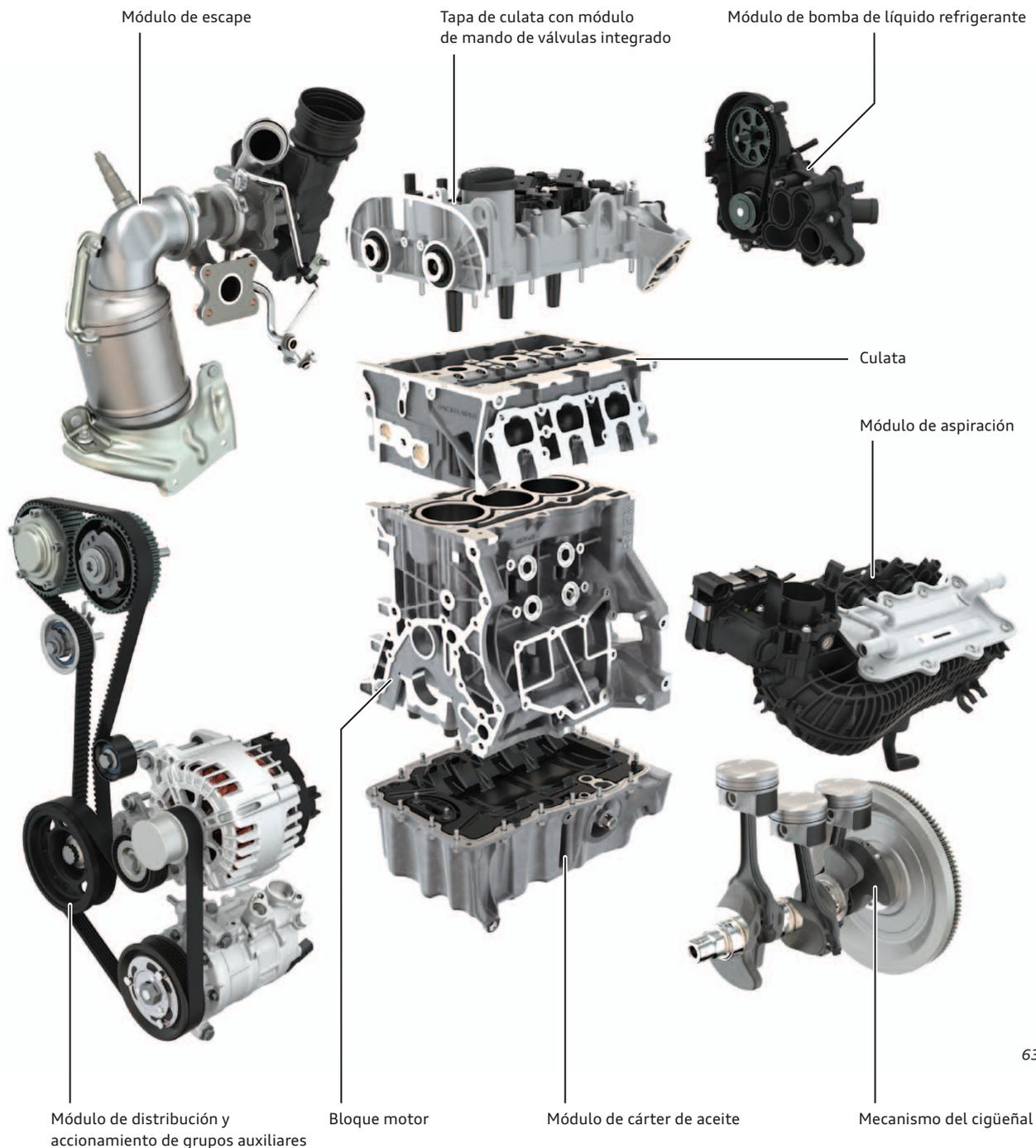
Características	Datos técnicos
Letras distintivas del motor	CHZB
Arquitectura	Motor de 3 cilindros en línea
Cilindrada en cc	999
Carrera en mm	76,4
Diámetro de cilindros en mm	74,5
Válvulas por cilindro	4
Orden de encendido	1-2-3
Compresión	10,5 : 1
Potencia en kW a rpm	70 a 5.000 – 5.500
Par en Nm a rpm	160 a 1.500 – 3.500
Combustible	Súper sin plomo, 95 octanos
Sobrealimentación	Turbocompresor
Depuración de los gases de escape	Catalizador de 3 vías
Norma sobre emisiones de escape	EU 6
Emisiones de CO <sub>2</sub> en g/km <sup>1)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Con llantas de 15" y 16": 97 g (clase de eficiencia A)</li> <li>▶ Con llantas de 17": 98 g (clase de eficiencia A)</li> <li>▶ Con llantas de 18": 102 g (clase de eficiencia B)</li> </ul>

<sup>1)</sup> Las emisiones de CO<sub>2</sub> que se indican son válidas para el Audi A1 modelo 2015 con cambio manual de 5 marchas.

# Mecánica del motor

## Construcción modular

Igual que todos los motores de la gama EA211, también el de 3 cilindros está construido en la probada forma modular. En el gráfico que sigue se destacan los diferentes grupos modulares.



## Ventilación y desaireación del cárter del cigüeñal, sistema de filtro de carbón activo

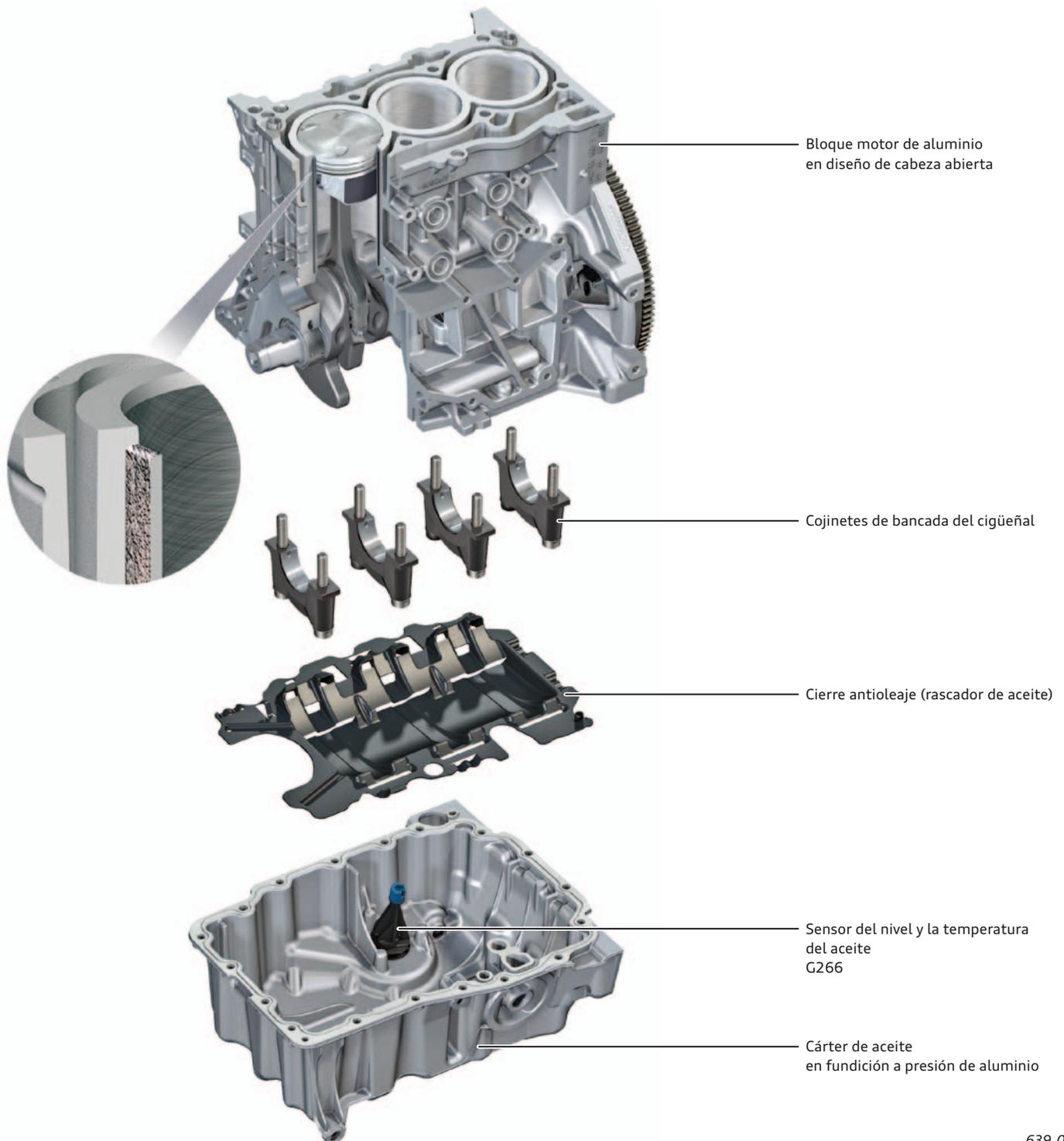
Aquí se ha adoptado el principio de funcionamiento de los motores de 4 cilindros EA211. La descripción al respecto figura en el SSP 616.

## Bloque motor y cárter de aceite

El bloque motor se fabrica con aluminio en procedimiento de fundición a presión. Es una versión de *cabeza abierta* ↗. Las camisas de los cilindros son de fundición gris. Se empotran en el bloque durante el proceso de la fundición. Tienen la superficie exterior áspera.

Eso aumenta la superficie y optimiza la transición del calor. Por otra parte, las camisas se sujetan por ello más firmemente en el bloque.

Las superficies de deslizamiento de las camisas de los cilindros están bruñidas con chorro de fluido en 4 etapas. Para evitar contracciones y dilataciones de los cilindros se aplica el bruñido con puente pretensor.



639\_004



### Remisión

En el Programa autodidáctico 616 "Motores Audi TFSI de 1,2l y 1,4l de la gama EA211" y en el Programa autodidáctico 626 "Audi - Fundamentos de la técnica de motores" se proporciona información sobre el diseño de cabeza abierta.

## Mecanismo del cigüeñal

El desarrollo se ha concentrado aquí en obtener reducidas masas en movimiento y un bajo índice de fricciones. Con las medidas indicadas a continuación se ha podido prescindir de un árbol equilibrador, sin renunciar por ello a un muy buen confort de funcionamiento:

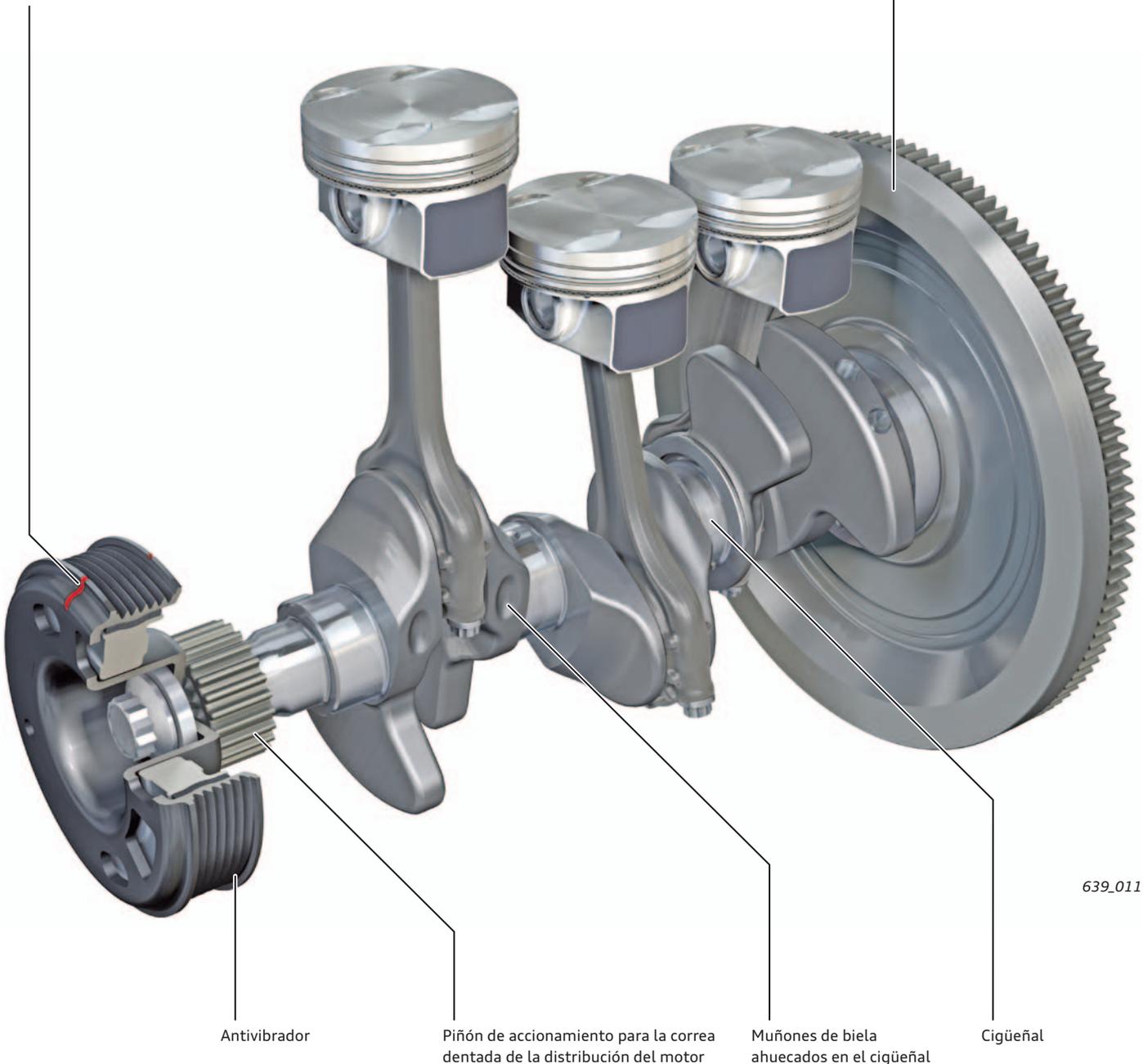
- ▶ Peso bajo de las bielas forjadas y de los pistones de aluminio mediante un dimensionamiento de poco fondo en la cabeza del pistón.
- ▶ Muñones de biela ahuecados en el cigüeñal.
- ▶ Diseño de las gualderas del cigüeñal.
- ▶ Aplicación deliberada de contrapesos en el antivibrador torsional y en el volante por el lado opuesto.

De este modo se compensa el 100 % de las masas en rotación y el 50 % de las masas oscilantes.

Los cojinetes de bancada y biela de dimensiones compactas reducen adicionalmente el índice de fricciones.

Marca OT (PMS) en el antivibrador

Volante de inercia



639\_011

Características	Datos técnicos	Particularidad
Distancia entre cilindros	82,0 mm	
Diámetro de cilindros	74,5 mm	
Carrera	76,4 mm	
Diámetro de cojinete principal	45,0 mm	Cojinete de dos componentes
Diámetro del orificio de la biela	47,8 mm	Cojinete de dos componentes
Longitud de la biela	140,0 mm	
Diámetro del bulón del pistón	19,0 mm	

## Pistones y bielas

Es nuevo el alojamiento de los bulones en los pistones. Van alojados sin casquillos. Aquí se renuncia al casquillo en el orificio superior de la biela. Para ello es necesario dotar de un recubrimiento *DLC* ↗ a los bulones flotantes. Además de ello es preciso *ruletear* ↗ las superficies de los orificios superiores de las bielas.

Pistones de aluminio con rebajes para salvar el paso de las válvulas



Biela con geometría trapecial

639\_008

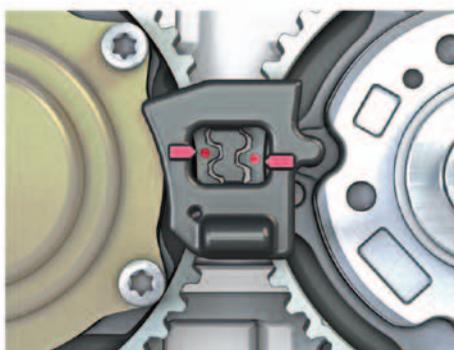
## Accionamiento de correa dentada

El sistema de correa dentada se ha podido diseñar de modo que no necesite mantenimiento. Esto se consigue por medio de los piñones triovalados para la correa dentada de los árboles de levas. Eliminan casi por completo las fuerzas que intervienen y establecen una marcha suave de la correa dentada.

La fuerza de tensado del rodillo tensor automático se puede reducir por ese motivo. Se origina una menor fricción. Esto se traduce en una mayor resistencia mecánica del sistema y un menor consumo.

### Útil de montaje T10476A

En los trabajos de montaje debe tenerse en cuenta que los piñones triovalados para la correa dentada en los árboles de levas queden posicionados de forma correcta. Para ello se tiene que utilizar el útil de montaje T10476A, ver página 32.

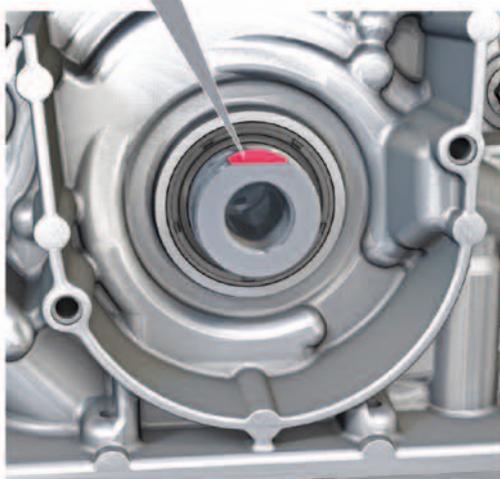


Variador del árbol de levas de escape con piñón triovalado para la correa dentada



### Montaje del piñón para la correa dentada del cigüeñal

El piñón para correa dentada del cigüeñal sólo se adapta en una posición al cigüeñal.

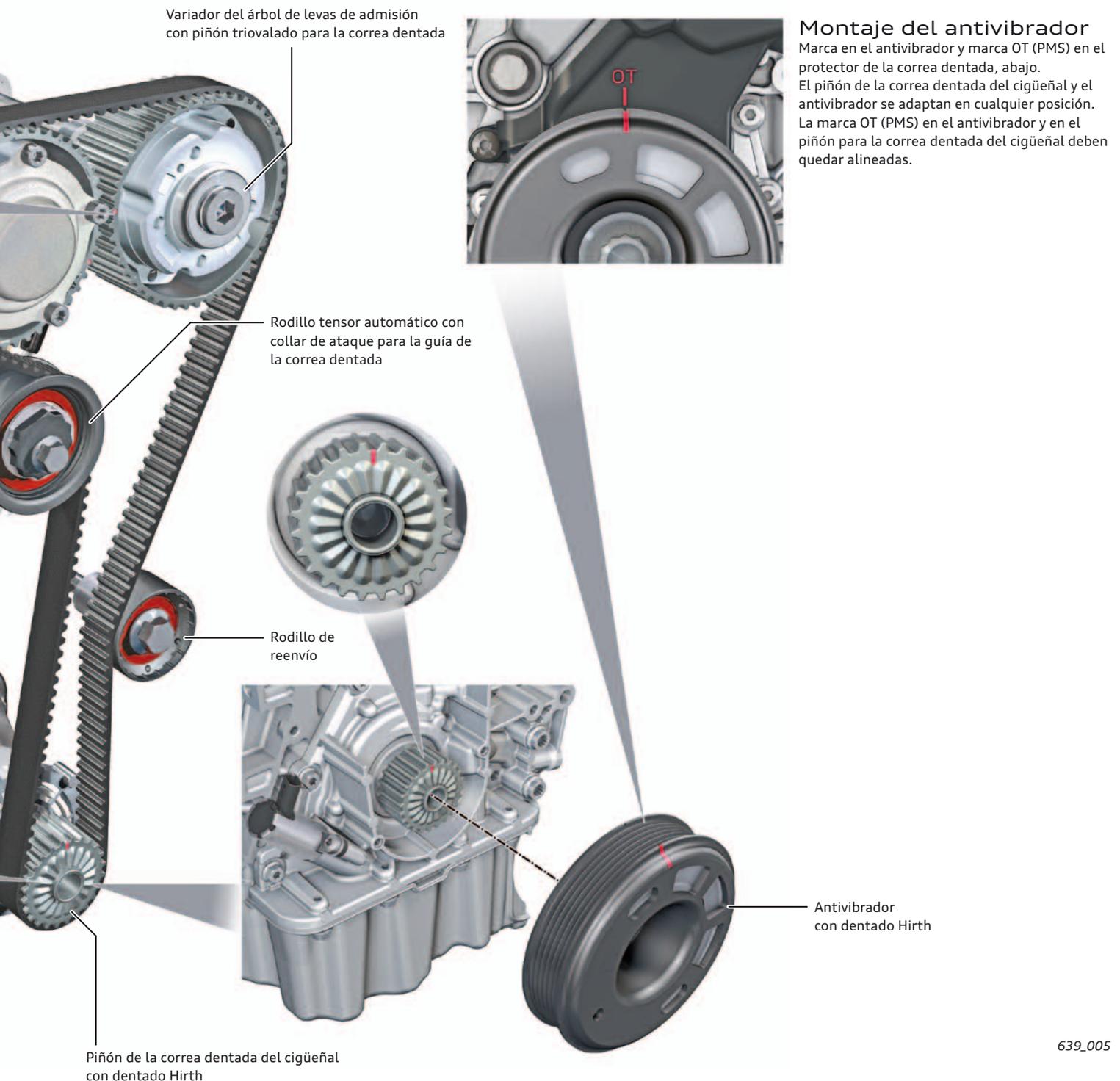


La verificación del punto muerto superior del cigüeñal en el motor TFSI de 1,0l se puede realizar utilizando las marcas del antivibrador y de la tapa de carcasa para la correa dentada. En los motores de la gama EA211 se tenía que comprobar hasta ahora la posición OT (PMS) con el útil T10340.

Para ello se tendría que desmontar el árbol articulado en el caso del motor de 3 cilindros. La forma de proceder exacta para el ajuste y la verificación de los tiempos de distribución se describe en el Manual de Reparaciones actual.

## Reglaje del árbol de levas

Características	Árbol de levas de admisión	Árbol de levas de escape
Margen de reglaje en °cigüeñal	50	40
Bloqueo después de parar el motor en posición	retrasado (se decala automáticamente por el sentido de giro del motor)	avanzado (se decala en contra del sentido de giro del motor a través del muelle recuperador)



# Culata

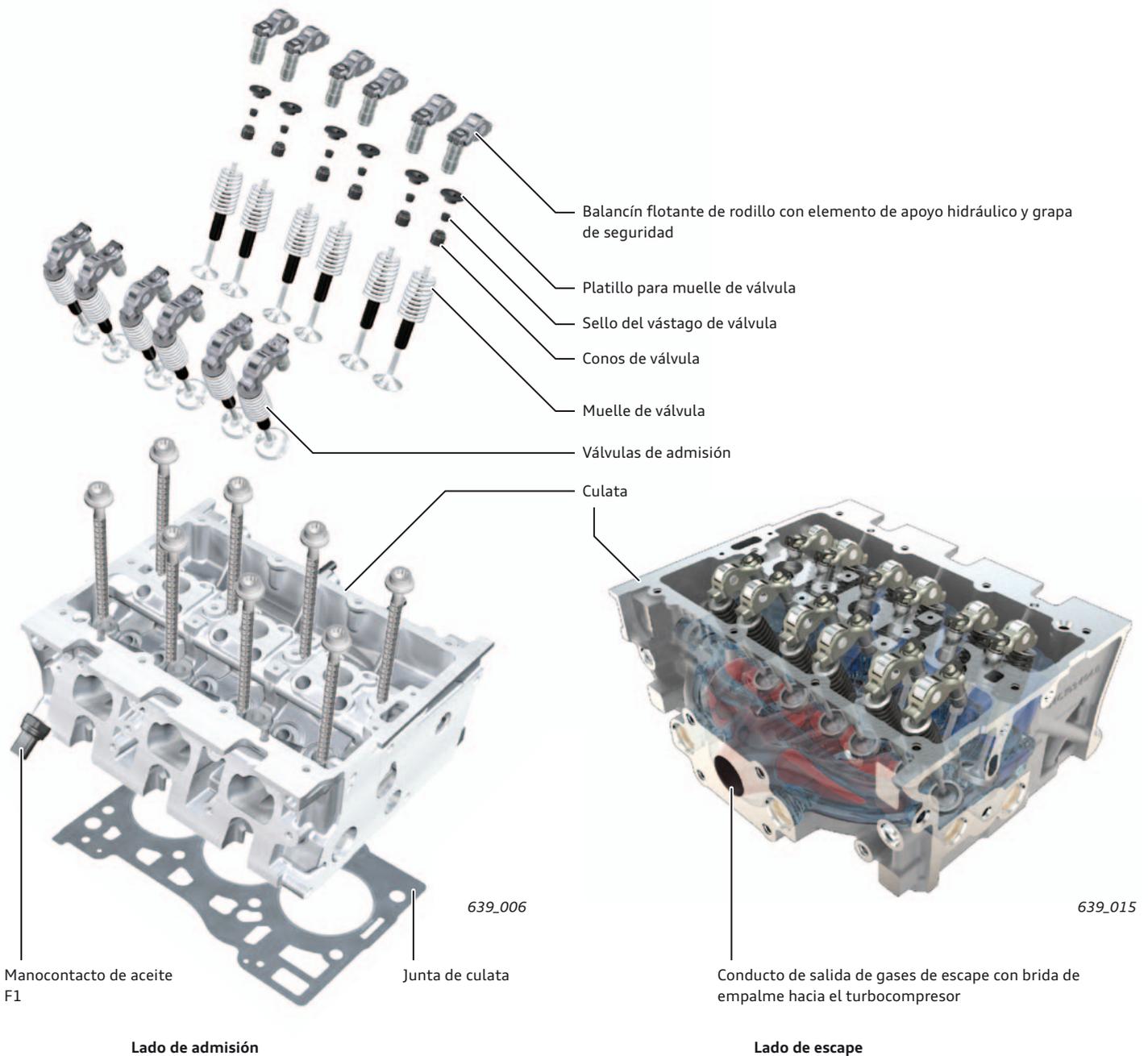
La fabricación con una aleación de aluminio se lleva a cabo en un procedimiento especial de fundición en coquilla basculante, seguido de un tratamiento térmico. Con ello se consigue una calidad particularmente alta para el ensamblaje.

Tal y como es el caso en los motores TFSI de 4 cilindros de la gama EA211, en los motores de 3 cilindros también va integrado el colector de escape en la culata. Aquí se encuentra rodeado de una camisa de refrigeración propia.

En comparación con los motores TFSI de 4 cilindros se han optimizado los conductos de admisión. Con ello mejora el movimiento de turbulencia cilíndrica y la velocidad de flujo, lo cual se traduce a su vez en una mejora de la formación de la mezcla.

Ventajas frente a colectores convencionales:

- ▶ Cortos trayectos de flujo de los gases de escape hacia la turbina del turbocompresor.
- ▶ Rápida aportación de calor hacia el líquido refrigerante después del arranque en frío.
- ▶ Menores pérdidas de calor a través de las paredes.
- ▶ Calentamiento más rápido del motor y con ello reducción de las fricciones de éste en la fase de calentamiento.
- ▶ Calentamiento más rápido del habitáculo.



Por la definición de los ángulos de asiento de las válvulas está asegurada la resistencia al desgaste al utilizar combustibles alternativos, p. ej. combustibles con un mayor contenido de etanol.

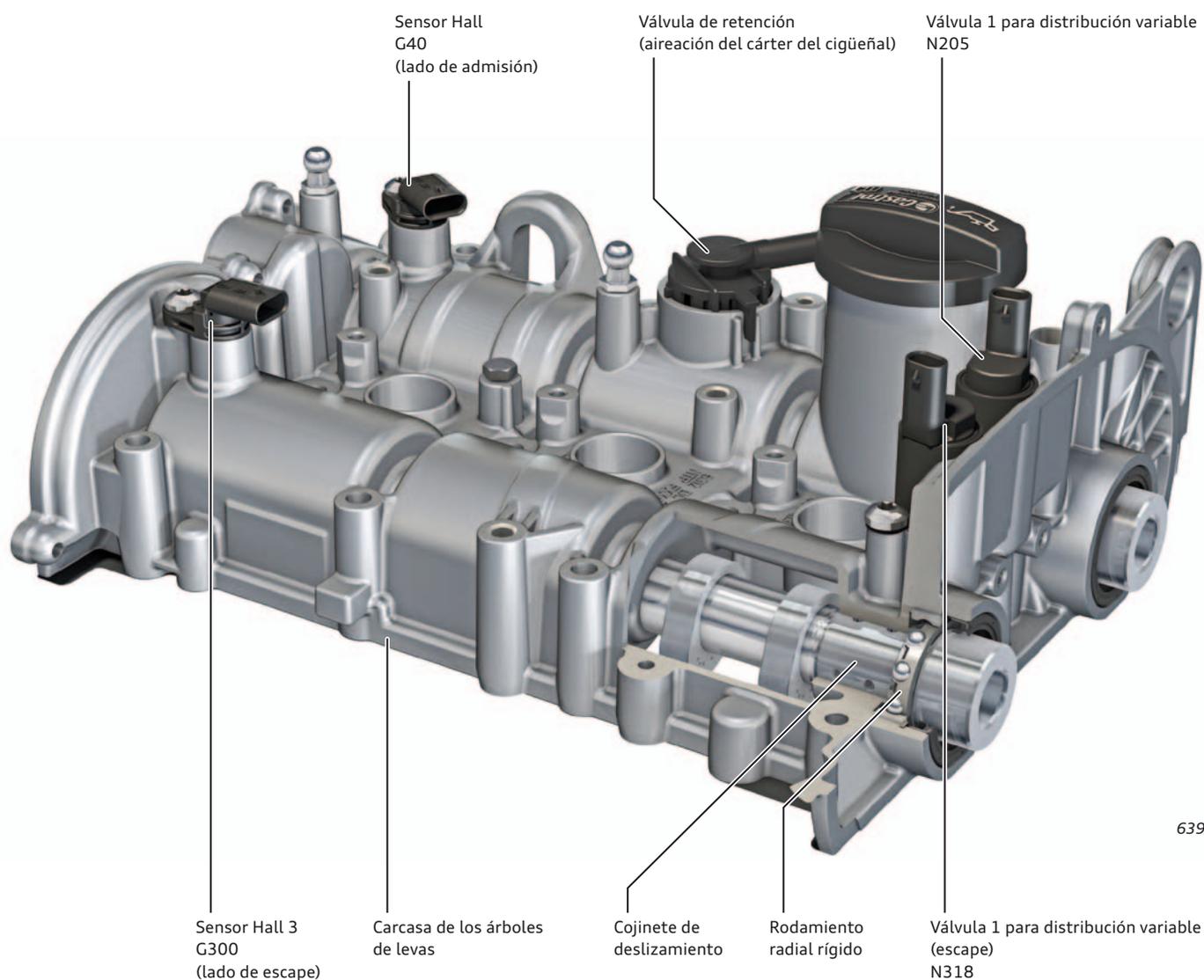
Si las guías de las válvulas están desgastadas, se tiene que cambiar la culata. Las válvulas y los asientos de las válvulas no se deben mecanizar; únicamente se permite asentarlos.

Características	Datos técnicos
Válvulas por cilindro	4
Material de las válvulas	Válvulas macizas de acero X45 altamente aleado
Anillos de asiento	Material sinterizado
Ángulo de implementación, válvula de admisión	21°
Ángulo de implementación, válvula de escape	22,4°
Ángulo de asiento de la válvula, lado admisión	90°
Ángulo de asiento de la válvula, lado escape	120°
Diámetro vástago de la válvula	5 mm
Impulsión de las válvulas	Balancín flotante de rodillo
Juego de válvula	Elementos de apoyo hidráulicos
Cotas de las válvulas	Ver Manual de Reparaciones

## Módulo del mando de válvulas

En el módulo del mando de válvulas, al igual que en todos los motores de la gama EA211, los árboles de levas van alojados en la tapa de la culata, que consta de fundición a presión de aluminio.

Todos los componentes de los árboles de levas se montan fijamente en un procedimiento de fabricación especial. Al final se colocan los dos rodamientos radiales rígidos por el lado de distribución. Los demás cojinetes de los árboles de levas son cojinetes de deslizamiento.



639\_016

# Alimentación de aceite

## Introducción

Por la reducción de las fricciones en todo el motor se ha podido aplicar, como resultado, una bomba de aceite con un menor caudal. La menor absorción de potencia de la bomba se traduce en otro potencial de ahorro más.

## Circuito de aceite

La bomba aspira el aceite de motor del depósito en el cárter a través de una tubería de aspiración de material plástico. El aceite a presión generado por la bomba pasa primero a través del bloque hacia el filtro que va fijado en el cárter de aceite. De ahí fluye a través del radiador de aceite hacia la galería principal y se reparte desde ahí hacia los cojinetes de bancada y de biela, así como a través de un conducto ascendente en el lado de la distribución hacia la culata. 2 galerías abastecen aquí con aceite a los balancines flotantes de rodillo. Al comienzo de ambas galerías en la culata, se alimenta aceite a través de orificios directos hacia los variadores de los árboles de levas. La alimentación de aceite para el turbocompresor se realiza a través de una tubería. Va conectada al bloque por el lado del cambio. El aceite a presión procede de un orificio del último cojinete de bancada.

El aceite del motor también ya no se encuentra expuesto a solicitudes tan intensas, gracias a la menor cantidad en circulación. Una novedad es la implantación de una bomba de aceite regulada por mapa de características.

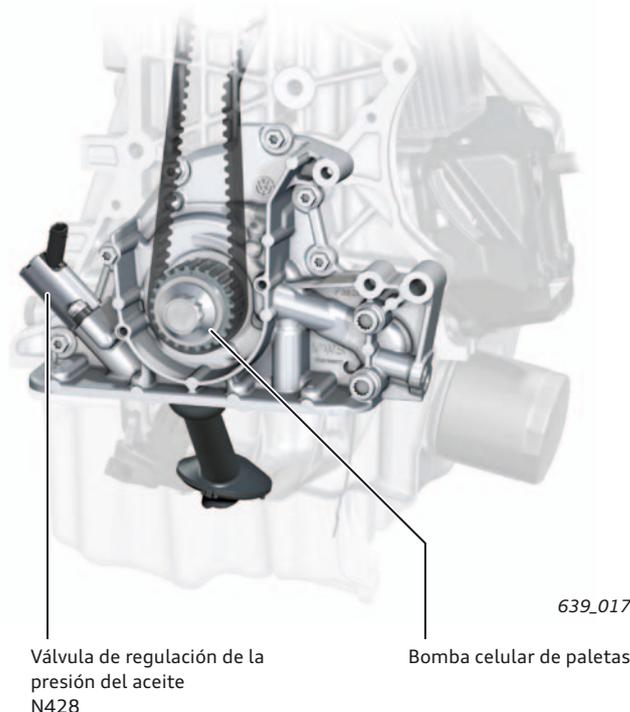
Por lo demás, también los surtidores de refrigeración de los pistones van conectados a la galería de aceite principal. Están diseñados de modo que abran a partir de una presión del aceite de aprox. 2 bares. Si la presión del aceite desciende por debajo de un valor de 1,7 bares, se vuelven a cerrar los surtidores mediante fuerza de muelle.

En todo el motor no hay ninguna válvula de retención para el circuito de aceite. El *filtro de aceite Spin On 7*, sin embargo, dispone de una membrana antirretorno. Esto hace que todas las zonas posteriores al filtro de aceite, hasta la galería de aceite principal (conducto ascendente, radiador de aceite) se mantengan cargadas con aceite después de la parada del motor. El aceite que sale de los consumidores retorna a través del conducto de retorno central del bloque, por el lado caliente del motor, hacia el cárter. En este conducto de retorno del bloque también va abridada por fuera la tubería de retorno del turbocompresor.

## Bomba de aceite

La bomba celular de paletas va abridada al bloque por detrás del antivibrador. Se acciona directamente desde el cigüeñal con una transmisión (poligonal) en arrastre de forma.

Características	Datos técnicos
Régimen	1 : 1 régimen del motor
Presión de regulación	1,3 – 3,3 bares (relativos)
Fail-Safe	4,5 bares (por medio de la función mecánica-hidráulica en la válvula de regulación de la presión del aceite N428)
Válvula de arranque en frío	7 bares



### Nota

En los primeros 1.000 km el motor funciona con una mayor presión de aceite. Esta es una medida destinada a la protección durante el rodaje. Si se instala un motor nuevo, se tiene que reactivar esta función con el equipo de diagnóstico de vehículos. Para ello existe p. ej. en la adaptación la opción "Presión de aceite para rodaje de motor".

## Cuadro general del circuito de aceite

Válvula 1 para distribución variable  
(escape)  
N318

Válvula 1 para distribución variable  
N205

Conductos de aceite para abastecer los árboles  
de levas y los elementos de apoyo hidráulicos

Alimentación de aceite  
del turbocompresor

Sensor de la  
presión del  
aceite  
G10

Surtidor de refri-  
geración del  
pistón

Válvula de regulación  
de la presión del aceite  
N428

Radiador de aceite  
del motor

Galería de aceite  
principal

Conducto ascendente  
hacia la galería de  
aceite principal  
(aceite depurado)

Conducto de aceite  
(aceite sucio)

Filtro de aceite con  
membrana antirretorno

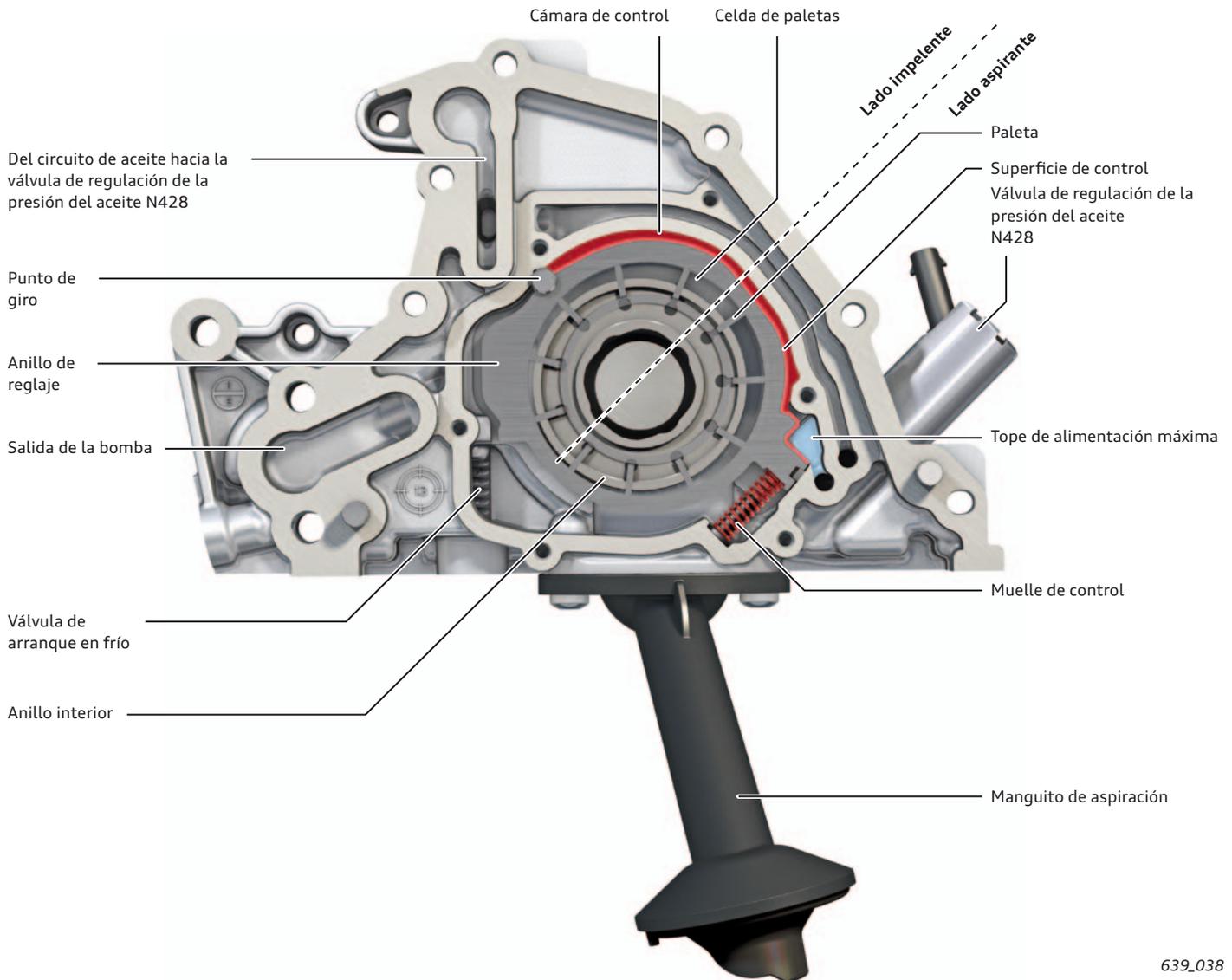
Cárter de aceite

Bomba de aceite regulada por  
caudal volumétrico, en forma  
de bomba celular de paletas

## Regulación de la presión del aceite

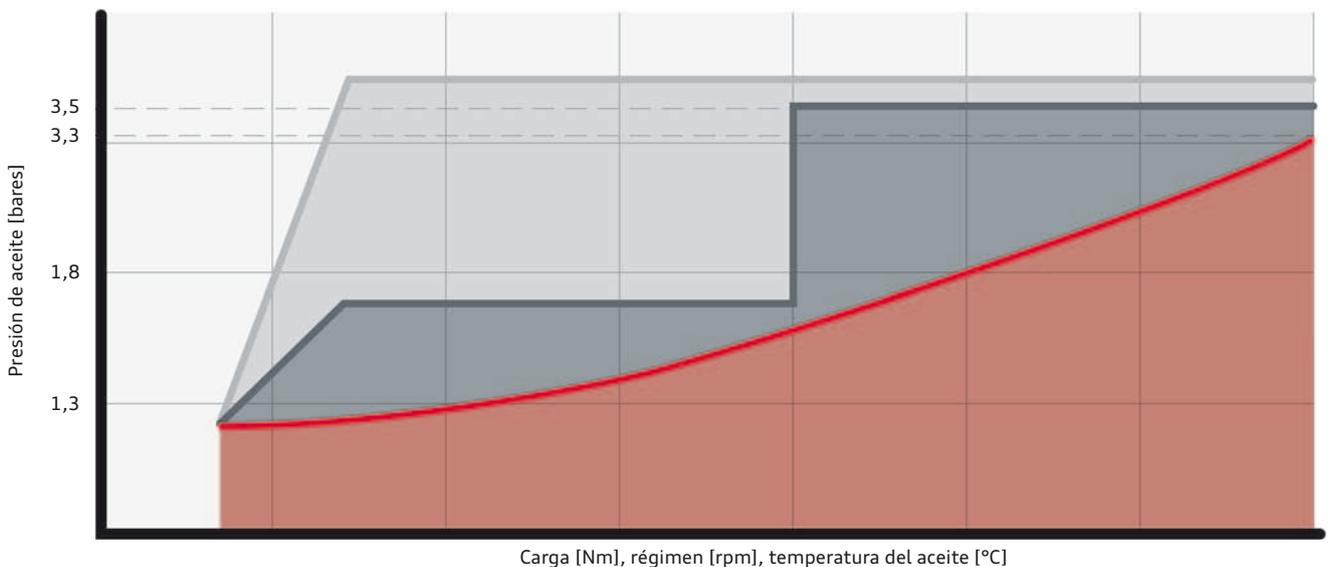
Por primera vez se implanta en VW y, por tanto, también en Audi una bomba de aceite regulada por mapa de características.

Genera la presión del aceite sin escalonamientos y en función de las necesidades. La regulación se realiza a través de un circuito hidráulico y uno eléctrico.



639\_038

## Comparación de las diferentes estrategias de regulación



**Leyenda:**

- Presión del aceite regulada sin escalonamientos (motores TFSI de 1,0l)
- Presión del aceite regulada en 2 escalones (motores TFSI de 1,4l)
- Presión del aceite no regulada (motores TFSI de 1,2l)

La válvula de arranque en frío protege el motor contra una presión excesiva del aceite. Abre a partir de 7 bares (relativos).

639\_028

## Funcionamiento de la regulación

Desde la galería principal del bloque se deriva aceite a presión. Se conduce a través de la válvula de regulación de la presión del aceite N428 hacia la cámara, a través de un anillo guía pivotable y sometido a la fuerza de un muelle en la bomba. La excitación de la N428 corre a cargo de la unidad de control del motor mediante *señal PWM*  $\nearrow$ . En función de la excitación, la N428 abre en una mayor o menor magnitud el conducto hacia el anillo guía de la bomba.

El anillo guía se mueve en contra del sentido de la fuerza del muelle de compresión y modifica la cámara interior de la bomba de modo que ésta impele una menor cantidad de aceite.

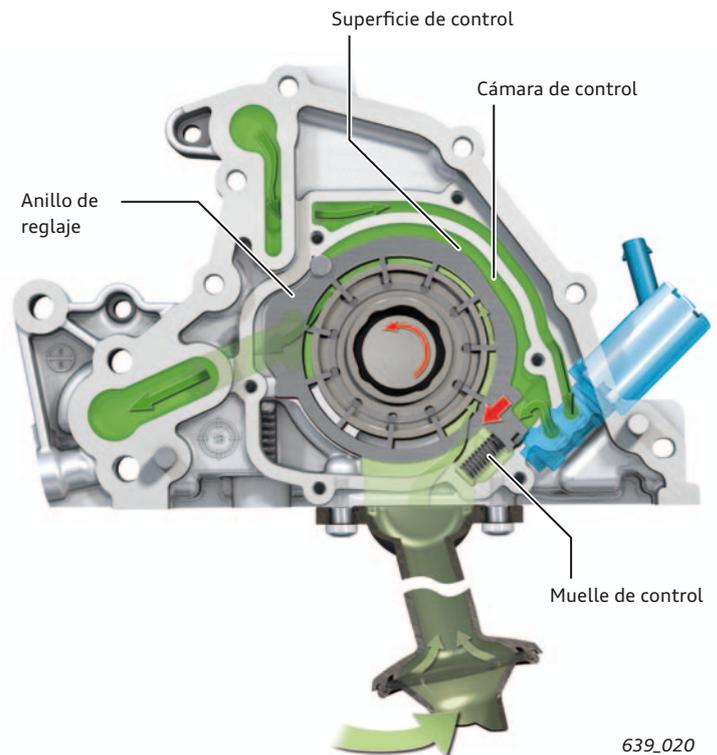
A medida que aumenta el régimen del motor, también aumentan sus necesidades de aceite. Éstas se satisfacen aumentando la presión del aceite.

Las necesidades de aceite de lubricación se calculan en el mapa de características. Para el cálculo y la vigilancia de la presión del aceite se utilizan valores de los sensores siguientes:

- ▶ Sensor del nivel y la temperatura del aceite G266 (cálculo de la viscosidad)
- ▶ Sensor de la presión del aceite G10

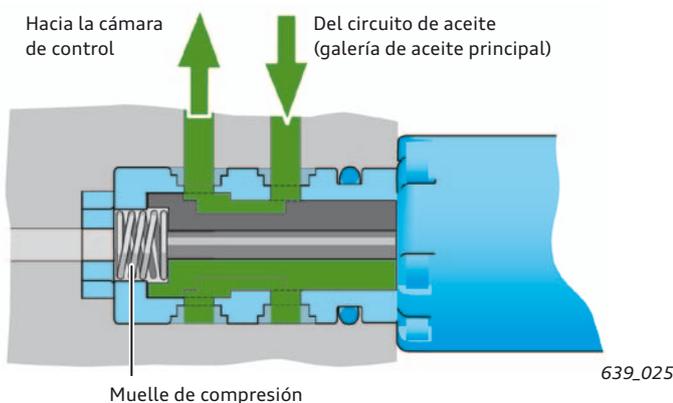
### Reducción de la cantidad impelida y de la presión del aceite

- ▶ La válvula de regulación de la presión del aceite N428 es excitada por la unidad de control del motor por medio de una señal PWM y con un mayor ancho de pulso. Con ello se libera una mayor sección transversal del tubo de alimentación hacia la cámara de control.
- ▶ La presión del aceite actúa sobre la superficie de control de la bomba.
- ▶ La fuerza que de ahí resulta es superior a la del muelle de control y se encarga de pivotar el anillo de reglaje en sentido horario hacia el centro de la bomba celular de paletas. La cámara de alimentación en los lados aspirante e impelente se reduce y, según el grado al que se comprime el muelle de control, se alimenta una menor cantidad de aceite hacia el circuito. Disminuye el caudal impelido por la bomba y, con ello, la presión del aceite.

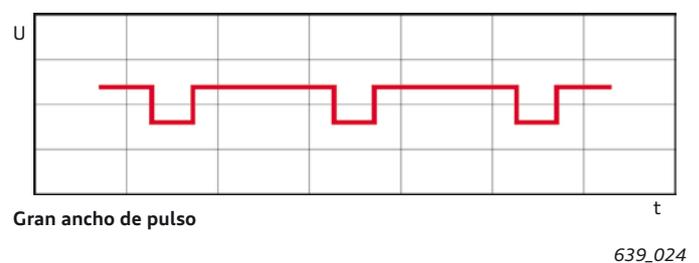


### Baja cantidad y presión de alimentación de aceite

El aceite actúa sobre la superficie de control del anillo de reglaje.



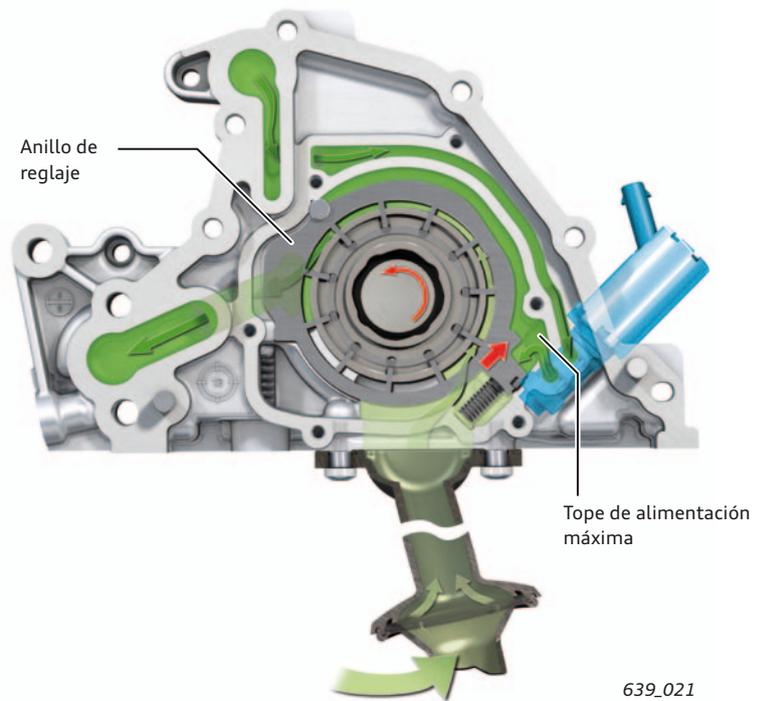
El conducto de aceite hacia la cámara de control está abierto



$\nearrow$  Ver "Glosario" en la página 34.

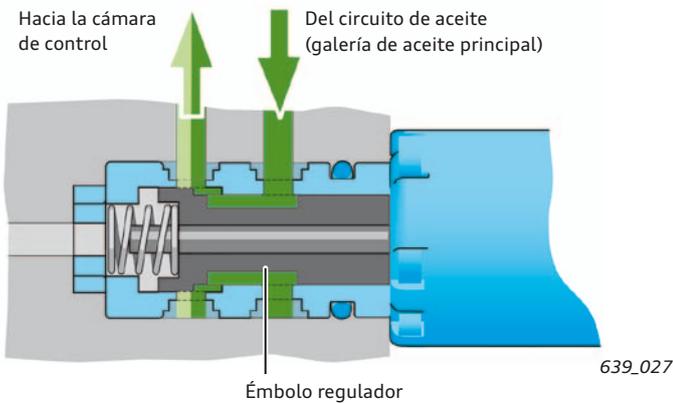
## Aumento de la cantidad impelida y la presión del aceite

- ▶ La válvula de regulación de la presión del aceite N428 es excitada por la unidad de control del motor mediante una señal PWM con un menor ancho de pulso. La sección transversal de la alimentación hacia la cámara de control se reduce.
- ▶ Sobre la superficie de control de la bomba actúa una menor presión del aceite.
- ▶ La fuerza que de ahí resulta es inferior a la del muelle de control y se encarga de pivotar el anillo de reglaje en sentido antihorario, hacia el tope de alimentación máxima. La cámara de alimentación de los lados aspirante e impelente crece en tamaño y la bomba impele una mayor cantidad de aceite hacia el circuito. Aumenta el caudal impelido por la bomba y, con ello, la presión del aceite.



## Alta cantidad y presión de alimentación de aceite

La presión del aceite se reduce en la cámara de control.



639\_027



Reducido ancho de pulso

639\_021

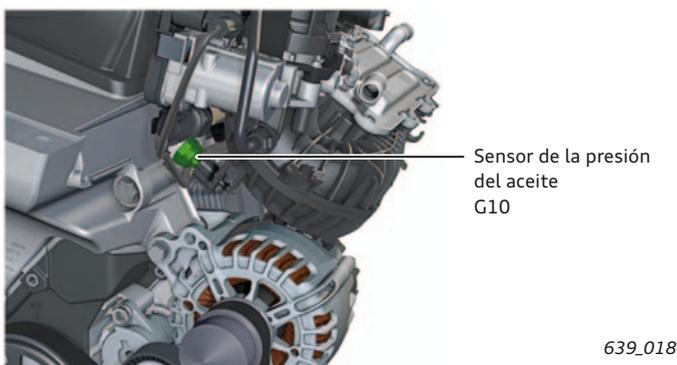
639\_026

El conducto de aceite hacia la cámara de control se encuentra parcialmente abierto

## Sensor de la presión del aceite G10

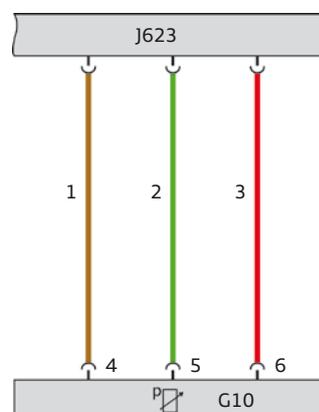
La vigilancia de la presión del aceite por medio del manómetro no resulta suficiente para la función de la regulación de la presión del aceite sin escalonamientos. Por ello se aplica aquí un sensor de la presión del aceite. El sensor de la presión del aceite G10 mide la total gama de presiones del aceite. Se encuentra en la zona del colector de admisión y del alternador, atornillado en la culata.

La señal de presión del sensor se analiza en el módulo electrónico del propio sensor y se emite vía protocolo SENT  $\nearrow$  hacia la unidad de control del motor. La presión del aceite se puede visualizar en el correspondiente valor de medición ([IDE02742]\_Oil Pressure Actual Value).



639\_018

### Excitación



### Legenda:

- G10** Sensor de la presión del aceite
- J623** Unidad de control del motor
- 1** Sensor -
- 2** Señal de sensor (SENT)
- 3** Sensor + (5 V)
- 4** PIN 2
- 5** PIN 1
- 6** PIN 3

639\_019



### Nota

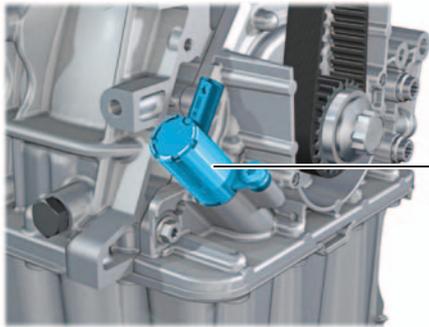
Debido a que lleva una junta imperdible, el sensor de la presión del aceite G10 sólo se debe atornillar una vez.

Para la verificación de la presión del aceite deberán tenerse en cuenta las indicaciones que se proporcionan en el Manual de Reparaciones y en la Localización guiada de averías.

$\nearrow$  Ver "Glosario" en la página 34.

## Válvula de regulación de la presión del aceite N428

Cuando la unidad de control del motor excita la válvula de acción proporcional eléctrica atornillada en la carcasa de la bomba de aceite (válvula hidráulica de 3/2 vías), se abre un conducto de aceite. El aceite a presión procedente de la galería principal puede fluir así hacia la cámara de la bomba (cámara de control), en la cual se encuentra la superficie de control del anillo de reglaje. Aquí se genera la presión del aceite.



Válvula de regulación de la presión del aceite N428

639\_022

### Función Fail-Safe

Si la válvula de regulación de la presión del aceite N428 tuviera una avería eléctrica o un fallo en el cableado, la bomba trabaja con el caudal de alimentación máxima. De esa forma se aporta siempre la presión de aceite suficiente para el motor.

### Regulación del aceite con Fail-Safe

Si la N428 se deja de excitar eléctricamente en un caso de avería, la bomba pasa a "caudal impelido máximo", como condición de funcionamiento.

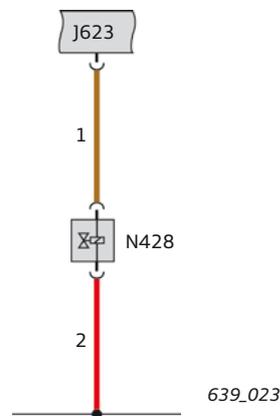
En estado sin corriente, el émbolo de regulación se encuentra desplazado mecánicamente por el muelle de compresión, de modo que esté cerrado el conducto de afluencia a la cámara de control de la bomba. El émbolo de regulación posee 2 superficies diferentes, de las que resulta una superficie anular. Al estar aplicada la presión del aceite, se produce una fuerza que trabaja en contra del muelle de compresión.

### Diagnos

La válvula de regulación de la presión del aceite y el sensor de la presión del aceite se vigilan por medio de la unidad de control del motor. Si ocurren fallos de plausibilidad o fallos eléctricos, se producen entradas en la memoria de incidencias. A partir del estado de software de la unidad de control del motor 2166 y 2256 se activa, además, el testigo EPC en el cuadro de instrumentos. En la Localización guiada de averías figuran para ello los programas de comprobación correspondientes.

El anillo de reglaje se mueve en contra de la fuerza del muelle de control y reduce así la cámara de alimentación de la bomba. La cantidad impelida por la bomba desciende y, con ello, también se reduce la presión del aceite. La unidad de control del motor utiliza una señal PWM (200 Hz) para la excitación de la N428. Según sea la proporción de período (entre 20 y 80 %) se modifica la sección transversal del conducto de aceite hacia la cámara de la bomba.

### Excitación



### Legenda:

- J623** Unidad de control del motor
- N428** Válvula de regulación de la presión del aceite
- 1** Masa (señal PWM)
- 2** Borne 87a

En el caso de Fail-Safe la presión generada del aceite se regula mecánicamente a través de la N428 a 4,5 bares (relativos). Esto es necesario, porque de otra forma, al estar el motor frío, la mayor viscosidad del aceite de motor provocaría un ascenso excesivo de la presión.

A una presión (relativa) del aceite de 4,5 bares (válida para una temperatura del aceite de 120 °C) el émbolo abre el bypass y el aceite fluye por la servoválvula hacia la cámara de control de la bomba. El anillo de ajuste en la bomba de aceite se decala en dirección hacia alimentación mínima. De esa forma la bomba de aceite alimenta una menor cantidad y se limita un mayor ascenso de la presión del aceite en el motor.

Si la presión cae por debajo de un umbral mínimo, aparece en el cuadro de instrumentos la "aceitera roja". Se exhorta al conductor a que detenga el motor.

La excitación de la bomba de regulación de la presión del aceite se puede observar bajo "Leer valores de medición". Otro importante valor de medición es el del sensor de la presión del aceite (Oil P p Val Sent Snsr). Su plausibilidad se puede verificar p. ej. por comparación con el valor de la presión del entorno a motor parado (estado de software de la unidad de control del motor 2054).

Longname	Text_ID	Indicación en el equipo de diagnóstico de vehículos	Unidad
OiL_Pressure_Actual_Value	IDE02742	Valor efectivo de la presión del aceite	bares
OiL_pressure_commanded_value	IDE11203	Valor teórico de la presión del aceite	bares
OiL_pressure_control_Actual_Value_I_Component	IDE11929	Componente I de la regulación PID para la bomba de aceite completamente variable	%
OiL_pressure_control_value_duty_factor	IDE11330	Válvula de regulación de la presión del aceite, proporción de período de excitación	
OiL_pressure_sensor_raw_value	IDE11329	Sensor de la presión del aceite, valor bruto	

# Sistema de refrigeración

## Introducción

El funcionamiento de la refrigeración del motor y de la gestión térmica está derivado en gran escala de los motores de la Serie EA211 habidos hasta ahora.

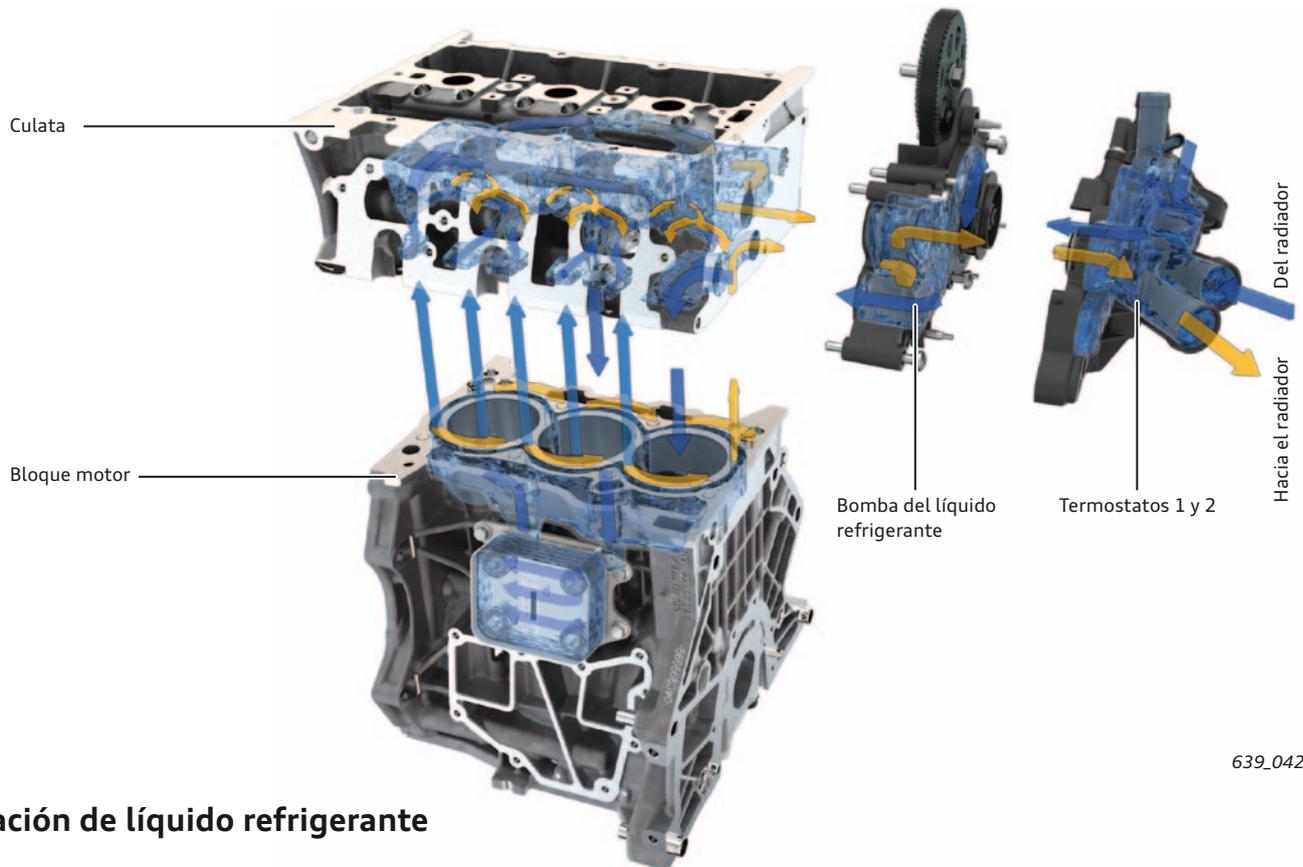
Todo el circuito de refrigeración se divide en los circuitos de baja y de alta temperatura.

## Circuito de baja temperatura

El circuito de baja temperatura trabaja en función de las necesidades por medio de la bomba del intercooler V188. En este circuito están integrados la refrigeración del aire de sobrealimentación y el turbocompresor. Después de haber parado el motor caliente, sigue trabajando una función de ciclo activo postmarcha de la bomba, para establecer la protección de los componentes.

## Circuito de alta temperatura

La refrigeración del motor corre a cargo de la bomba de líquido refrigerante integrada en el módulo de bomba. Su accionamiento se realiza por medio de una correa dentada exenta de mantenimiento, a partir del árbol de levas de escape.



639\_042

## Circulación de líquido refrigerante

### Circuito de refrigeración menor

La bomba con accionamiento mecánico impele el líquido refrigerante a través de un conducto comunicante en la culata hacia la galería de líquido refrigerante en el bloque motor. Desde aquí se conduce el caudal principal a través de la junta hacia la culata. Allí coincide con la refrigeración de flujo transversal de las cámaras de combustión y con el 2º caudal de refrigeración paralelo para la refrigeración del colector de escape integrado.

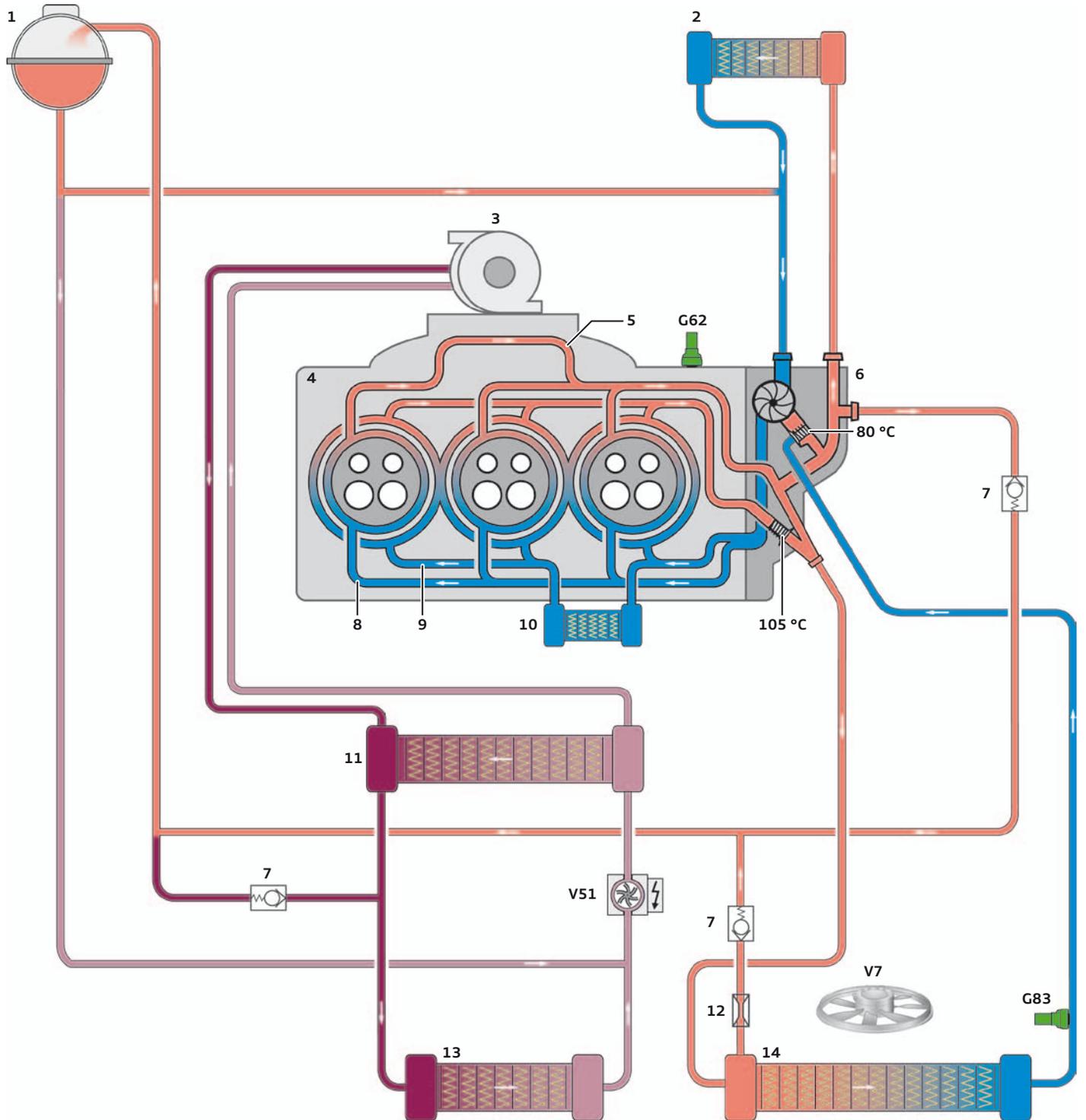
Ambos caudales parciales confluyen ante la carcasa del termostato e ingresan en la cámara de mezclado ante el termostato 1 para la culata. Éste abre a partir de una temperatura de 80 °C y el líquido refrigerante fluye por el intercambiador de calor de la calefacción. Esta temperatura representa la combinación ideal entre la reducción de las fricciones y el encendido de rendimiento óptimo o bien de la tendencia mínima al picado.

### Circuito de refrigeración mayor

El líquido refrigerante fluye al comienzo de la galería del bloque directamente a través del radiador de aceite del motor. Ante el cilindro 1 vuelve a la galería del bloque. Aquí comienza el circuito de refrigeración del bloque motor. El líquido refrigerante fluye ante los cilindros y, a través de un conducto comunicante, pasa ante el termostato 2 del bloque motor.

Durante la fase de calentamiento del motor se establece en el bloque una fase de líquido refrigerante inmóvil. A partir de los 105 °C el termostato 2 para el bloque abre y deja pasar el líquido refrigerante hacia la cámara de mezclado ante el termostato 1 para la culata. Al mismo tiempo regula el caudal de líquido refrigerante que fluye a través del radiador de líquido refrigerante.

## Estructura del sistema



639\_010

### Legenda:

- 1 Depósito de expansión del líquido refrigerante
- 2 Intercambiador de calor de la calefacción
- 3 Turbocompresor
- 4 Culata / bloque motor
- 5 Refrigeración colector de escape integrado
- 6 Módulo de bomba de líquido refrigerante con termostato integrado
- 7 Válvula de retención
- 8 Refrigeración culata
- 9 Refrigeración bloque motor
- 10 Radiador de aceite del motor
- 11 Intercooler interno en el colector de admisión
- 12 Paso calibrado
- 13 Radiador de líquido refrigerante del intercooler
- 14 Radiador del líquido refrigerante

- G62 Sensor de la temperatura del líquido refrigerante
- G83 Sensor de la temperatura del líquido refrigerante en la salida del radiador
- V7 Ventilador del radiador
- V51 Bomba para postcirculación del líquido refrigerante

#### Circuito de alta temperatura

- Líquido refrigerante enfriado
- Líquido refrigerante caliente

#### Circuito de baja temperatura

- Refrigeración del aire de sobrealimentación, líquido refrigerante frío
- Refrigeración del aire de sobrealimentación, líquido refrigerante caliente

## Termostato de líquido refrigerante

El termostato va integrado en el módulo de la bomba de líquido refrigerante. En la carcasa del termostato se encuentran 2 termostatos. Son termostatos de cera dilatante, con una diferente especificación de temperatura. Ambos se pueden sustituir de forma individual.

### Termostato 1

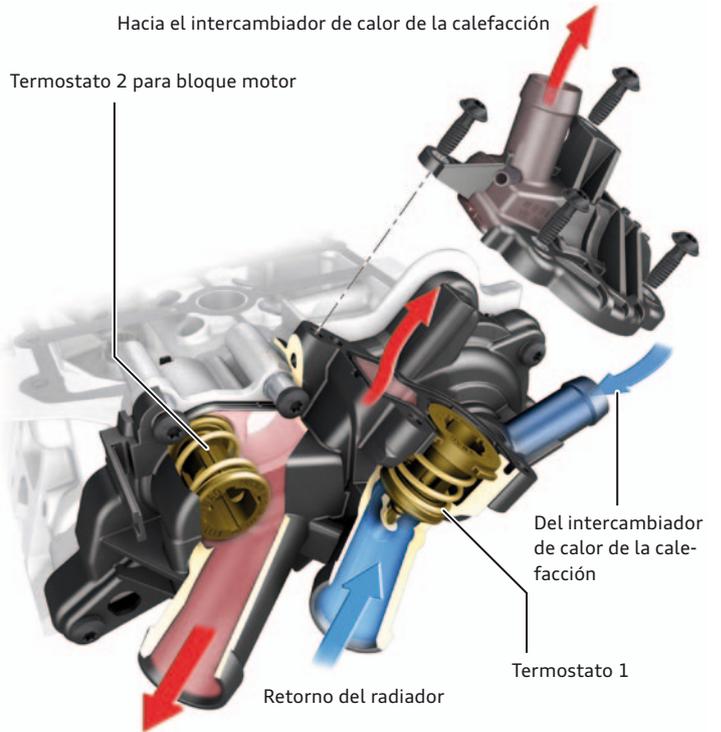
Es el termostato principal, que regula el caudal de líquido refrigerante que fluye a través del radiador principal. El comienzo de la apertura es a una temperatura del líquido refrigerante de 80 °C.

### Termostato 2

Abre a partir de 105 °C y despeja el paso del bloque al radiador para el líquido refrigerante que se ha calentado. Todo el circuito de refrigeración está abierto.

## Bomba del líquido refrigerante

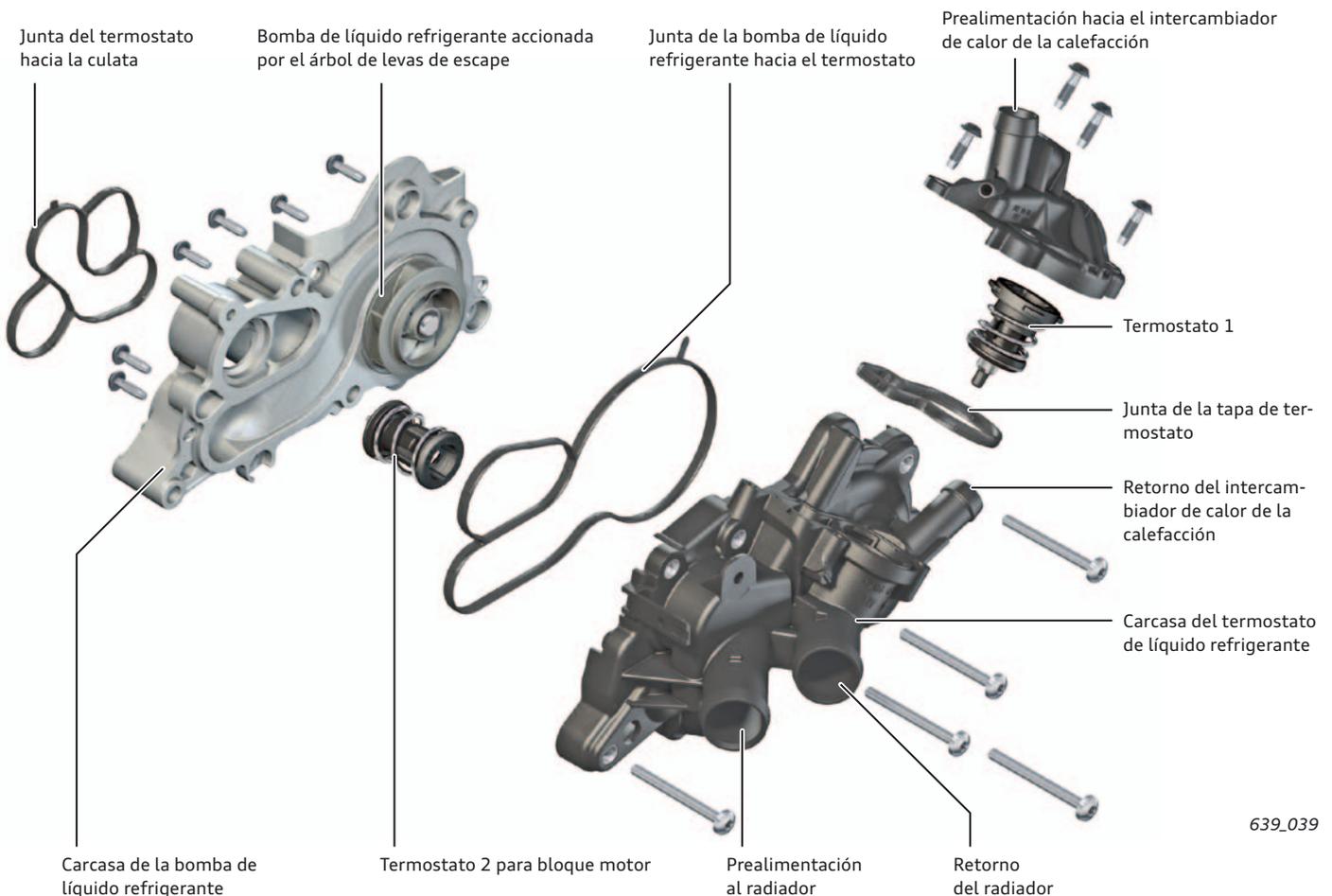
La bomba de líquido refrigerante está integrada en el módulo de bomba. El módulo completo va atornillado a la culata. Mediante juntas de goma se establece la estanqueidad hacia los conductos de líquido refrigerante. Hay una junta entre la carcasa de la bomba de líquido refrigerante y la culata; la 2ª junta se encuentra entre la bomba de líquido refrigerante y la carcasa del termostato.



639\_040

Temperatura del líquido refrigerante > 105 °C, ambos termostatos abiertos

La bomba de líquido refrigerante se acciona por medio de una correa dentada aparte, desde el árbol de levas de escape. Este accionamiento de correa dentada se encuentra por el lado de entrega de fuerza del motor y funciona sin mantenimiento. Sin embargo, si se suelta la bomba de líquido refrigerante, se tiene que cambiar la correa a continuación.



639\_039

# Alimentación de aire y sobrealimentación

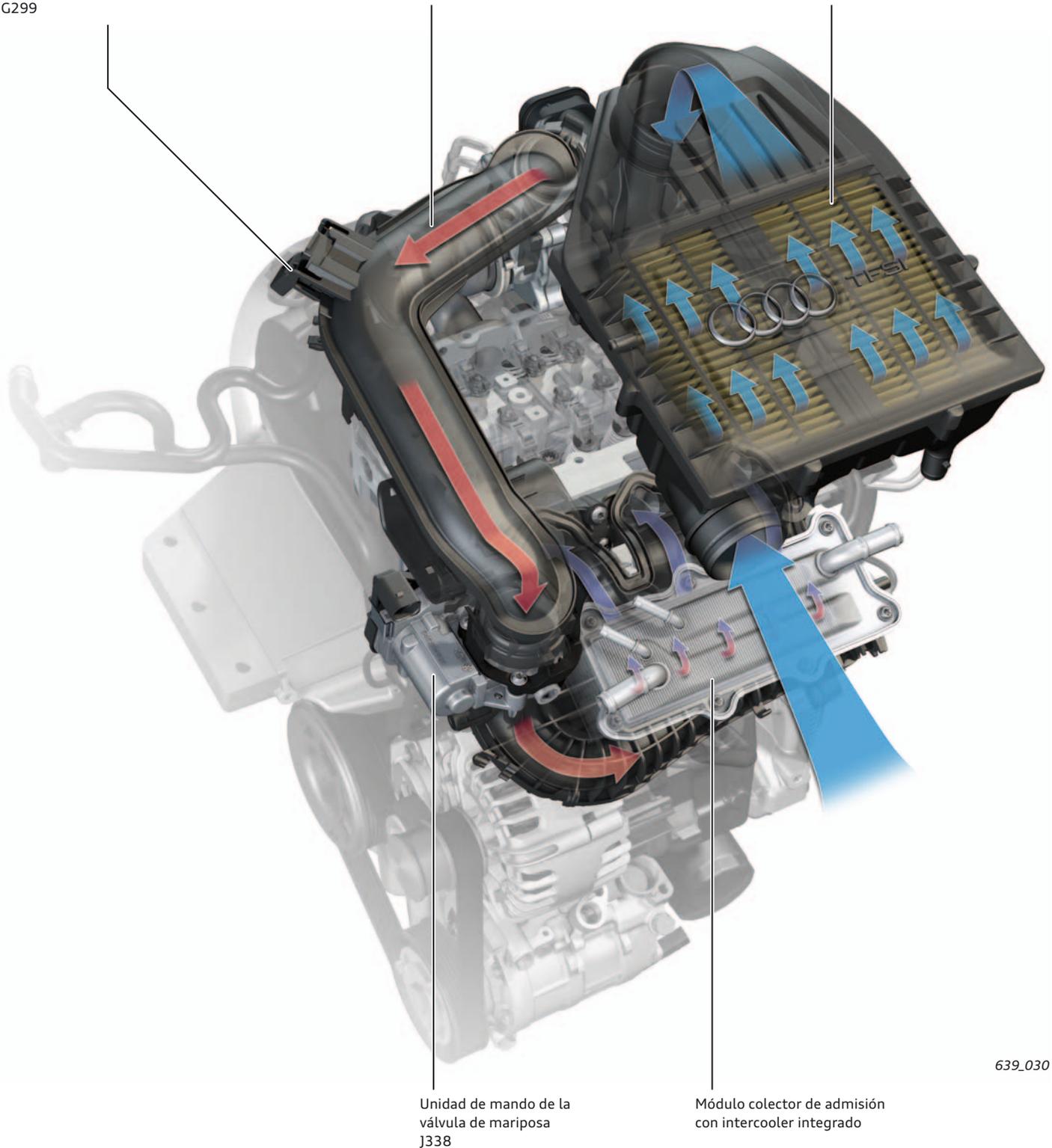
## Cuadro general

En todos los motores de la Serie EA211 la alimentación de aire se distingue sobre todo por los cortos recorridos del tramo de aire de sobrealimentación. La generación de la presión de sobrealimentación es muy rápida, gracias al bajo volumen de sobrealimentación entre el turbocompresor y las cámaras de combustión. Estos motores tienen un comportamiento de respuesta muy espontáneo por ese motivo.

Sensor de la presión de sobrealimentación G31 con sensor 2 de la temperatura del aire de admisión G299

Aire calentado en el tubo de sobrealimentación

Caja del filtro de aire directamente en el motor



639\_030

## Turbocompresor

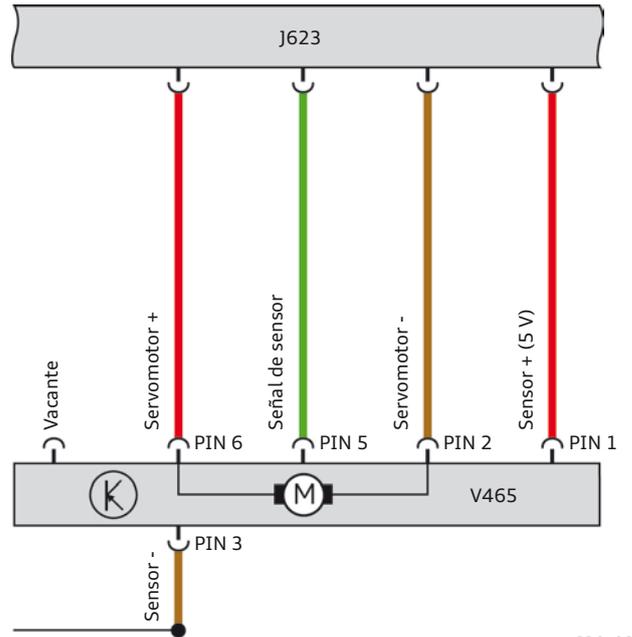
El turbocompresor se atornilla directamente a la salida del colector de escape que va integrado en la culata. Por los cortos recorridos hacia la turbina Single-Scroll apenas si se pierde calor de los gases de escape. Los materiales del turbocompresor están adaptados esmeradamente a estas condiciones.

El turbocompresor, relativamente pequeño, tiene unos bajos pares de inercia de las masas, debido a sus dimensiones reducidas, por lo cual cuenta con un muy buen rendimiento. La regulación de la presión de sobrealimentación se lleva a cabo por medio de un actuador eléctrico de válvula de descarga. En la Serie de motores EA211 el motor TFSI 1,0l de 3 cilindros es el que tiene hasta ahora la presión de sobrealimentación más intensa.

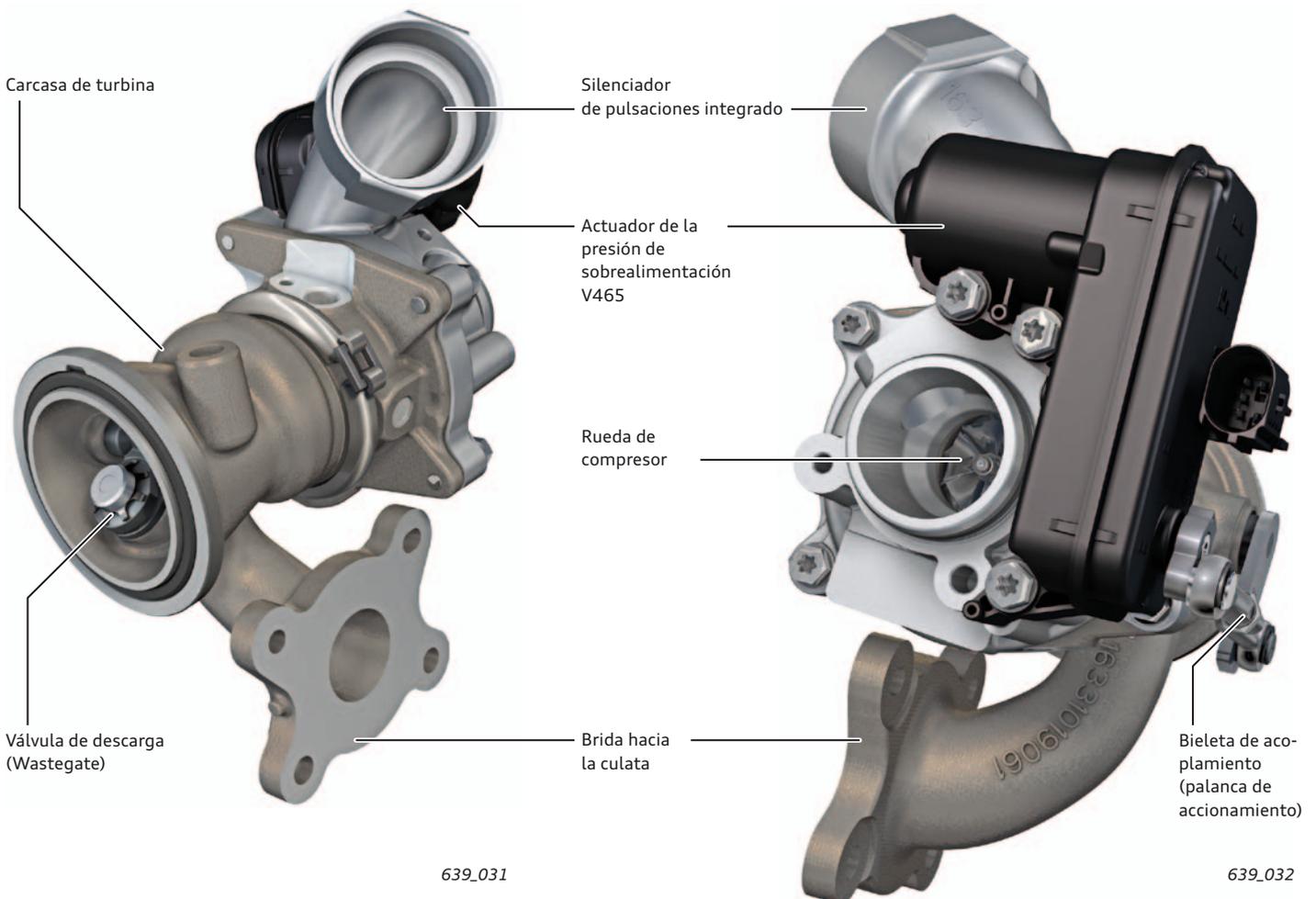
### Características técnicas

- ▶ Carcasa de fundición de acero austenítico ↗ resistente al calor (permite temperaturas de los gases de escape de hasta 1.050 °C)
- ▶ Aleación a base de níquel para la rueda de la turbina
- ▶ Actuador de sobrealimentación accionado eléctricamente, sustituible de forma individual (tener en cuenta lo especificado en el Manual de Reparaciones y en la Localización guiada de averías)
- ▶ Presión de sobrealimentación máxima hasta 1,6 bares relativos
- ▶ Sin válvula de recirculación de aire en deceleración

### Excitación



639\_033



639\_031

639\_032

↗ Ver "Glosario" en la página 34.

# Actuador de la presión de sobrealimentación V465

## Funcionamiento

La unidad de control del motor excita el actuador por medio de una señal PWM. Para ello se aplica una frecuencia básica de 1.000 Hz. El cálculo de la excitación se realiza utilizando un mapa de características.

Para establecer la posición correcta del actuador, es preciso captar la posición actual. Esto corre a cargo del sensor de la posición del actuador de la presión de sobrealimentación G581 (sensor Hall), que se instala en el piñón de salida del accionamiento rotativo.

Suministra una señal de tensión analógica a la unidad de control del motor, por medio de la cual se calcula la posición de la válvula de descarga.

Tras la inicialización (adaptación) del actuador quedan "autoadaptados" los topes de la válvula de descarga. Esto permite que el actuador esté en condiciones de trabajar de un modo muy rápido y esté sujeto al mismo tiempo al desgaste mínimo posible. Poco antes de alcanzar los topes mecánicos se produce para ello una frenada eléctrica mediante señal PWM, y el sistema se dirige hacia el tope eléctrico calculado.

## Posibilidades de diagnosticar con el equipo de diagnóstico para vehículos

Con la Localización guiada de averías o las Funciones guiadas se puede llevar a cabo un ajuste o una adaptación del actuador de sobrealimentación.

No es posible ajustar el actuador de sobrealimentación a través de la bieleta de acoplamiento. Si se sustituye el actuador de sobrealimentación en un caso de posventa, se deja la bieleta de acoplamiento en el turbocompresor y no se la sustituye. Por ello no es necesario, e incluso sería un error, ajustar la bieleta de acoplamiento. En un caso de posventa únicamente se debe llevar a cabo la adaptación del nuevo actuador de sobrealimentación.

La adaptación tiene que llevarse a cabo cuando:

- ▶ se sustituyó el actuador de sobrealimentación.
- ▶ por el montaje de un motor diferente se instaló otro actuador de sobrealimentación.
- ▶ se sustituyó la unidad de control del motor.
- ▶ se borraron los valores adaptativos en la unidad de control del motor.

Estando conectado el encendido y el motor parado, la unidad de control del motor autoadapta diversas posiciones del actuador de sobrealimentación. Estas posiciones se guardan en la unidad de control del motor.

## Valores de medición importantes

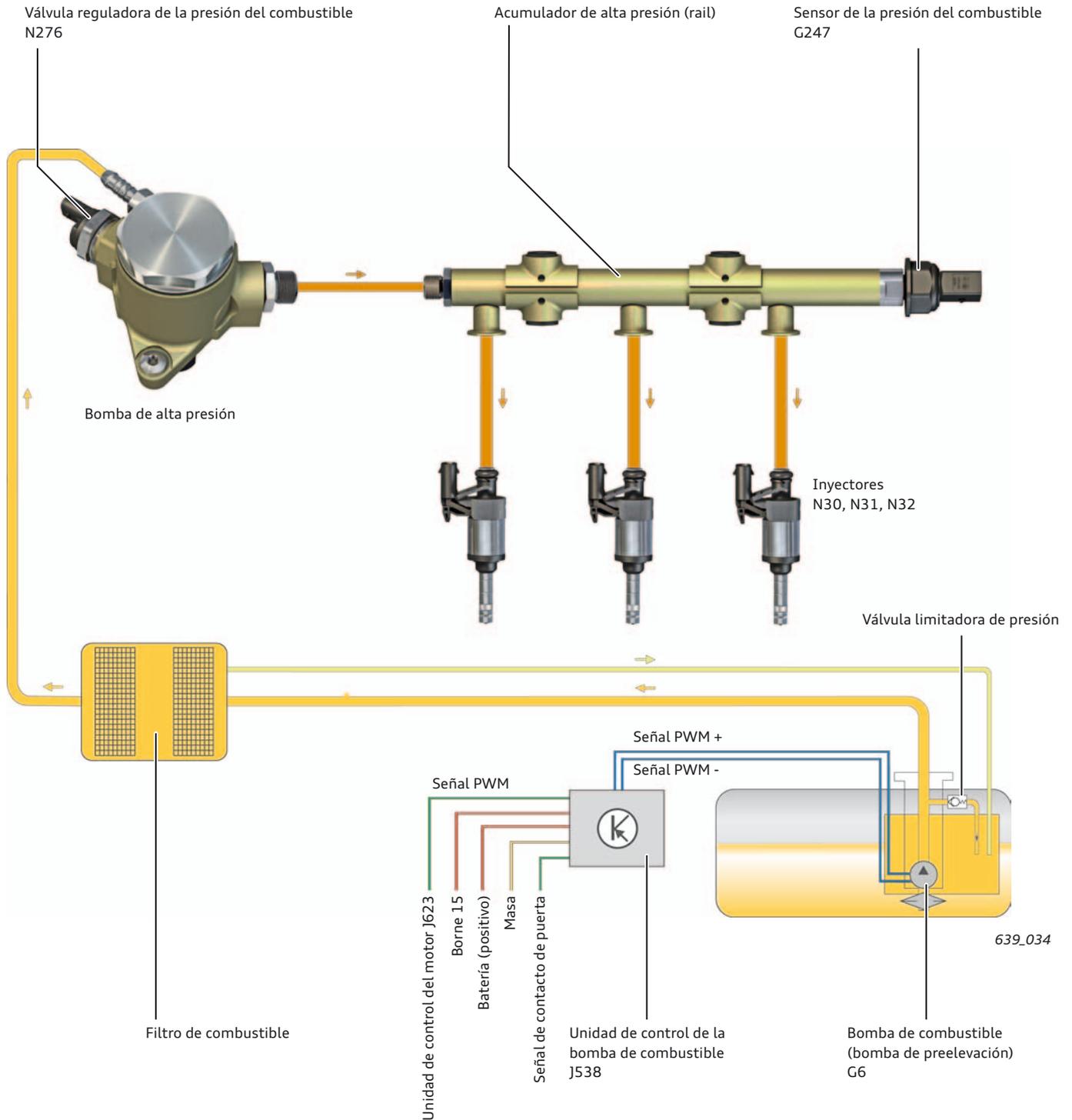
Valores de medición	Código
Posición teórica	[IDE03932]_Actuador de sobrealimentación
Adaptación para el tope inferior	[IDE03934]_Actuador de sobrealimentación
Adaptación para el tope superior	[IDE03935]_Actuador de sobrealimentación
Valor teórico	[IDE04278]_Válvula de bypass para turbocompresor - alta presión - entrada de la turbina
Valor efectivo	[IDE04279]_Válvula de bypass para turbocompresor - alta presión - entrada de la turbina
Offset cerrado	[IDE04280]_Válvula de bypass para turbocompresor - alta presión - entrada de la turbina
Offset abierto	[IDE04281]_Válvula de bypass para turbocompresor - alta presión - entrada de la turbina
Excitación	[IDE04301]_Válvula de bypass para turbocompresor - alta presión - entrada de la turbina
Estatus	[IDE04302]_Válvula de bypass para turbocompresor - alta presión - entrada de la turbina
Tensión bruta	[IDE04303]_Válvula de bypass para turbocompresor - alta presión - entrada de la turbina

# Sistema de combustible

En la Serie de motores EA211 el motor TFSI de 3 cilindros es el primero en el que se realiza una presión de inyección máxima de 250 bares.

Con esta medida mejoran una vez más marcadamente las emisiones de escape.

## Estructura del sistema



- Presión de prealimentación de combustible y presión de retorno de los inyectores, aprox. 4 – 7 bares
- Alta presión del combustible, 100 – 250 bares
- Retorno de combustible

## Alimentación de combustible

La alimentación de combustible sucede mediante bomba eléctrica en el depósito, sin retorno. La unidad de control de la bomba de combustible J538 aporta aquí la presión de combustible calculada en función del modelo por parte de la unidad de control del motor.

Esto significa que no hay ningún sensor de la presión del combustible en el circuito de baja presión. Únicamente se alimenta siempre la cantidad de combustible que se necesita para tener disponible la suficiente. En el sistema de combustible no deben producirse burbujas de vapor.

## Sistema de alta presión

Por ello se han tenido que adaptar todos los componentes del sistema de alta presión a las mayores condiciones de la presión. La bomba de alta presión de la casa Hitachi se acciona por medio de una leva triple a partir del árbol de levas de admisión.

La inyección a alta presión sucede a través de inyectores electro-magnéticos de 5 orificios. La pulverización se ha optimizado para obtener una mezcla homogénea.

Por el planteamiento específico para la alta presión, se pueden inyectar mínimas cantidades de combustible. A régimen de carga parcial y de plena carga se realizan hasta 3 inyecciones. También durante la fase de caldeo del catalizador se realizan inyecciones múltiples. Las cantidades de inyección necesarias se calculan en la unidad de control del motor. La excitación se efectúa con 65 V. El rail es de acero inoxidable. Tiene un espesor de pared adecuado para la presión. El apoyo en la culata se ha realizado asimismo en versión reforzada, teniendo en cuenta las mayores condiciones de la presión.

La presión de apertura de la válvula limitadora de la presión en la bomba de alta se cifra alrededor de 290 bares.



639\_041

## Encendido

Las bobinas de encendido van implantadas por encima de las bujías. Se atornillan a la tapa de la culata.

Las bujías están diseñadas de modo que el electrodo de masa quede dispuesto exactamente en la cámara de combustión. Sólo así se consigue un despliegue óptimo de la chispa del encendido en la zona de la mezcla capaz de ignición y se logra desarrollar un núcleo estable de la llama. Por ello es imprescindible que se tengan en cuenta las especificaciones del fabricante para el montaje.



### Remisión

El concepto de regulación de la bomba de alta presión está descrito en el Programa autodidáctico 384 "Motor Audi TFSI de 1,8l 4V con cadena".

# Gestión del motor

## Cuadro del sistema (Audi A1 año de modelos 2015)

### Sensores

Sensor de la posición de punto muerto del cambio G701



Sensor de la presión del aceite G10



Sensor de picado 1 G61



Sensor de la posición del acelerador G79  
Sensor 2 de la posición del acelerador G185



Sensor de la posición del embrague G476



Conmutador de las luces de freno F



Sensor del nivel y la temperatura del aceite G266



Sensor del régimen del motor G28



Sensor de la presión de sobrealimentación G31  
Sensor 2 de la temperatura del aire de admisión G299



Sensor de la temperatura del aire de admisión G42  
Sensor de presión del colector de admisión G71



Sensor de la presión del combustible G247



Sensores Hall 1 + 2 G40, G163



Unidad de mando de la válvula de mariposa J338  
Sensores de ángulo 1 y 2 del mando de la mariposa (mando eléctrico del acelerador) G187, G188



Sensor de la temperatura del líquido refrigerante G62



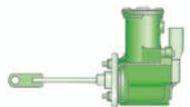
Sensor de la temperatura del líquido refrigerante en la salida del radiador G83



Sonda lambda G39  
Sonda lambda posterior al catalizador G130

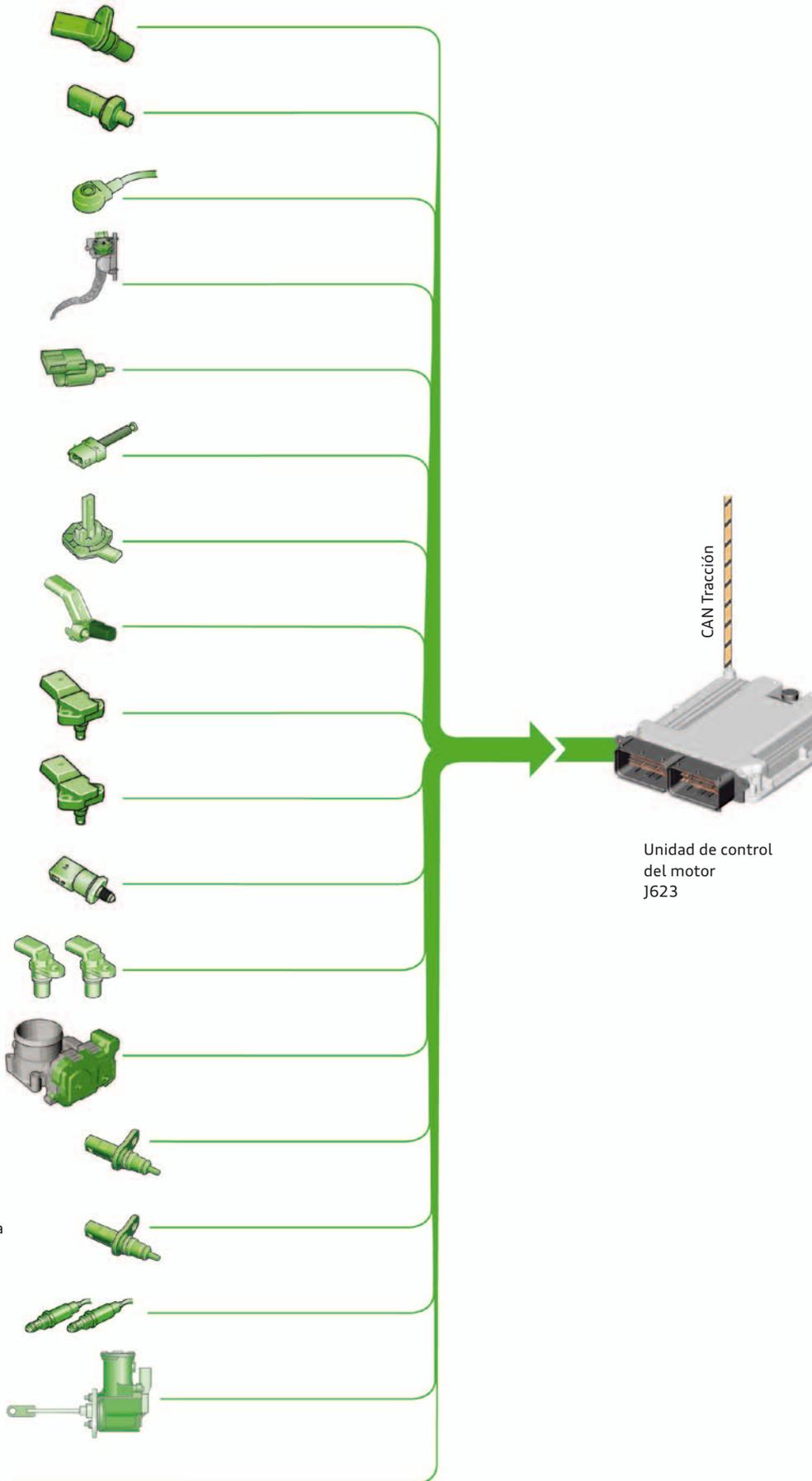


Sensor de posición para actuador de la presión de sobrealimentación (En el actuador de la presión de sobrealimentación V465)



Señales adicionales<sup>1)</sup>:

- ▶ Regulador de velocidad
- ▶ Señal de velocidad
- ▶ Borne 50
- ▶ Señal de colisión de la unidad de control para airbag
- ▶ Start-Stop "off"



Unidad de control del motor J623

CAN Tracción

<sup>1)</sup> Dependiendo del equipamiento

## Actuadores

Relé principal J271

Válvula de regulación de la presión del aceite N428

Válvula reguladora de la presión del combustible N276

Bomba para postcirculación del líquido refrigerante V51

Calefacción de la sonda lambda Z19  
Calefacción de la sonda lambda 1 posterior al catalizador Z29

Bobinas de encendido 1 - 3 con etapas finales de potencia  
N70, N127, N291

Ventilador del radiador V7  
Unidad de control del ventilador del radiador J293

Inyectores para cilindros 1 - 3  
N30 - N32

Válvula 1 para distribución variable N205  
Válvula 1 para distribución variable (escape) N318

Electroválvula 1 del depósito de carbón activo N80

Mando de la mariposa (mando eléctrico del acelerador) G186

Actuador de la presión de sobrealimentación V465

Unidad de control de la bomba de combustible J538  
Bomba de combustible (bomba de preelevación) G6  
Sensor del indicador del nivel de combustible G

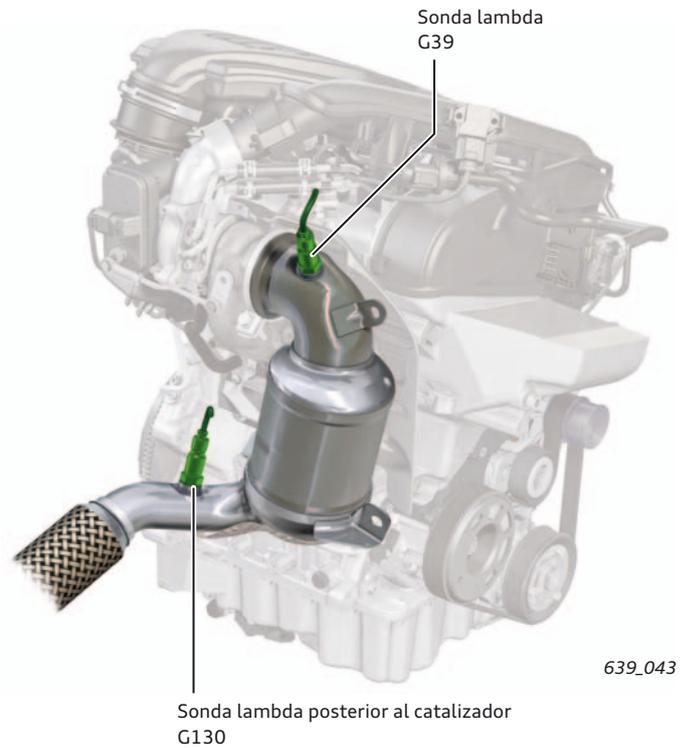
Señales adicionales<sup>1)</sup>:

- ▶ Unidad de control para cambio automático / régimen del motor
- ▶ Unidad de control para ABS / posición del embrague
- ▶ Compresor de climatización

## Regulación lambda

La regulación lambda se realiza por medio de 2 sondas lambda binarias. Una sonda se encuentra delante y otra detrás del catalizador. Con las señales de la sonda lambda anterior al catalizador G39 la unidad de control del motor calcula la mezcla de combustible y aire.

Con las señales de la sonda lambda posterior al catalizador G130 se verifica la función del catalizador y se vigila y autoadapta eventualmente la sonda lambda anterior al catalizador.

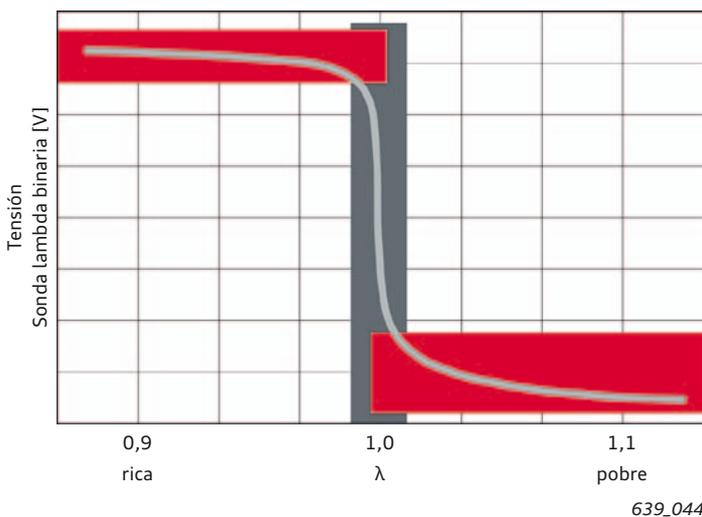


### Valoración de la señal de la sonda lambda anterior al catalizador G39

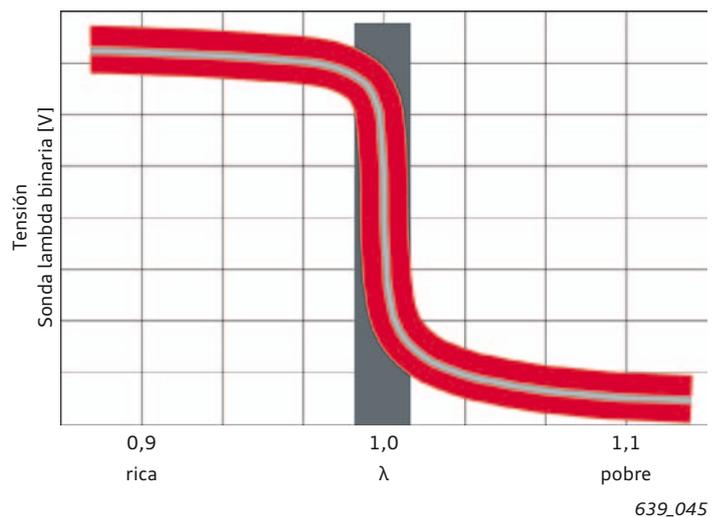
Al igual que en todos los motores de la Serie EA211 con 2 sondas lambda binarias, también el motor de 3 cilindros lleva integrado un regulador lambda continuo en la unidad de control del motor. Con esta función no se valora, como hasta ahora, solamente el salto (regulador lambda de dos puntos), sino también la señal dentro del salto binario.

La adaptación de la mezcla es muy rápida y sensitiva. La señal de la sonda se encuentra con ello continuamente dentro del margen del salto binario. Por ese motivo se obtiene un resultado relativamente cercano al del comportamiento de regulación de una sonda lambda de banda ancha.

#### Regulador lambda de 2 puntos



#### Regulador lambda continuo



#### Leyenda:

Este margen se analiza y valora por medio de la regulación lambda en la unidad de control del motor.

## Comparación de las imágenes de la señal de la sonda lambda binaria G39 anterior al catalizador

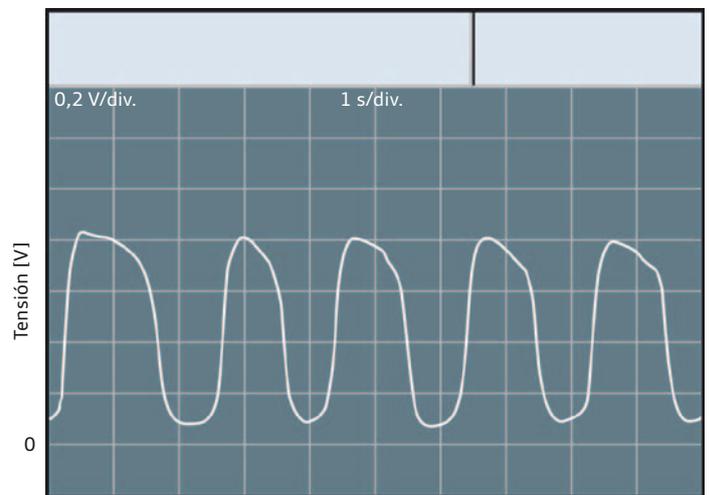
En las familias de motores EA111 y EA211 las sondas lambda binarias son idénticas en lo que respecta a su índole y funcionamiento. Únicamente es diferente la valoración en la unidad de control del motor. De ahí resultan desarrollos diferentes de la señal en el osciloscopio digital con memoria:

- ▶ Con una tensión de señal de 450 mV el valor lambda se encuentra en 1,0.
- ▶ Con una tensión superior el valor lambda se encuentra por debajo de 1,0.
- ▶ Con una tensión inferior el valor lambda se encuentra por encima de 1,0.

### Serie de motores EA111, imagen de señal de la sonda lambda binaria G39 anterior al catalizador

Con el regulador lambda de 2 puntos la unidad de control del motor únicamente identifica una mezcla demasiado rica (tensión de señal alrededor de 800 mV) o demasiado pobre (tensión de señal alrededor de 100 mV).

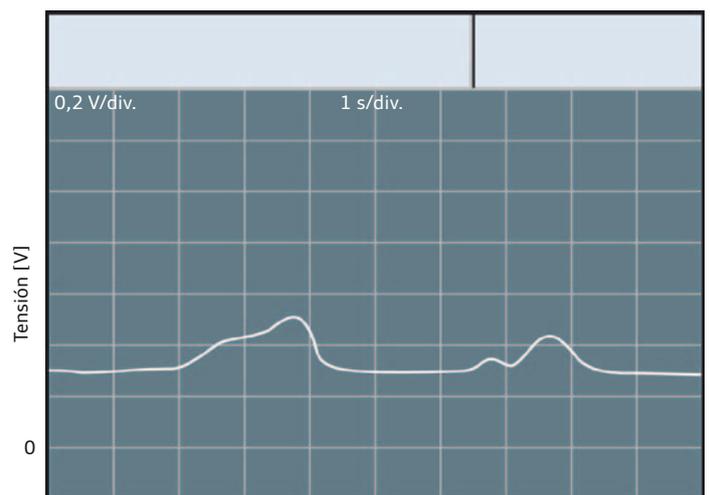
Si la mezcla es demasiado rica, se reduce la cantidad de la inyección hasta que se compruebe una mezcla demasiado pobre a través de la tensión de la señal. Ahora se vuelve a incrementar la cantidad inyectada.



639\_047

### Serie de motores EA211, imagen de señal de la sonda lambda binaria G39 anterior al catalizador

En los motores de la Serie EA211 la señal de la sonda lambda binaria aparece casi lineal en el osciloscopio digital con memoria. Debido a que la unidad de control del motor valora continuamente las señales, resulta que la señal se muestra casi uniforme con una tensión de aprox. 450 mV.



639\_046



#### Nota

Los valores de tensión de las sondas lambda pueden diferir de un fabricante a otro.

# Servicio

## Herramientas especiales y equipamientos del taller

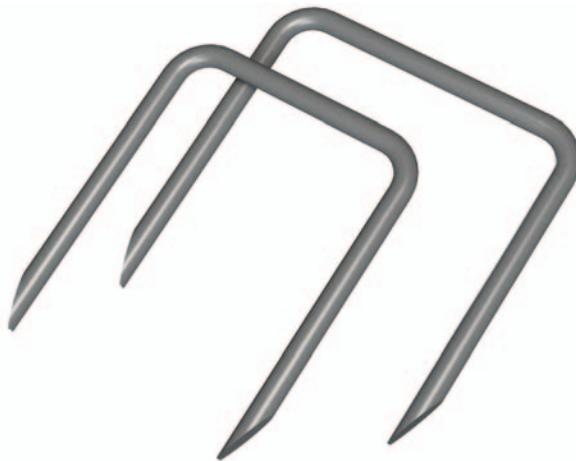
T10476A Extractor



639\_035

Útil de montaje para posicionar con exactitud los piñones triovalados de los árboles de levas para la correa dentada al ajustar los tiempos de distribución.

T10527 Herramienta de desbloqueo



639\_036

Para desbloquear los encastramientos en el tubo de ventilación entre la carcasa del filtro de aire y la unidad de mando de la mariposa.

## Trabajos de mantenimiento

Dato o bien trabajos a realizar	Intervalo o bien valor
Cantidad de llenado de aceite del motor incl. filtro (cantidad que se cambia)	4,5 l
Norma sobre el aceite del motor	VW 50400 (intervalo flexible de cambio de aceite) VW 50200 (intervalo fijo de cambio de aceite)
Se admite extraer el aceite de motor por succión	No
Intervalo de mantenimiento	Según indicador de intervalos de Servicio, dependiendo de la forma de conducir y las condiciones de uso, entre 15.000 km / 1 año y 30.000 km / 2 años
Intervalo de sustitución del filtro de aire	90.000 km
Intervalo de sustitución del filtro de combustible	de por vida (lifetime)
Intervalo de sustitución de las bujías	60.000 km / 6 años
Intervalo de sustitución del filtro de polen	60.000 km / 2 años
Intervalo de sustitución de la correa poli-V	de por vida (lifetime)
Distribución / correa dentada	210.000 km
Sistema de tensado, distribución	210.000 km



### Nota

Básicamente rigen las especificaciones proporcionadas en la documentación de actualidad del Servicio.  
Al cambiar el aceite deberá tenerse en cuenta en todo caso la norma admisible para el aceite.

# Apéndice

## Glosario

### ↗ Arquitectura de cabeza abierta

La arquitectura de cabeza abierta se distingue por la particularidad de que el espacio que circunvala a los cilindros se encuentra abierto hacia arriba. El líquido refrigerante contenido puede actuar de esta forma dentro de la zona superior de los cilindros, que se encuentra expuesta a sollicitaciones intensas, y el calor generado se puede disipar sobre toda la altura del cilindro. Aparte de ello, con esta arquitectura se puede limitar marcadamente la deformación de los cilindros durante el montaje de la culata. Un inconveniente es la menor rigidez del bloque. Este efecto se puede compensar colocando una junta de culata de metal. En general, esta arquitectura ofrece bastante margen para diseñar de forma más eficaz el proceso de fabricación de los bloques de motor.

### ↗ DLC

Diamond-like Carbon: se trata de un carbono amorfo o un carbono parecido al diamante. Estas capas poseen unos muy altos grados de dureza y se distinguen por unos pares de fricción en seco muy bajos. Se reconocen por la superficie negro agrisado brillante.

### ↗ Filtro de aceite Spin-On

En el caso de los filtros de aceite Spin-On la carcasa y el elemento filtrante constituyen una unidad. Se sustituyen completos como unidad al efectuar el mantenimiento. Por fuera son muy parecidos a los filtros de bote. Sin embargo, se pueden diferenciar por su estructura interior. Tanto los parámetros operativos como las características de diseño de este grupo de filtros tienen que estar adaptados de forma óptima, para garantizar el funcionamiento correcto en el sistema de lubricación del motor. Merecen especial atención las válvulas que se encuentran dentro del filtro, porque justo éstas son las que determinan el funcionamiento correcto del filtro en el sistema de lubricación.

### ↗ Fundición de acero austenítico

El término "austenítico" se deriva del apellido del metalúrgico británico Sir William Chandler Roberts-Austen.

Representa:

- ▶ una modificación del hierro, como fase
- ▶ un integrante microestructural del acero o del hierro fundido

### ↗ Ruletear

Ruletear es un mecanizado sin arranque de virutas, utilizando elementos de laminado. Un útil de ruleteo se oprime con una gran fuerza contra la pieza. El material de la pieza empieza a fluir con ello y se desplaza. Las herramientas (discos de ruleteo) tienen una superficie de acción asperezada. Con este procedimiento se obtiene un alisamiento y una solidificación en superficies de los materiales.

### ↗ Señal PWM

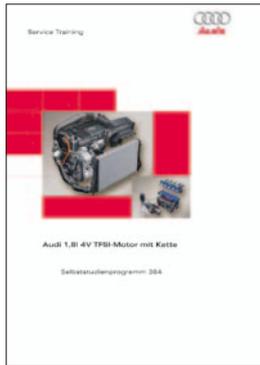
La abreviatura PWM significa señal modulada en ancho de pulso. Se trata de una señal digital, en la que un parámetro (p. ej. la corriente eléctrica) varía entre 2 valores. Las distancias de estos cambios varían de acuerdo con la excitación. De esa forma pueden transmitirse señales digitales.

### ↗ SENT

El protocolo de datagrama SENT ("single edge nibble transmission"), conjuntamente con los sensores correspondientes, permite sustituir interfaces analógicas y una transmisión digital de los datos.

## Programas autodidácticos (SSP)

Hallará más información sobre la técnica del motor TFSI de 1,0l en los siguientes Programas autodidácticos:



### SSP 384 – Motor Audi TFSI de 1,8 l 4V con cadena

Número de referencia: A06.5S00.29.60



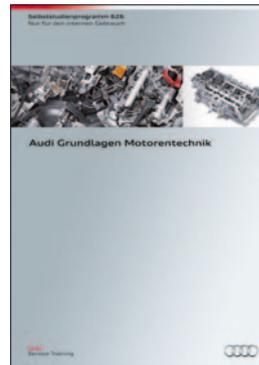
### SSP 477 – Audi A1

Número de referencia: A10.5S00.70.60



### SSP 616 - Motores Audi TFSI de 1,2l y 1,4l de la Serie EA211

Número de referencia: A12.5S01.00.60



### SSP 626 – Audi Fundamentos de la técnica de motores

Número de referencia: A14.5S01.11.60

Reservados todos los derechos.  
Sujeto a modificaciones.

Copyright  
**AUDI AG**  
I/VK-35  
[service.training@audi.de](mailto:service.training@audi.de)

**AUDI AG**  
D-85045 Ingolstadt  
Estado técnico: 07/15

Printed in Germany  
A15.5S01.24.60