

► **Diagnóstico y  
Mantenimiento  
De Sistemas  
Anticontaminación**



# INDICE

## INTRODUCCIÓN

3

Valores legales y normativa  
Sistemas de reducción comunes

## SISTEMAS ANTICONTAMINACIÓN EN MOTORES GASOLINA

11

Sistema de depuración de los vapores  
de la gasolina  
Sistema de inyección de aire adicional  
Catalizadores  
Acumuladores de Nox  
Sondas lambda  
Recirculación de los gases de escape

## SISTEMAS ANTICONTAMINACIÓN EN MOTORES DIESEL

34

Catalizadores  
Sondas Lambda  
Recirculación de los gases de escape  
Filtros antipartículas  
Catalizadores de reducción selectiva



Cars Marobe ayuda a mantener el medioambiente

**Carsmarobe**  
Formación y Asistencia Técnica



FONDO  
SOCIAL  
EUROPEO

DID04 XUNTA\_2014

2

# INTRODUCCIÓN

Con el paso de los años, el automóvil ha ido adquiriendo una importancia cada vez mayor para los habitantes de las naciones industrializadas.

También la interrelación entre el automóvil y el medio ambiente ha pasado a ser un factor de creciente importancia. En la actualidad la compatibilidad con el medio ambiente es, junto con la seguridad y la economía de consumo, el principal objetivo de desarrollo asumido por la industria europea del automóvil y por sus proveedores.

Los automóviles son impulsados principalmente por motores de combustión. Estos motores generan gases de escape con repercusiones negativas para el medio ambiente y la salud de las personas.

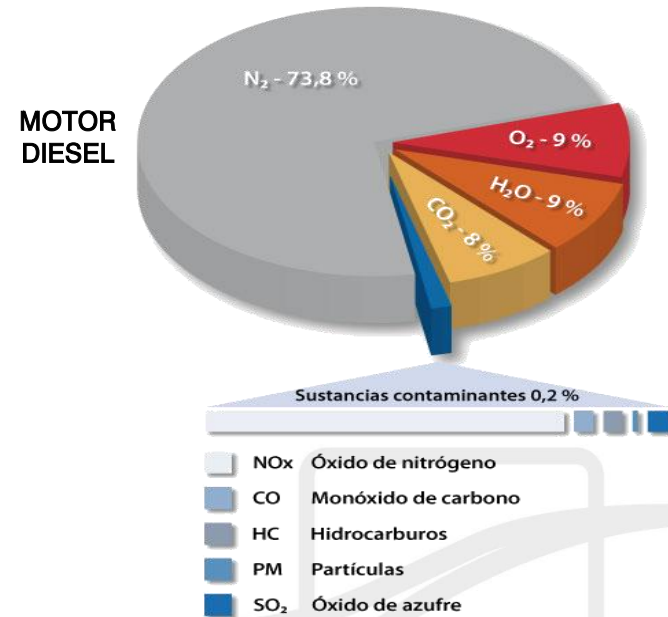
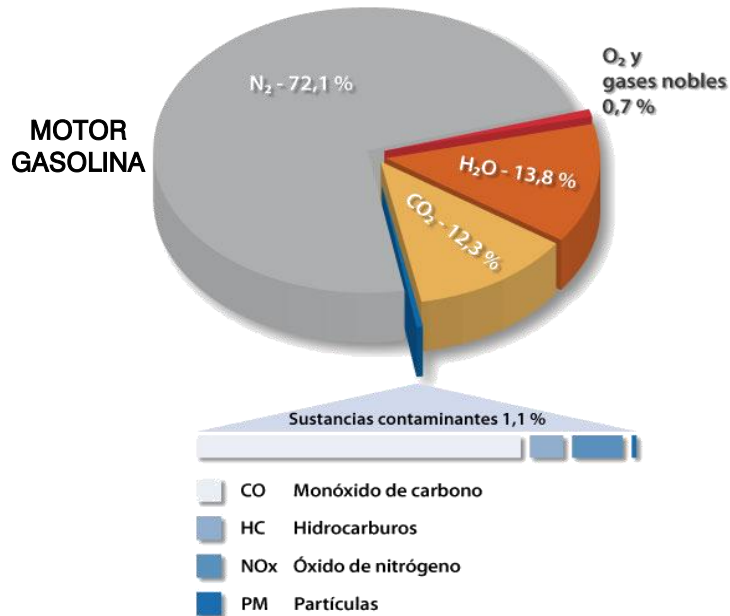
La reducción progresiva de emisiones contaminantes pactada por los legisladores, es uno de los principales objetivos.

Los motores de gasolina han reducido drásticamente su consumo y, directamente con ello, la cantidad de gases de escape emitidos. Pero el aumento en las ventas de vehículos diesel ha centrado la investigación en el desarrollo de nuevos sistemas capaces de eliminar **“nuevos agentes contaminantes”**, como son las **partículas de hollín (PM)** y los **óxidos de Nitrógeno (NOx)**.

# COMPOSICIÓN DE LOS GASES DE ESCAPE

Los gases de escape del motor contienen, además de sustancias inofensivas como oxígeno, vapor de agua, dióxido de carbono y nitrógeno, también otras sustancias contaminantes o nocivas para las personas y el medio ambiente como monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), plomo (Pb), partículas de hollín y óxido de nitrógeno (NOx).

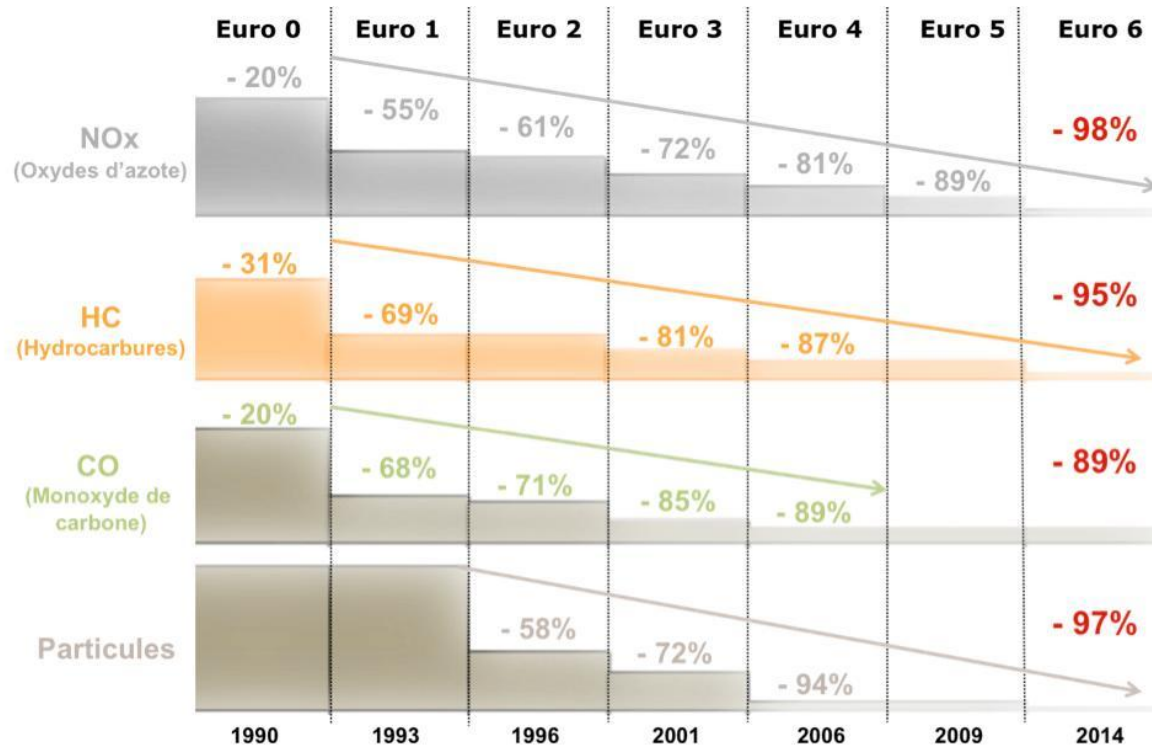
Estas sustancias nocivas representan sólo una parte mínima de todas las emisiones de un motor moderno; sólo el 1,1 % en los motores de gasolina y el 0,2% en los motores diesel. En su mayor parte, los gases de escape están compuestos de nitrógeno, agua y dióxido de carbono.



# VALORES LEGALES Y NORMATIVA

En la actualidad la compatibilidad con el medio ambiente es, junto con la seguridad y la economía de consumo, el principal objetivo de desarrollo asumido por la industria europea del automóvil.

En la actualidad rigen las siguientes normas para la Unión Europea:



Mientras que en Europa se han alcanzado prácticamente los límites máximos para los motores de gasolina en las últimas normas Euro V y VI, aún se siguen recortando los límites permisibles para los motores diesel, especialmente en lo que se refiere a NOx y Partículas de Hollín.

# SISTEMAS DE REDUCCIÓN COMUNES

En general podemos decir que los gases contaminantes de un automóvil proceden de tres sistemas claramente diferenciados:

**Vapores procedentes del aceite.** Se trata esencialmente de dispositivos cuya función es llevar los vapores formados en el bloque a la cámara de combustión para ser quemados.

**Vapores procedentes del combustible.** Dispositivos que impiden la emisión a la atmósfera de los hidrocarburos evaporados en el depósito de combustible.

**Gases contaminantes del escape.** Dispositivos para la destrucción de sustancias contaminantes emitidas por el escape. Entre los dispositivos de este grupo se encuentran las mejoras aportadas a las partes más importantes de los motores. Éstas corresponden esencialmente a los sistemas de alimentación: inyección directa e indirecta del combustible, forma de las cámaras de combustión, posición y dimensión de las bujías, sistemas de encendido y de variación en el avance del encendido en función del tipo de marcha del vehículo, adición secundaria de aire en el colector de escape para obtener una parcial poscombustión de los HC y del CO, modificaciones del régimen de funcionamiento del motor en algunas fases críticas....

# VAPORES PROCEDENTES DEL ACEITE

 Flujo vapores aceite

 Flujo aire de admisión

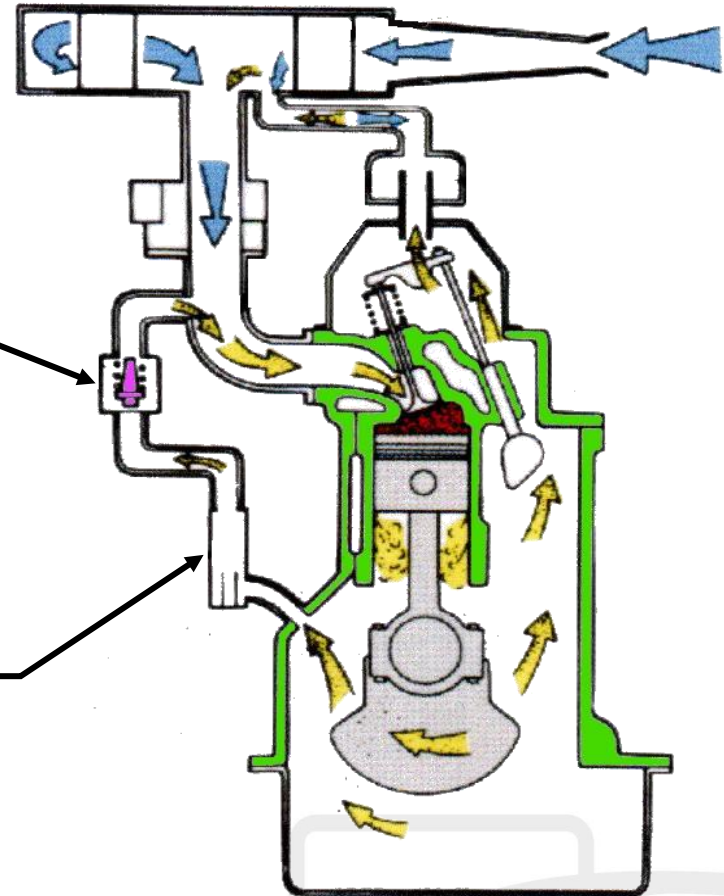
## Válvula de ventilación positiva

Controla el flujo de vapores a velocidad de ralentí, carga parcial y total.

Su ubicación habitual se realiza en la tapa de balancines

## Separador - Decantador

Evita que el flujo de vapores transporte gotas de aceite.  
Condensa los vapores de aceite para que retornen de nuevo al cárter







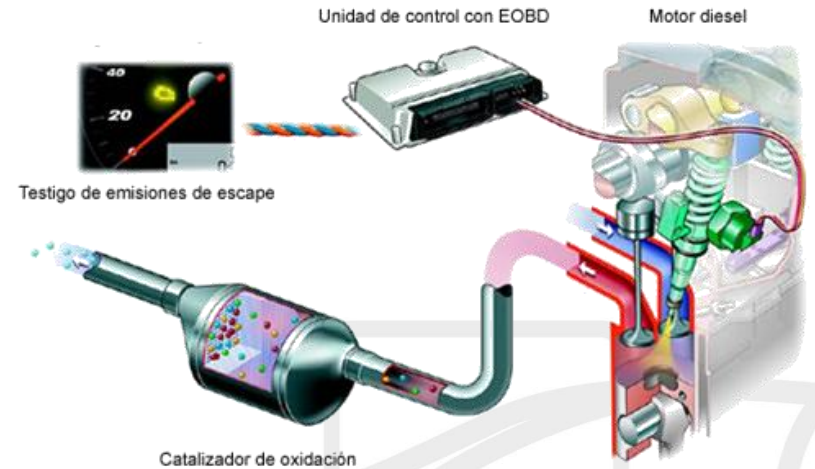
# EOBD

## Elementos controlados en los motores de gasolina

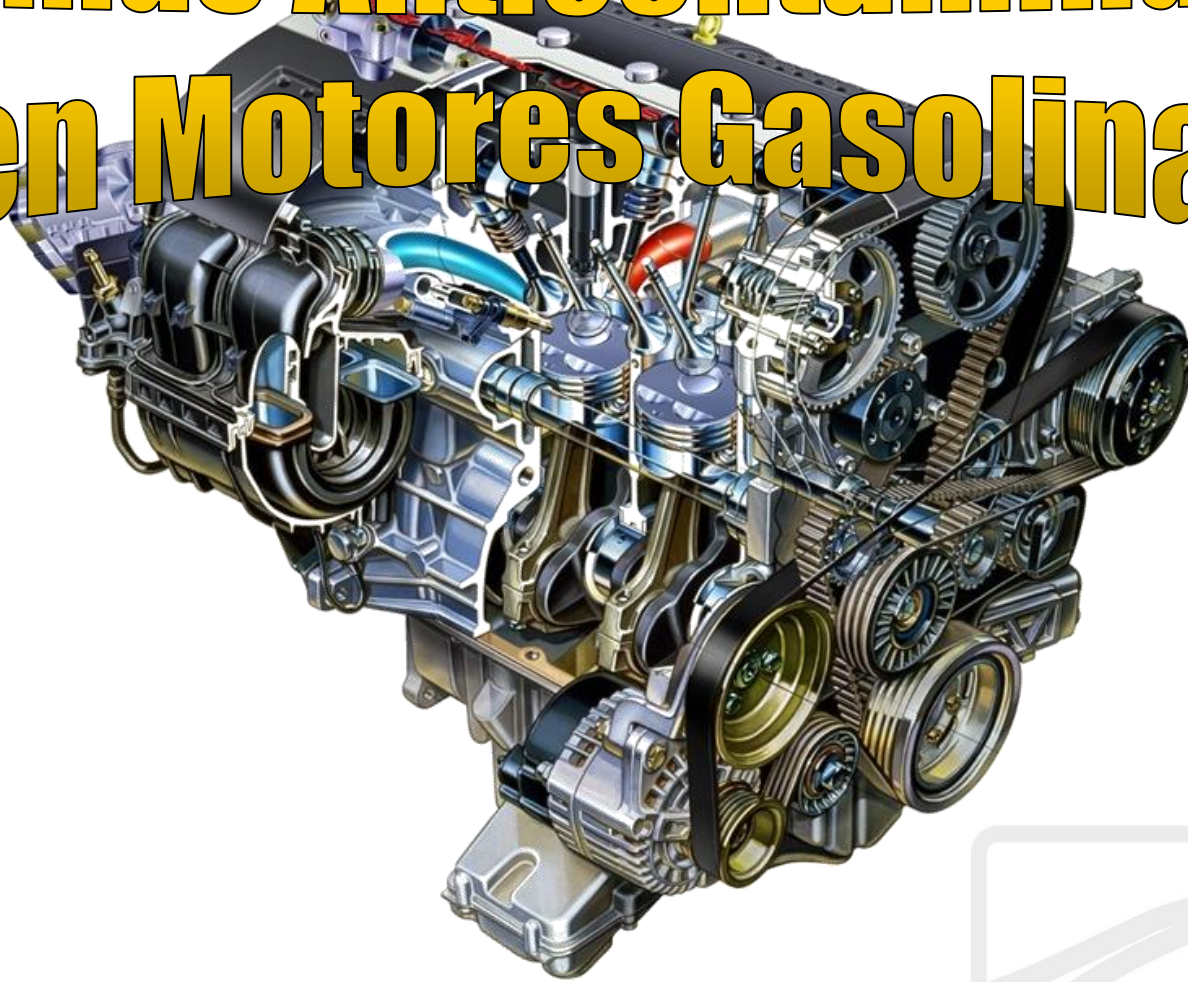
- Vigilancia del rendimiento del catalizador
- Diagnóstico de envejecimiento de sondas lambda
- Prueba de tensión de sondas lambda
- Sistema de aire secundario (si el vehículo lo incorpora)
- Sistema de recuperación de vapores de combustible (cánister)
- Prueba de diagnóstico de fugas
- Sistema de alimentación de combustible
- Fallos de la combustión.
- Funcionamiento del sistema de comunicación entre unidades de mando.
- Control del sistema de gestión electrónica
- Sensores y actuadores del sistema electrónico que intervienen en la gestión del motor o están relacionados con las emisiones de escape

## Elementos controlados en los motores diesel

- Fallos de la combustión
- Regulación del comienzo de la inyección
- Regulación de la presión de sobrealimentación
- Recirculación de gases de escape
- Funcionamiento del sistema de comunicación entre unidades de mando
- Control del sistema de gestión electrónica
- Sensores y actuadores del sistema electrónico que intervienen en la gestión del motor o están relacionados con las emisiones de escape



# Sistemas Anticontaminación en Motores Gasolina



# MOTORES GASOLINA

Los principales sistemas anticontaminación que se montan en los motores de gasolina para adaptarse a la vigente normativa son:

- Sistema de depuración de los vapores de la gasolina.
- Sistema de inyección de aire adicional.
- Catalizadores.
- Acumuladores de Nox.
- Sondas Lambda.
- Recirculación de los gases de escape.

# SISTEMA DE INYECCIÓN DE AIRE ADICIONAL

- En la fase de arranque en frío de un motor son relativamente elevadas las concentraciones de HC sin quemar, no habiéndose alcanzado todavía la temperatura de servicio del catalizador.
- El sistema Air Pulse inyecta aire adicional en los gases de escape, enriqueciendo estos de oxígeno y provocando la recombustión de las partículas de CO y HC sin quemar.
- Por otra parte el catalizador alcanza más rápidamente su temperatura de servicio, gracias al calor producido en la post-combustión.
- Para efectuar la diagnosis del sistema la unidad recurre a la señal de:
  - Medidor de masa de aire.
  - Sonda lambda .
  - Sensor de presión.
- Existen principalmente 2 sistemas generalizados para efectuar la impulsión de aire en el escape:
  - Sistema aspirado
  - Sistema soplado

Estado Motor	Tª Motor	Tiempo activado
Arranque en frío	< 5°C	Sin activar
	5°C....33°C	100 seg.
Arranque en caliente (ralentí)	Hasta 96°C	10 seg.

## AVERÍAS DEL SISTEMA DE AIRE ADICIONAL

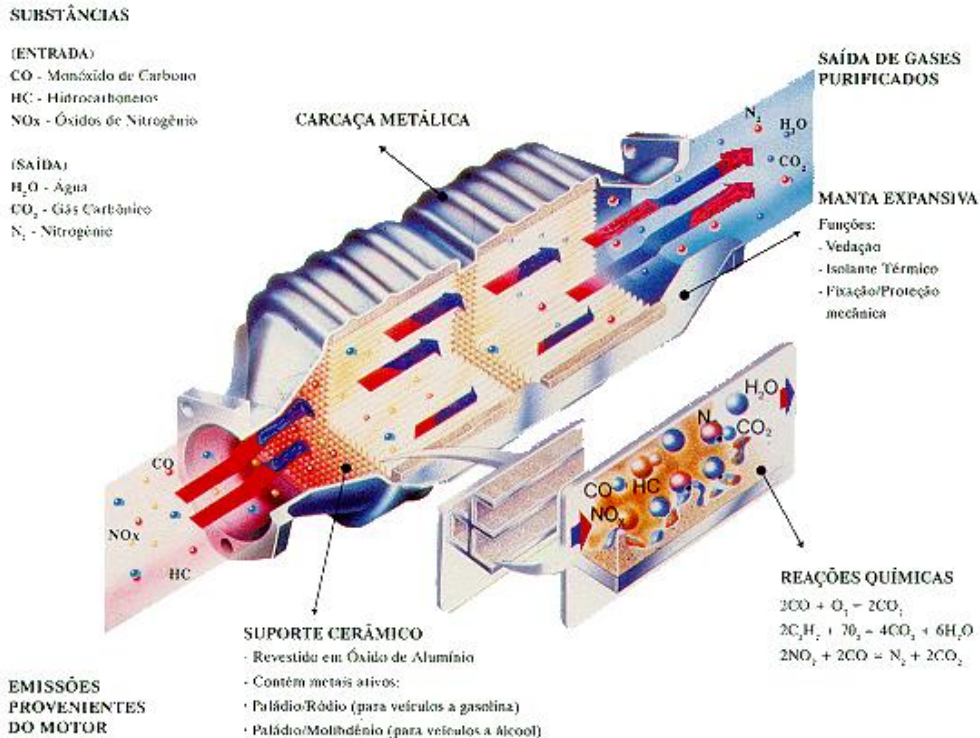
- ❖ Válvula y tuberías obstruidas o fallo la impulsión de aire.
  - La unidad de control registrará avería de aire secundario insuficiente, de medición de masa de aire u otras averías diversas, el vehículo no muestra avería en cuanto a funcionamiento o pérdida de potencia.
- ❖ Válvula abierta o tomas de aire en el sistema
  - En este caso la unidad puede dar la avería de sonda lambda, de medición de masa de aire u otras averías diversas, el valor de gases de escape obtenidos tendrá excesivamente elevados los valores de  $O_2$

### MANTENIMIENTO DEL SISTEMA

El único mantenimiento contemplado es la sustitución periódica del filtro de aire, que es el punto de donde el sistema succiona el aire.

# EL CATALIZADOR

- Se denomina catalizador a toda sustancia que altera la velocidad de una reacción química **sin aparecer** en los productos finales.



- Está constituido por un bloque de cerámica o metálico, llamado **Monolito o Ladrillo** en forma de nidos de abeja, a través de los cuales debe fluir el gas.
- Existen varios tipos de catalizadores, denominados de tres vías y de dos vías, estos últimos son utilizados en motores diesel.
- El volumen del Monolito suele ser un 15% mayor que la cilindrada del motor a que está destinado.

- La suma de las superficies de los canales del Monolito es como media unos 15.000 m<sup>2</sup>, que supone el equivalente a dos campos de fútbol.

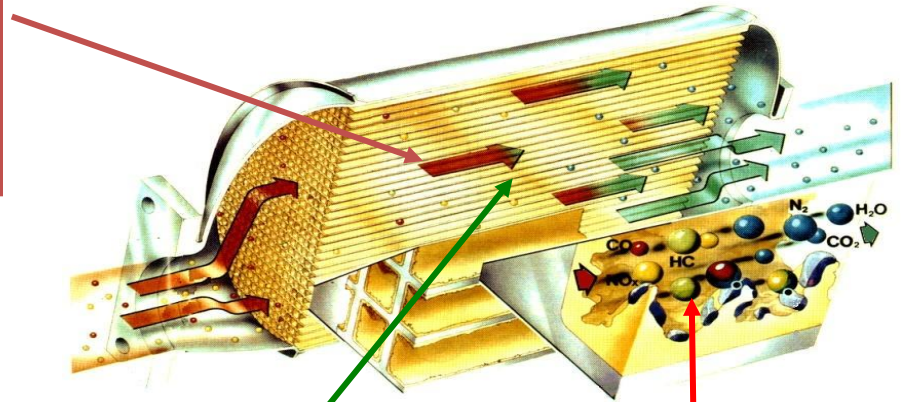
# EL CATALIZADOR DE TRES VÍAS

Los catalizadores de este tipo se llaman de "tres vías", porque en ellos se reducen simultáneamente los tres elementos nocivos más importantes, monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC) y óxidos de nitrógeno (NOx).

## Monolito Cerámico

Los canales miden  
1,1mm de lado.  
70 canales por cm<sup>2</sup>.

- El convertidor Catalítico de tres vías solo puede realizar su tarea específica, cuando:
  - Su temperatura de funcionamiento es de al menos **300°C**.
  - La deficiencia y el exceso de oxígeno **se alternan** en secuencia rápida.
    - **Exceso de oxígeno para oxidar HC y CO**
    - **Déficit de oxígeno para reducir NOx**
  - La mezcla de aire/combustible se mantiene en unas tolerancias muy estrechas alrededor de  $\lambda = 1$  (**ventana Lambda**)



## Wash Coat

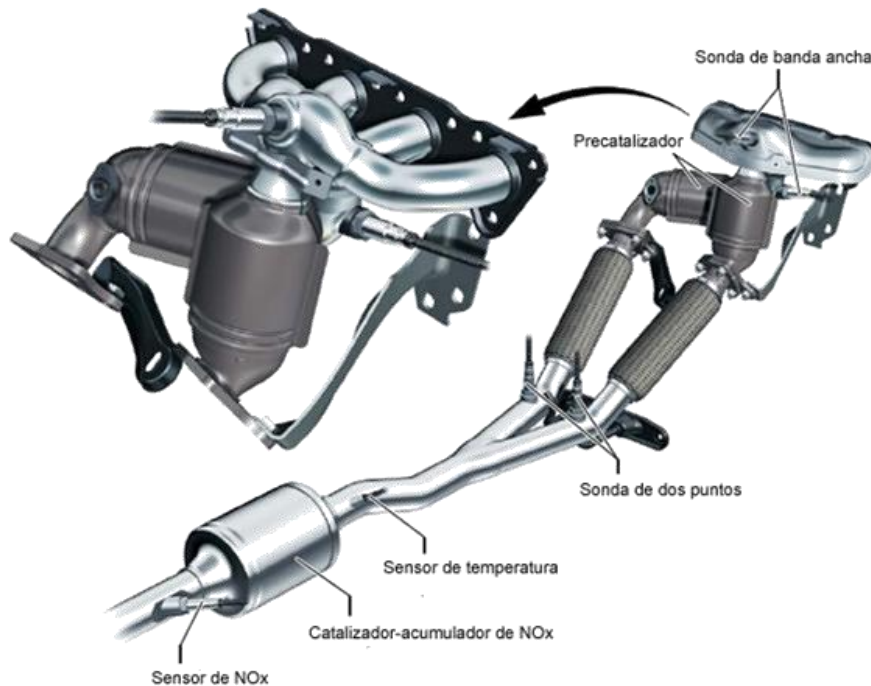
Superficie rugosa  
(AlO<sub>2</sub>), para aumentar  
considerablemente la  
superficie activa

## Materias activas

Platino (Pt).....CO  
Rodio (Rh).....NOx  
Paladio (Pd).....HC

# CATALIZADORES DE INYECCIÓN DIRECTA DE GASOLINA

Con un catalizador convencional de tres vías no se pueden alcanzar los límites legales de emisiones de óxidos nítricos en los modos estratificado, pobre y homogéneo-pobre que utilizan los vehículos de inyección directa de gasolina.



Línea de escape de un motor 2.0ltr FSI del grupo VAG

Por ello se incorpora para estos motores un **catalizador/acumulador de NOx**, que almacena los óxidos nítricos (NOx) en estos modos operativos. Al estar lleno el acumulador se pone en vigor un modo de regeneración, con el cual se desprenden los óxidos nítricos del catalizador/acumulador y se transforman en nitrógeno.

En la inyección directa de gasolina, el oxígeno necesario para el proceso de oxidación de HC y CO no se disocia del NOx, sino que se toma de las elevadas proporciones de oxígeno residual presentes en los gases de escape. Por este motivo no es suficiente únicamente un catalizador de tres vías.

# DESACTIVACIÓN DEL CATALIZADOR

- Desactivación por **envenenamiento**.

- El Plomo (Pb) del combustible lo desactiva en gran medida con niveles por encima de los 5mg/l.
- El Zinc (Zn) y el Fósforo (P), presentes en algunos aceites para motor, lo desactivan cuando los niveles de consumo de aceite son altos.
- El azufre (S) del combustible, su efecto se deja sentir más cuando sale del catalizador en forma de Sulfuro de Hidrogeno (SH<sub>2</sub>).

- Desactivación **térmica y fundición del catalizador**.

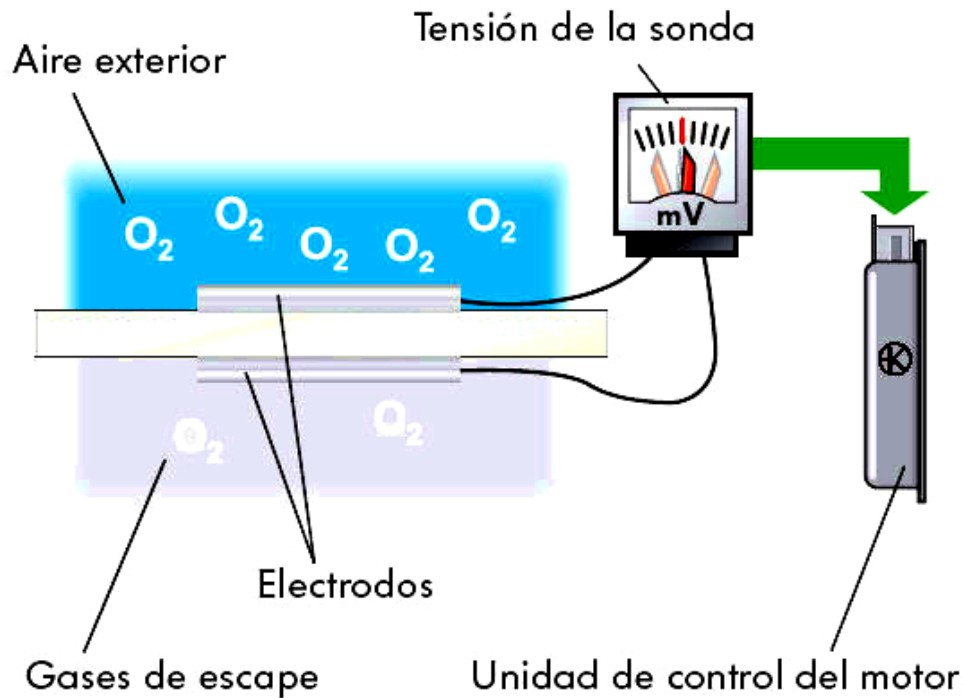
- Los catalizadores están ideados para operar en temperaturas de hasta 850°C y bajo ella tiene lugar una desactivación normal.
- El envejecimiento térmico avanzado ocurre con temperaturas superiores a los 850°C, que se acelera enormemente por encima de los 1000°C.
- Si se superan los 1400°C el catalizador se funde.

- Desactivación **por rotura**.

- La rotura es la consecuencia de impactos sobre el catalizador que hace que la estructura cerámica del monolito se rompa.

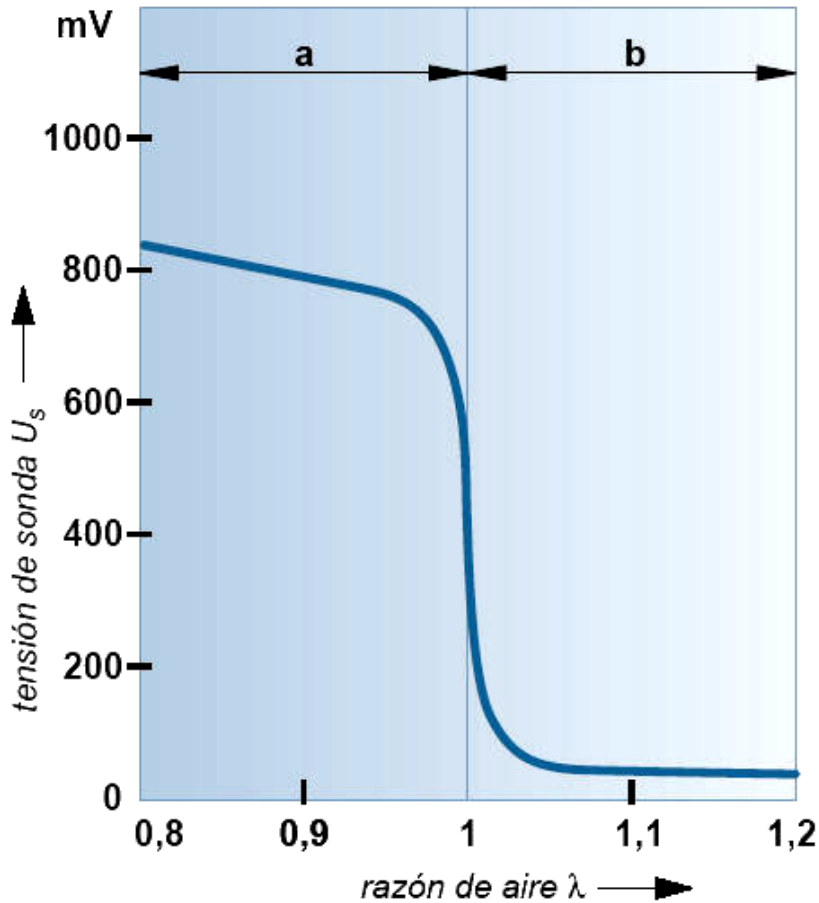
## LA SONDA LAMBDA DE DOS POSICIONES

- La sonda esta constituida por un cuerpo de cerámica, a base de dióxido de Circonio o de titanio, cuya superficie esta provista de electrodos de platino **permeables** a los gases.
- La forma de funcionamiento se basa en el hecho de que la cerámica utilizada conduce **los iones de oxigeno** a temperaturas mínimas de unos 300°C.



- Un lado de la cerámica porosa se halla en contacto con el aire ambiente y el otro lado con los gases de escape. Si en ambos extremos de la sonda, la proporción de oxigeno es diferente, se producirá una **diferencia de potencial** que constituye la señal eléctrica (dióxido de circonio). O una resistencia (titanio)

## LA SONDA LAMBDA DE DOS POSICIONES



Si la mezcla es pobre ( $\lambda > 1$ ) el voltaje es de unos **100 mV**.

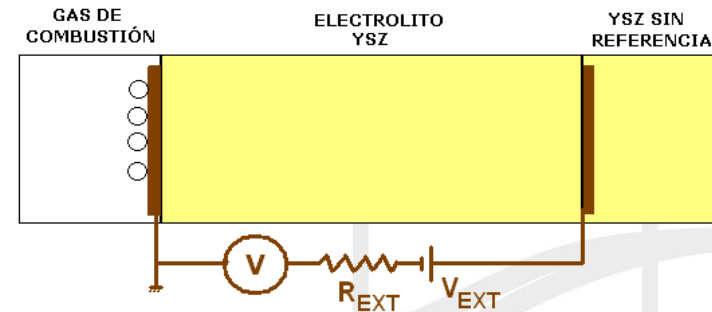
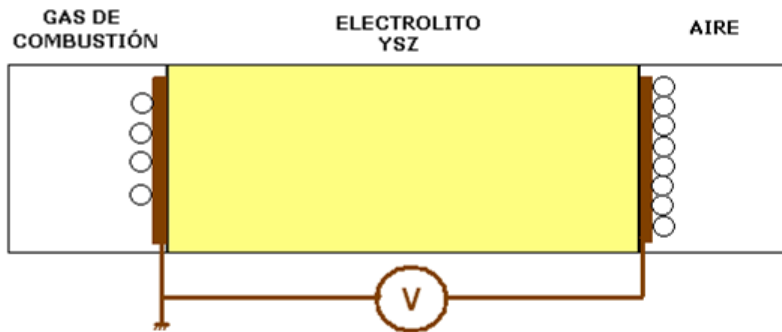
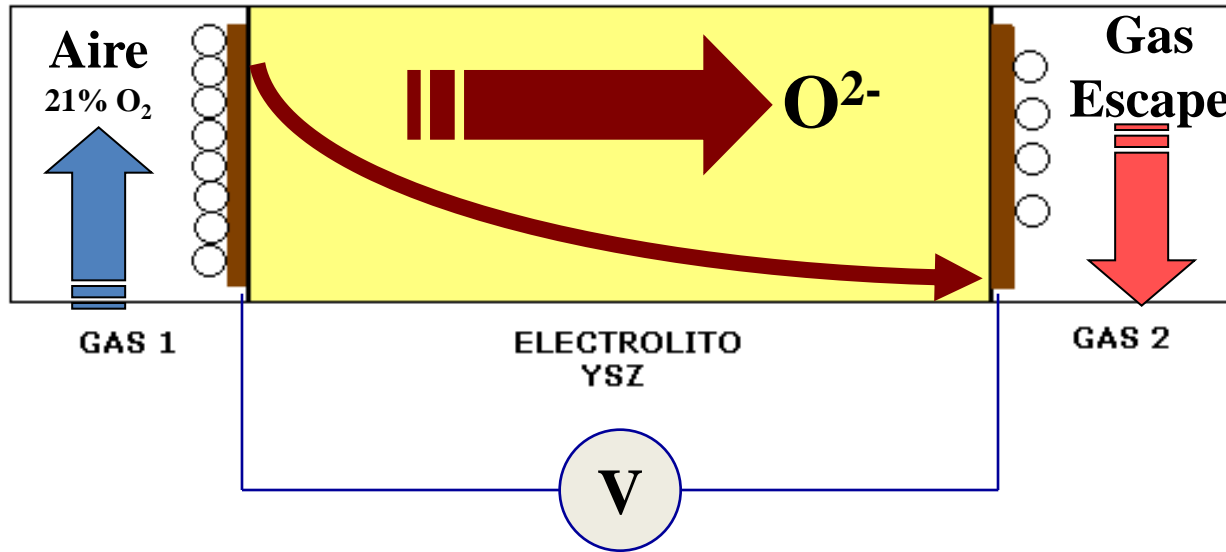
Si la mezcla es rica ( $\lambda < 1$ ) el voltaje es de unos **900 mV**.

A esta sonda Lambda se la denomina de “**dos posiciones**”



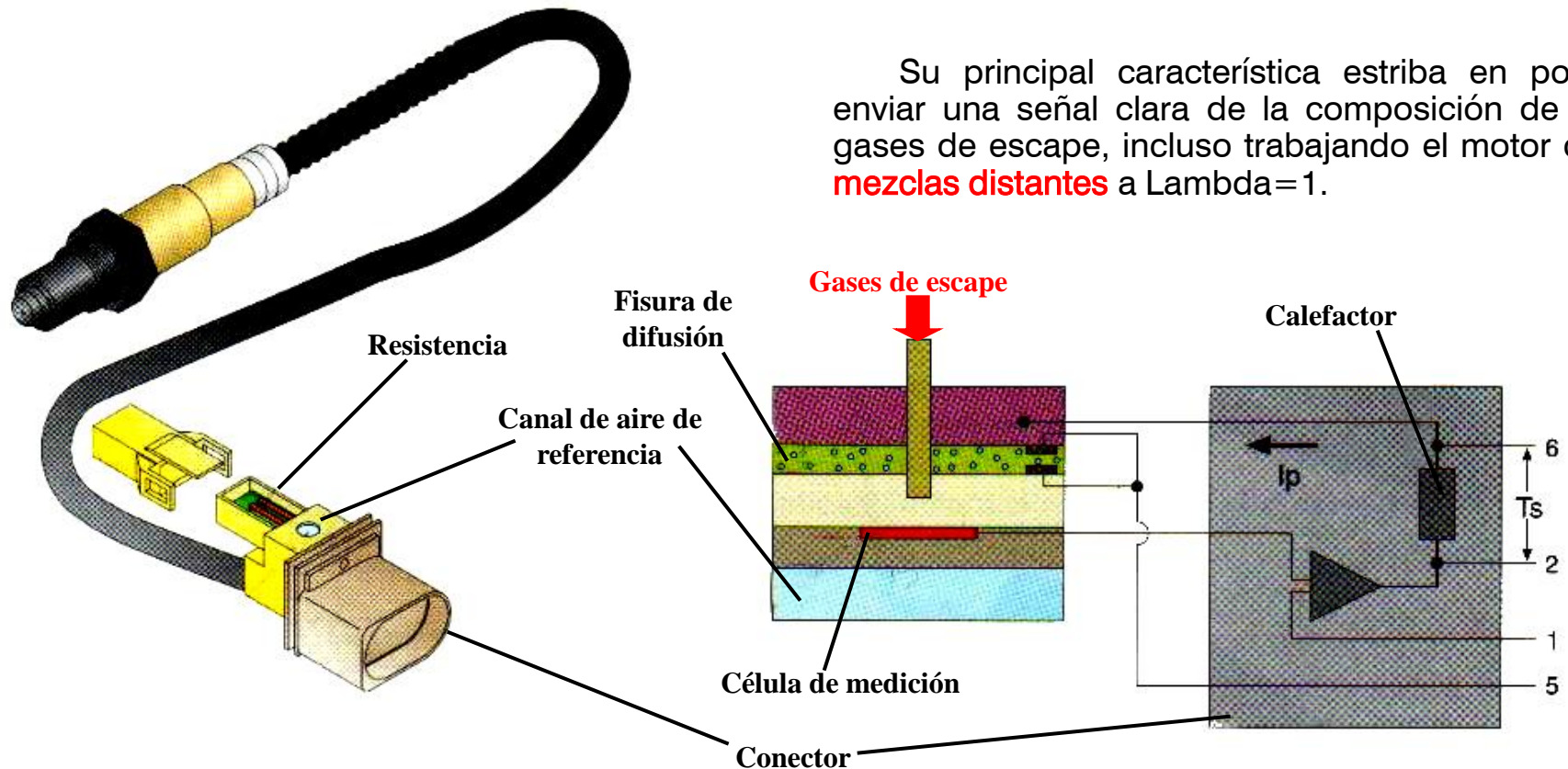
# LA SONDA LAMBDA DE DOS POSICIONES, TIPOS

Los diferentes tipos de sonda lambda están constituidos por materiales compuestos por vacantes de oxígeno en su estructura cristalina, los cuales permiten una conducción de los iones de oxígeno.



# SONDA LAMBDA DE BANDA ANCHA

Su principal característica estriba en poder enviar una señal clara de la composición de los gases de escape, incluso trabajando el motor con **mezclas distantes** a  $\lambda = 1$ .



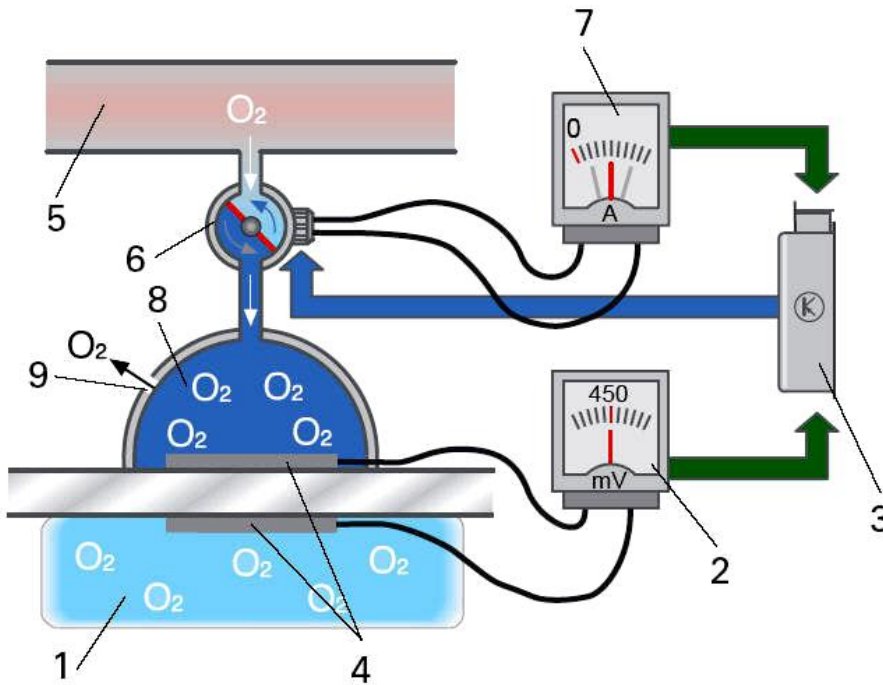
Este tipo de sondas nace por la necesidad de verificar el oxígeno en el escape, incluso en mezclas lejanas al factor lambda 1, como ocurre en los motores diesel o los motores de última generación de gasolina, los cuales funcionan con mezclas muy pobres.

La sonda consta de una electrónica interna propia y de un sensor de medición, que a su vez, se compone de una bomba de oxígeno, una célula de medición, una fisura de difusión y un calefactor.

## SONDA LAMBDA DE BANDA ANCHA

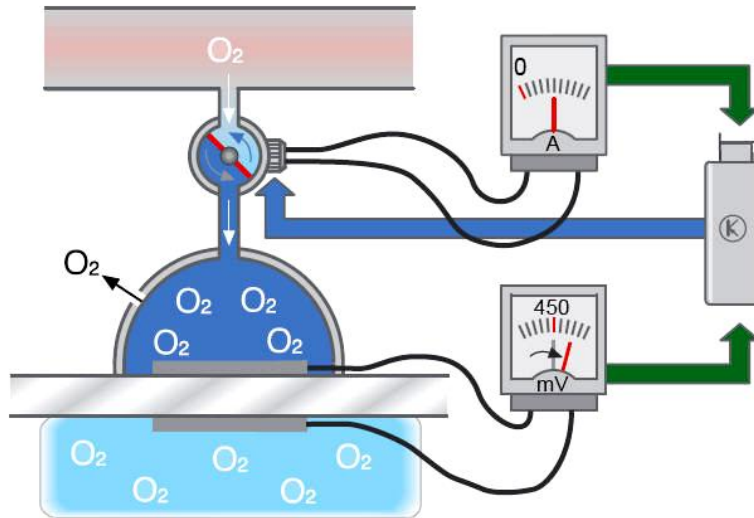
Esta sonda genera entre sus electrodos una tensión proporcional al contenido de oxígeno. Dicha tensión se **mantiene constante**.

Este procedimiento se realiza por medio de una bomba miniatura (célula de bomba), que suministra al electrodo por el lado de escape una cantidad de oxígeno dimensionada de modo que la tensión entre los electrodos se mantenga constante a **450 mV**. El **consumo de corriente** de la bomba es transformado por la unidad de control del motor en un valor lambda.

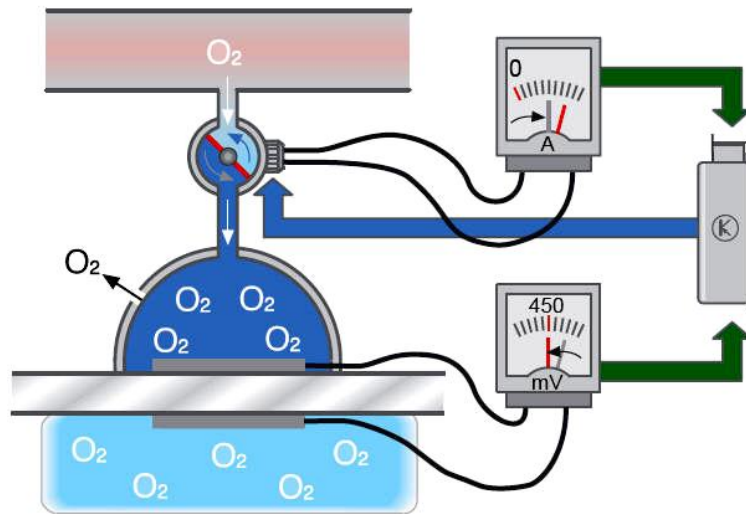


1. Aire exterior.
2. Tensión de la sonda.
3. Unidad de control del motor.
4. Electrodo.
5. Gases de escape.
6. Bomba miniatura (célula bomba).
7. Corriente de la bomba.
8. Gama de medición
9. Conducto de difusión

## SONDA LAMBDA DE BANDA ANCHA

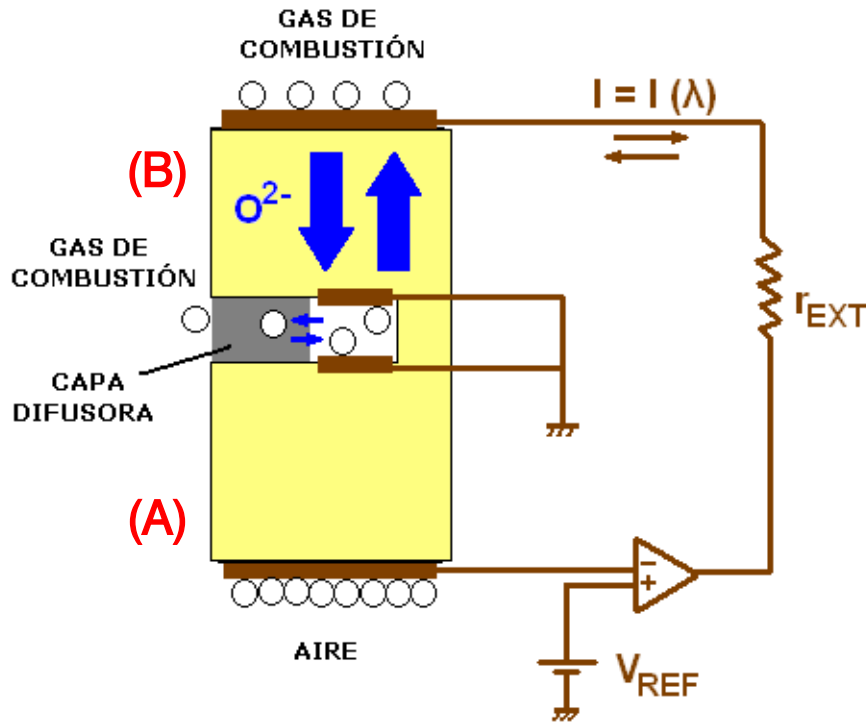


- Si la mezcla de combustible y aire **enriquece excesivamente** se reduce el contenido de oxígeno en los gases de escape, la célula bomba impele una **menor cantidad de oxígeno** hacia el área de medición y la tensión de los electrodos **aumenta**.
- En este caso, a través del conducto de difusión **se fuga una mayor cantidad de oxígeno** que la impelida por la célula bomba.



- La célula bomba tiene que **aumentar su caudal** para que aumente el contenido de oxígeno en la cámara de aire exterior. Debido a ello se vuelve a ajustar la tensión de los electrodos a la magnitud de **450 mV**, y el **consumo de corriente** de la bomba es transformado por la unidad de control del motor en un valor de **regulación lambda**.
- Si la mezcla de combustible y aire empobrece, la función se invierte.

# LA SONDA LAMBDA DE BANDA ANCHA TIPOS



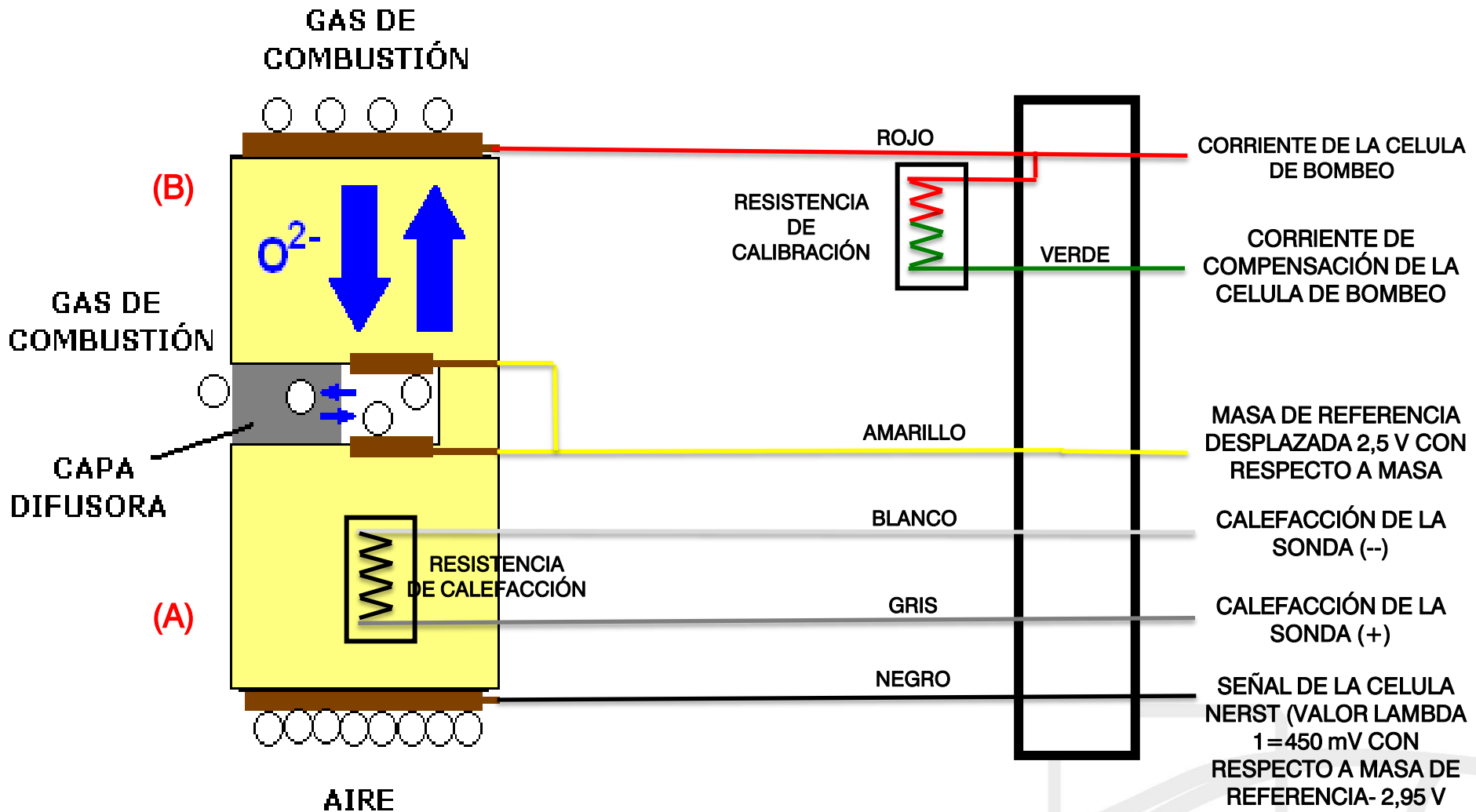
Sonda lambda de banda ancha con cámara de referencia de aire.

Está compuesta por **dos sondas**, una sonda de dos posiciones **(A)** encargada de enviar una señal de tensión, y otra sonda de dos posiciones con una capa difusora **(B)** la cual se encarga de alimentar de iones de oxígeno a la anterior.

En funcionamiento, esta sonda trata de mantener una tensión constante en el elemento **A** (**450mV**). Para realizarlo, alimenta con corriente directamente al elemento **B**. En función de la cantidad de oxígeno de los gases de escape, se tendrá que alimentar con más o menos corriente la sonda **B** para conseguir la tensión constante en la sonda **A**.

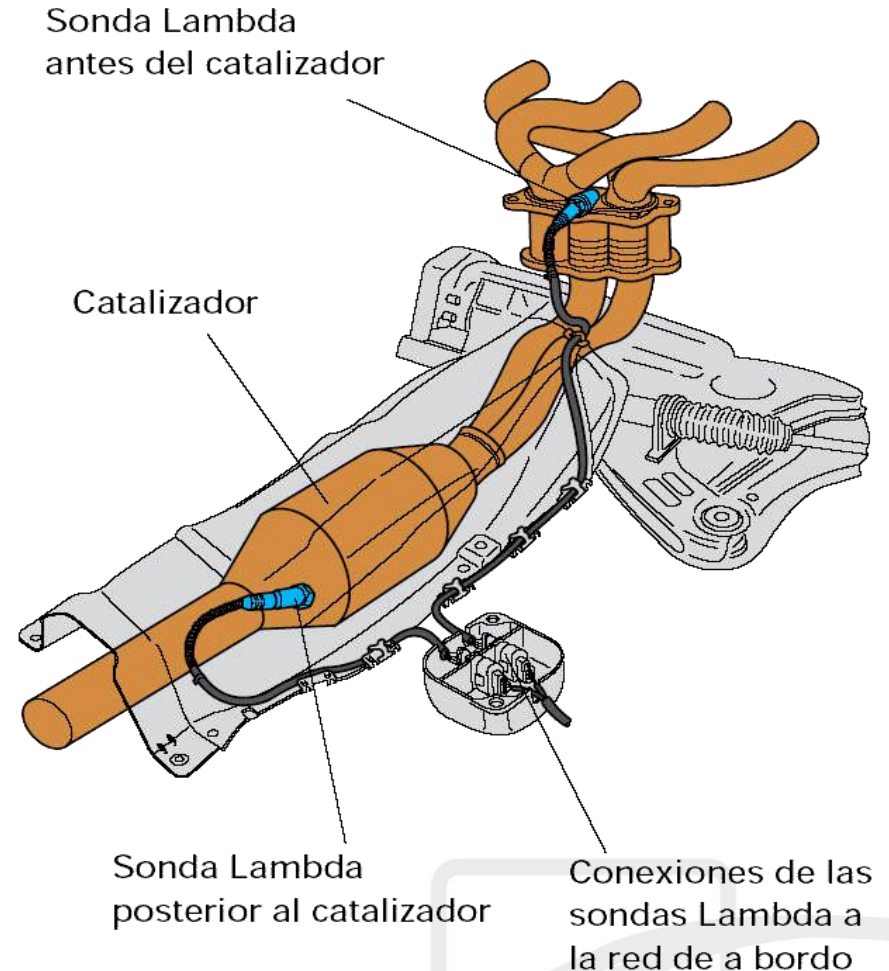
Como la unidad es la encargada de alimentar al sensor, calcula la cantidad de oxígeno en función de la corriente consumida.

# CONEXIÓN DE LA SONDA DE BANDA ANCHA



## DOBLE SONDA LAMBDA

- La sonda Lambda está expuesta a altos niveles de suciedad en los gases de escape.
- Después del catalizador, la sonda resulta menos expuesta a la suciedad.
- Sin embargo, debido a los largos recorridos de los gases de escape, sería demasiado lenta la reacción de la regulación Lambda, si se instalara una sola sonda después del catalizador.
- El control de las dos sondas permite determinar el grado de **eficacia** del catalizador.
- Mediante la sonda post catalizador se lleva a cabo una adaptación de la sonda **ante catalizador**.



## AVERÍAS PROPIAS DE LA SONDA LAMBDA

❖ Un fallo de medición de la sonda lambda, normalmente repercute en un fallo del motor, reaccionando de diversas formas en función de la estrategia del fabricante, ralentí inestable, fallos de combustión, falta de potencia, e incluso, fallo de arranque del motor. Aunque en algunas estrategias, un fallo de la sonda lambda no tiene repercusión negativa en el funcionamiento del motor.



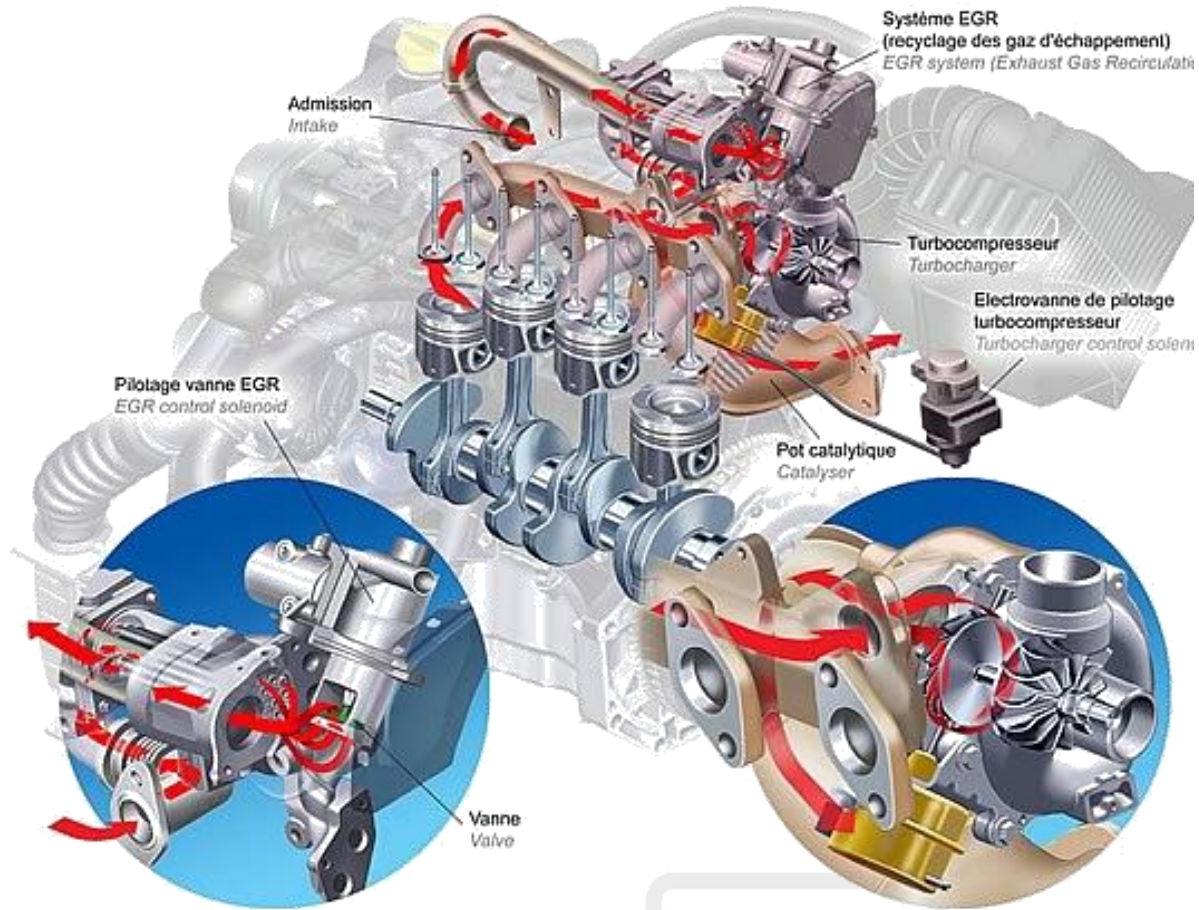
### MANTENIMIENTO DEL SISTEMA

El mantenimiento de las sondas lambda está marcado según fabricante entre los 150.000 y 250.000 Km

# RECIRCULACIÓN DE GASES DE ESCAPE (EGR)

Cuando la temperatura en el interior del cilindro alcanza cotas muy elevadas y el régimen del motor está entre aproximadamente 800 a 3.000 r.p.m., se producen las condiciones idóneas para que el nitrógeno del aire se oxide, produciendo los indeseados óxidos de nitrógeno (NOx).

Se crean por la alta temperatura y altas concentraciones de oxígeno en la combustión tanto en motores Diesel como gasolina y su cantidad varía en función de la mezcla, avance, compresión, temperatura, etc. Esta recirculación de gases provoca un empobrecimiento de la mezcla (reducción del oxígeno y de la temperatura en la cámara de combustión) y consecuentemente una reducción de los óxidos de nitrógeno.



# RECIRCULACIÓN DE GASES DE ESCAPE (EGR)

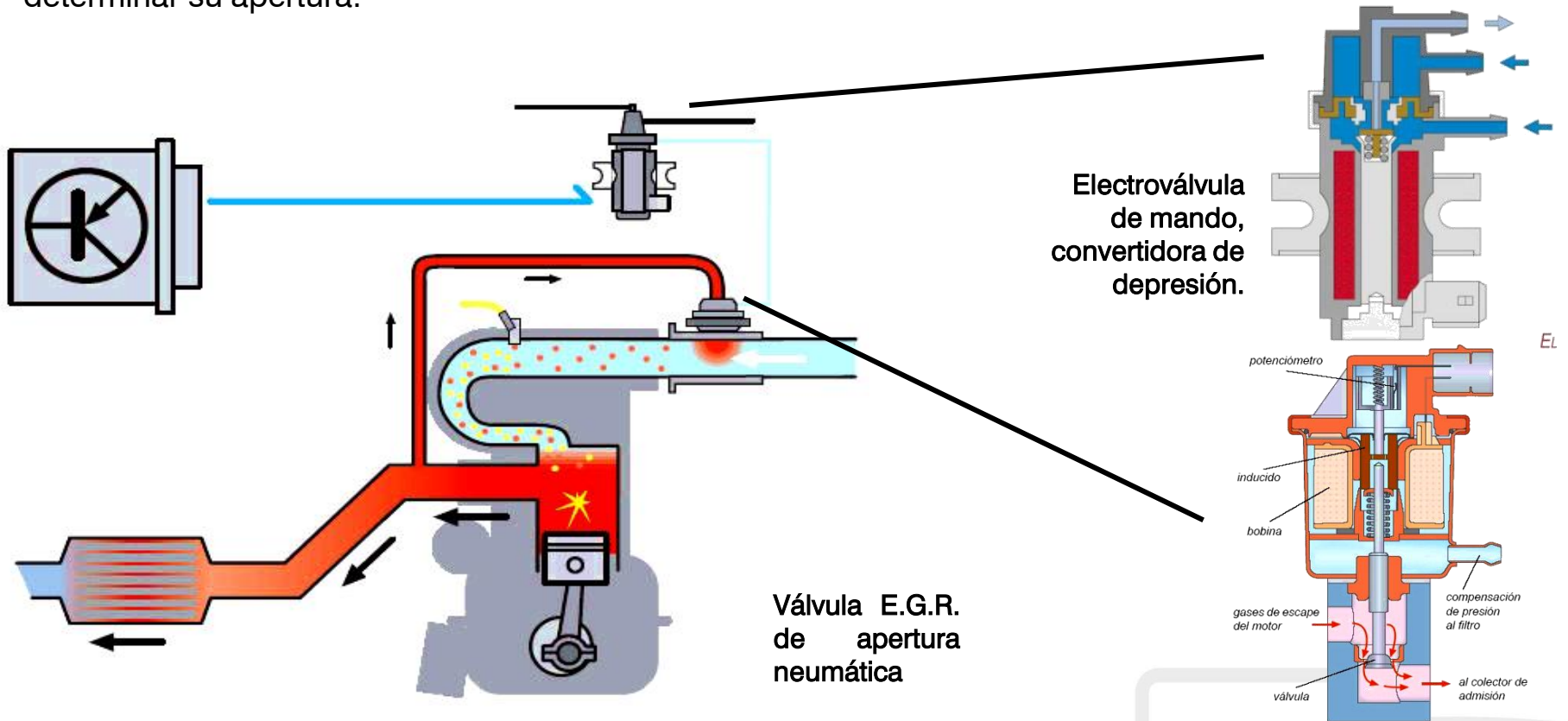
- El sistema EGR recircula una cierta cantidad (**5 ÷ 15%**) de los gases de escape al colector de admisión, retornándolos al ciclo de combustión, con objeto de reducir los NO<sub>x</sub> hasta en un **30%**.
- La adición dosificada de gases de escape a la mezcla de combustión, reduce el nivel de oxígeno y también reduce la temperatura durante el proceso de combustión, sin aumentar significativamente las emisiones de CO y HC.
- Los parámetros a tener en cuenta para el cálculo de gases a recircular son:

- Régimen motor.
- Caudal inyectado.
- Caudal de aire
- Temperatura motor.
- Presión atmosférica.

- Los tipos de accionamiento de la válvula EGR que adoptan los fabricantes son:
  - Accionamiento neumático.
  - Accionamiento eléctrico.

# ACCIONAMIENTO NEUMÁTICO

- Una vez determinado el flujo de gases a recircular, la UCE, gobierna la electroválvula de mando mediante RCA, con lo que **el valor de depresión** transmitido a la válvula EGR está **modulado** para determinar su apertura.

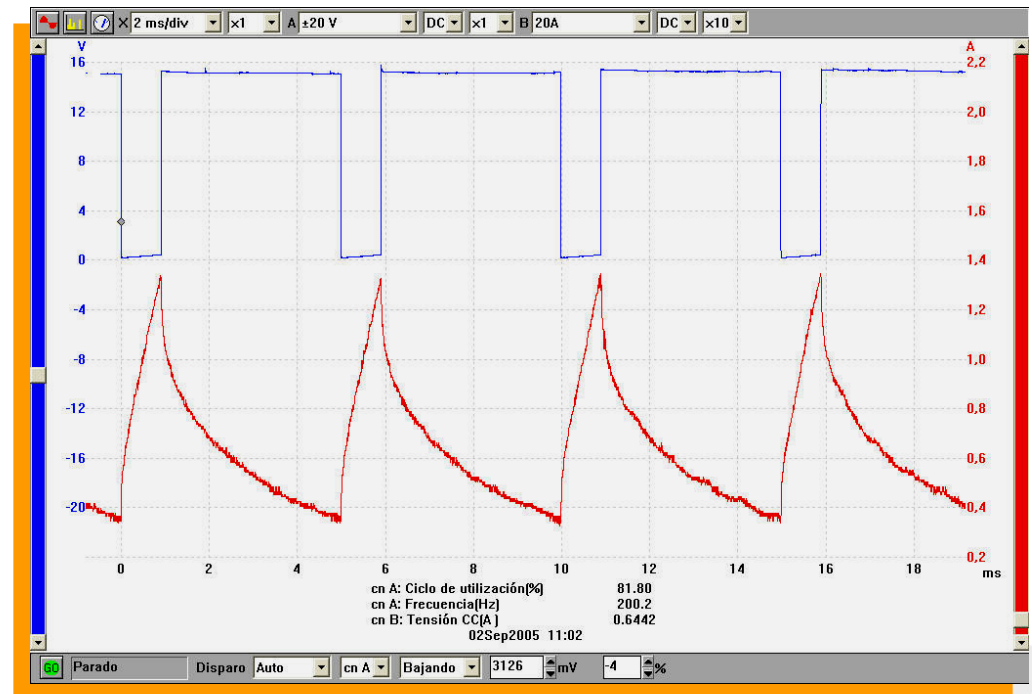
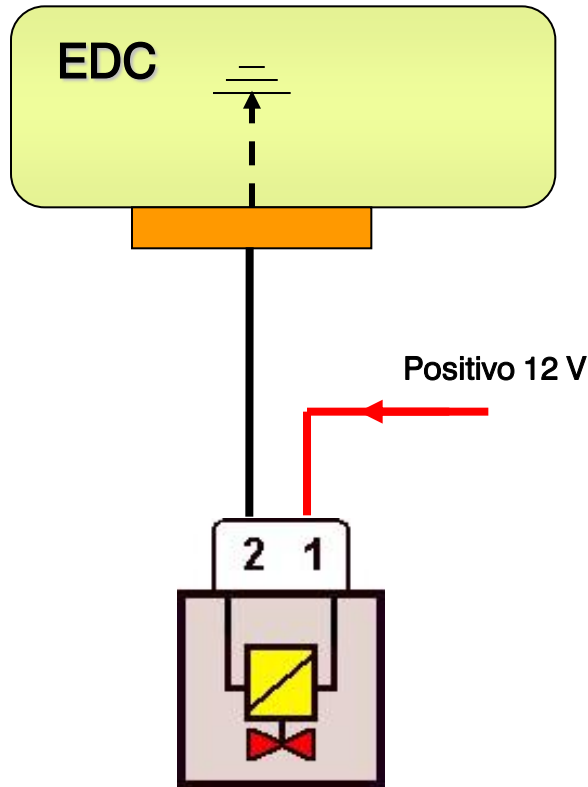


- En algunos modelos se instala en el pulmón un potenciómetro que identifica **la sección de apertura** de la válvula EGR.

# ELECTROVÁLVULA DE MANDO

El conexionado eléctrico de la electroválvula de mando es como el indicado en el esquema adjunto, donde recibe un positivo y la unidad le transfiere masa mediante una señal del tipo RCA a frecuencia fija y de ciclo de trabajo variable.

El oscilograma representa la señal obtenida en tensión (arriba) e intensidad (abajo). La frecuencia y el ciclo de trabajo depende de la cantidad de gases a recircular.



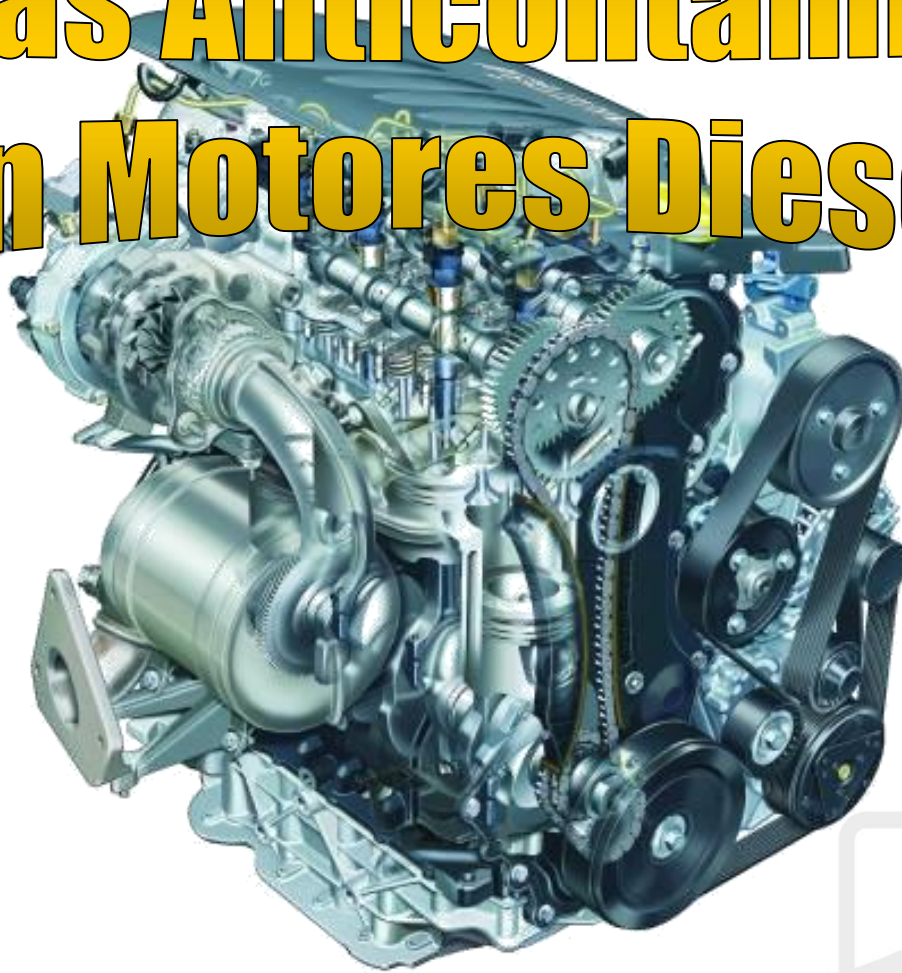
## AVERÍAS PROPIAS DE LA EGR

- ❖ Fallo en el cierre de la EGR (el sistema se queda abierto),
  - Es la avería mas usual y repercute en una falta de potencia del motor, tirones e incluso la parada del mismo.
  - Los códigos de averías registrados por la unidad pueden ser diversos, fallo de EGR, falta de presión en el colector, fallo de la medición de masa de aire, fallos de combustión....
- ❖ Fallo en la apertura de la EGR (el sistema no abre)
  - En este caso la avería registrada por la unidad suele ser fallo del sistema EGR y la repercusión en el motor varia en función de la estrategia, pero normalmente el problema que presenta es una pequeña falta de potencia a plenas cargas, prácticamente inapreciable.

## MANTENIMIENTO DEL SISTEMA

El mantenimiento no está contemplado, aunque cada cierto tiempo (dependiendo de la conducción) es recomendable proceder a limpiar internamente todo el sistema EGR y el colector de admisión para prevenir averías.

# Sistemas Anticontaminación en Motores Diesel



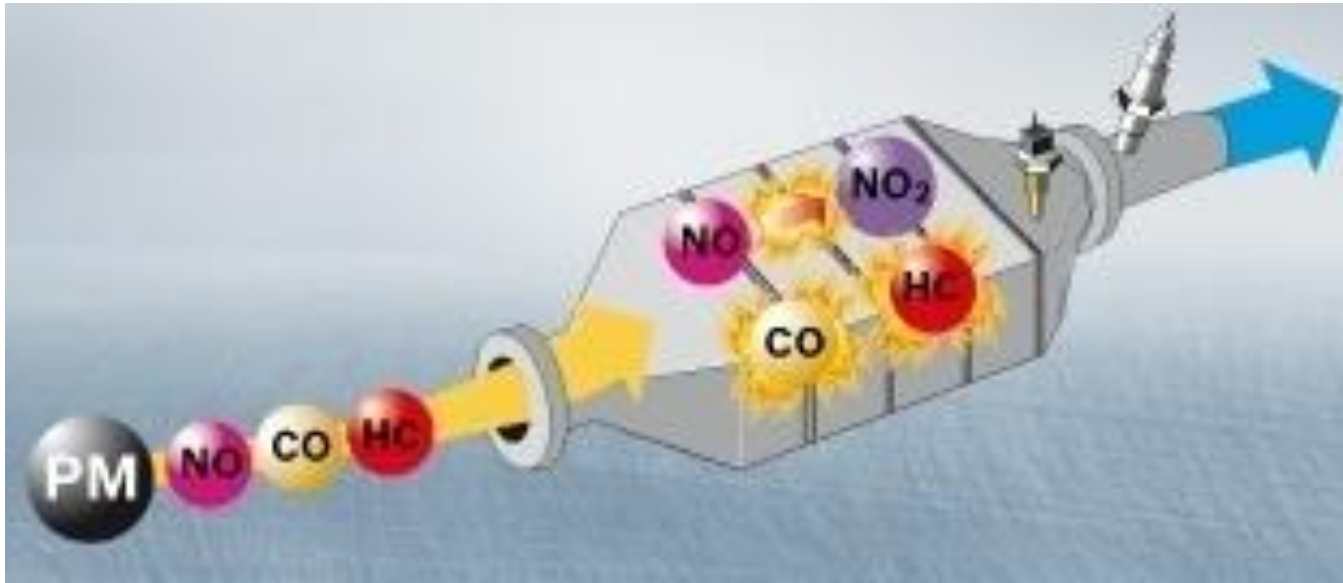
# MOTORES DIESEL

Los principales sistemas anticontaminación que se montan en los motores diesel para adaptarse a la vigente normativa son:

- **Catalizadores.**
- **Sondas Lambda.**
- **Recirculación de los gases de escape.**
- **Filtros antipartículas**
- **Catalizadores de reducción selectiva**

# CATALIZADORES

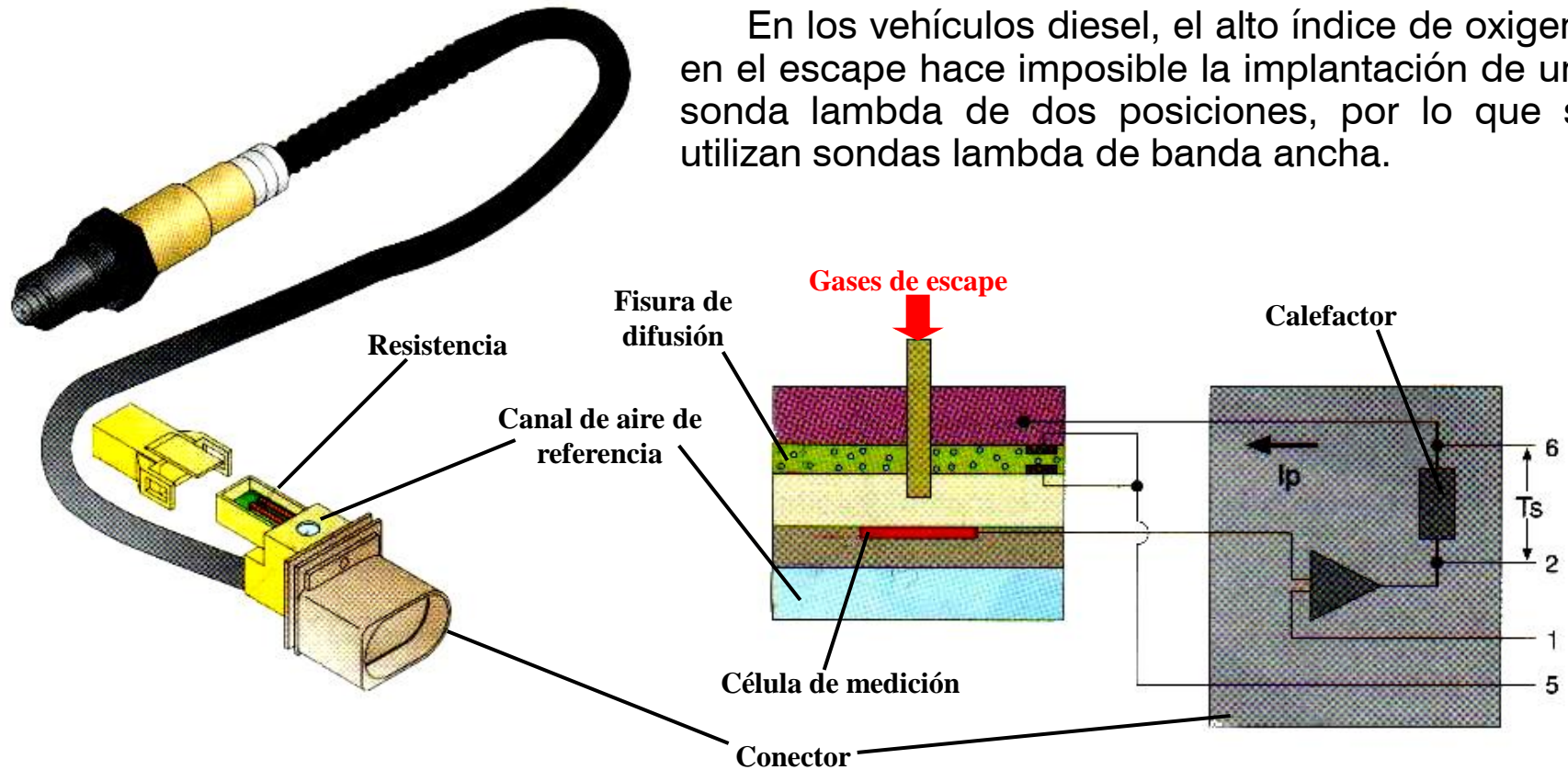
Los motores diesel funcionan con mezclas estratificadas, es decir, con exceso de oxígeno en la cámara de combustión, por lo que no se puede aplicar un catalizador de reducción. Se emplean catalizadores de oxidación, estos convierten el monóxido de carbono (CO) y los hidrocarburos (HC) en dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).



Además convierte por oxidación el monóxido de nitrógeno (NO) en dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>). Una mayor proporción de NO<sub>2</sub> en los NO<sub>x</sub> es muy importante para el funcionamiento de elementos postcatalizador como el filtro de partículas, SRC,...).

# SONDA LAMBDA DE BANDA ANCHA

En los vehículos diesel, el alto índice de oxígeno en el escape hace imposible la implantación de una sonda lambda de dos posiciones, por lo que se utilizan sondas lambda de banda ancha.



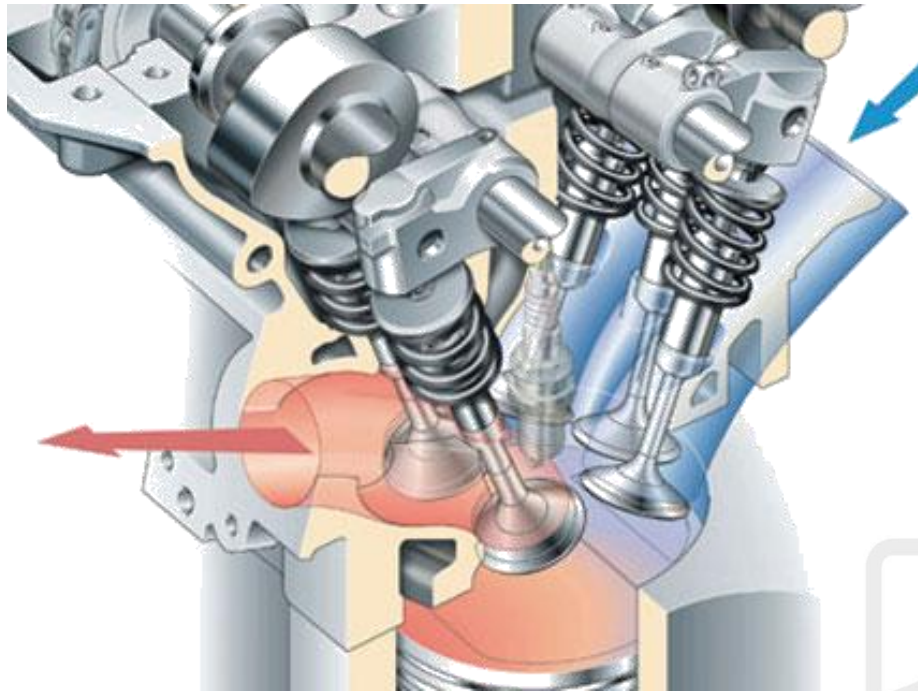
Estas sondas funcionan exactamente como las utilizadas en los vehículos de gasolina, ya estudiadas en este manual.

## EGR INTERNA

Los sistemas de distribución variable crean ya un sistema de EGR interna.

Concepto EGR interna: aumentar los gases residuales en la cámara de combustión

- Cierre temprano válvula de escape
- Apertura válvula de escape durante la admisión
- Apertura válvula de admisión durante el escape
- Un sistema de distribución variable flexible puede hacer de EGR interno fácilmente



## EGR EXTERNA

Las válvulas EGR externas de los vehículos diesel tienen mayores diámetros de abertura que las de los vehículos de gasolina debido a las elevadas tasas de reciclaje necesarias. La unidad de control para sistema de inyección directa diesel comprueba el funcionamiento de la recirculación de los gases de escape, con ayuda del medidor de la masa de aire.

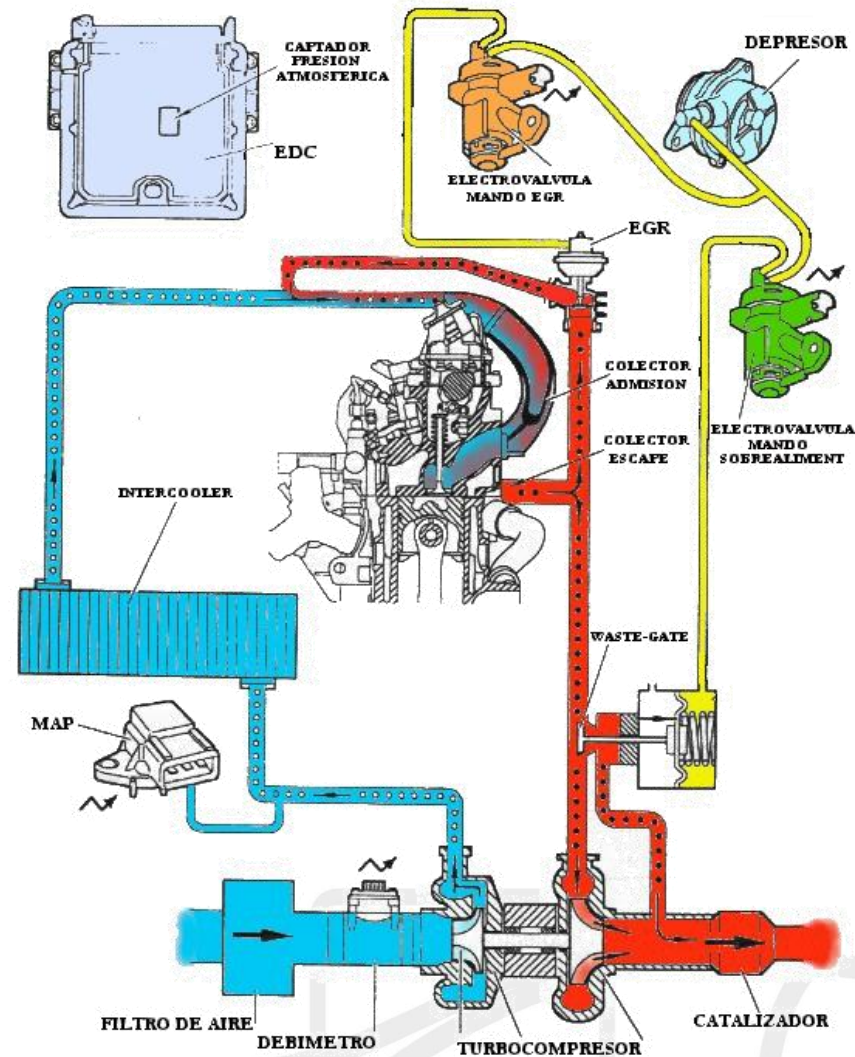
válvula EGR.



Con la aparición del filtro de partículas se implantó otro elemento que también trabaja en combinación con la EGR, es la trampilla de admisión eléctrica.

# RECIRCULACIÓN DE GASES DE ESCAPE, EGR EXTERNA

- El motor de inyección directa trabaja con temperaturas mayores que los motores de inyección indirecta.
- Estas elevadas temperaturas y el exceso de oxígeno provocan aumentos de **NOx**, acentuándose a bajas cargas donde el índice de aire es muy alto.
- La cantidad de gases a recircular deben limitarse para no aumentar las emisiones de **HC, CO y C**.
- El porcentaje de gases a recircular se calculan por:
  - **Masa** de aire aspirada.
  - **Caudal** de combustible inyectado.
  - **Régimen** motor.
- El EGR se activa solo por debajo de **3000 r.p.m.**
- Si se dan las condiciones para poder poner en recirculación gases de escape, el calculador pilotará la electroválvula de mando.
- La válvula neumática EGR queda sometida al vacío generado por el depresor.
- Se produce la apertura de la válvula que comunica el conducto de escape con el de admisión.



## FILTRO DE PARTICULAS

El filtro de partículas representa un método eficaz para eliminar las partículas de hollín que están contenidas en los gases de escape de los motores diesel, a raíz del funcionamiento del sistema.

Su función principal es evitar que salgan partículas de hollín a la atmosfera.

Para realizar este trabajo, el filtro se obstruye con un funcionamiento normal.

Para limpiar la obstrucción los fabricantes elevan la temperatura del filtro para que las partículas de hollín se volatilicen.

Dependiendo de la forma de realizar la limpieza, los tipos de sistemas de filtros antipartículas se dividen en dos:

**Regeneración con aditivo (FAP).**

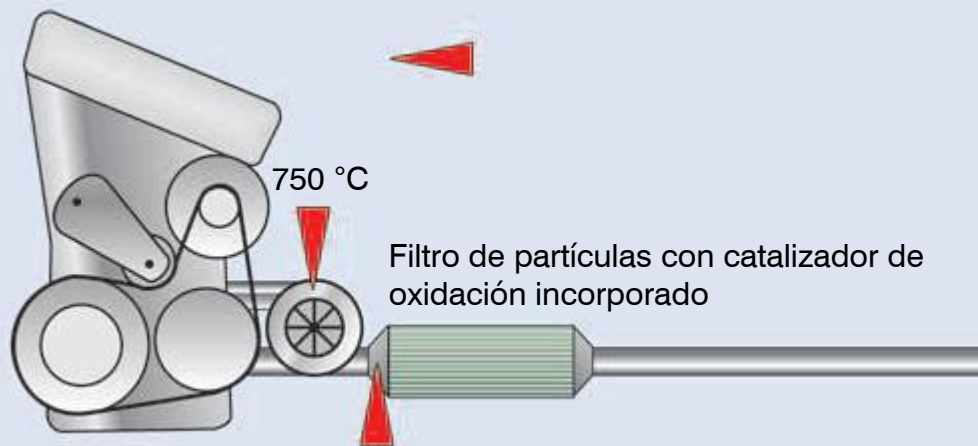
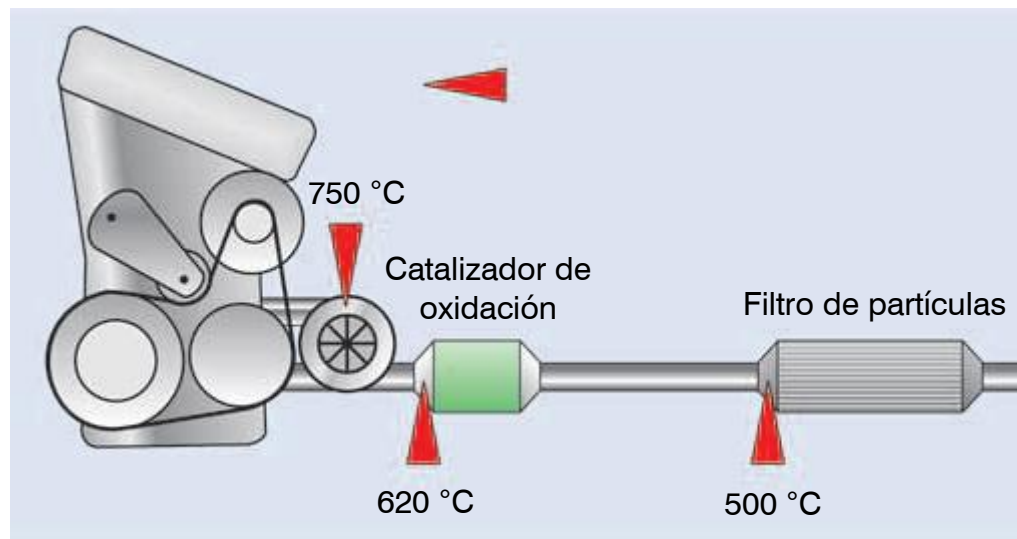
**Regeneración sin aditivo (DPF).**



## FILTRO DE PARTICULAS

### SISTEMAS FAP

Constan de un catalizador de oxidación y el propio filtro de partículas. Debido al largo recorrido de los gases escape entre el motor y el filtro de partículas, la temperatura de encendido necesaria para la combustión de las partículas sólo se puede alcanzar agregando un aditivo.



### SISTEMAS DPF

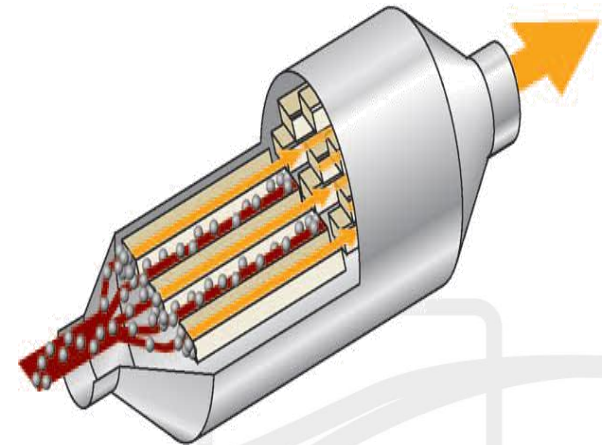
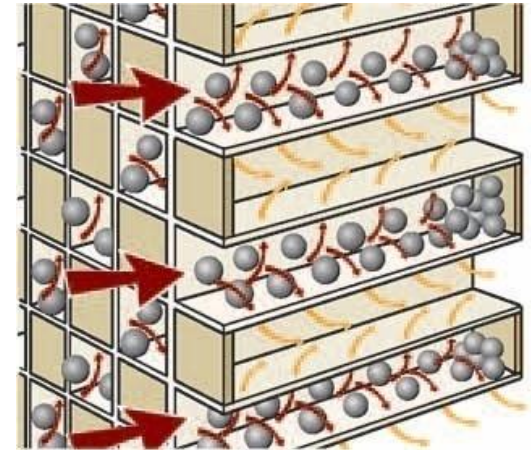
Existe otro sistema denominado filtro de partículas con recubrimiento catalítico que consiste en combinar el catalizador de oxidación y el filtro de partículas en una unidad compartida. El recorrido de los gases de escape entre el motor y el filtro de partículas permite que la temperatura de los gases de escape todavía sea suficientemente alta para la combustión de las partículas.

## ESTRUCTURA DEL FILTRO

El filtro de partículas diesel consta de un cuerpo cerámico alveolar de carburo de silicio, alojado en una carcasa de metal. El cuerpo de cerámica está dividido por una gran cantidad de pequeños conductos paralelos, cerrados de forma alternativa. De ahí resultan conductos de admisión y escape separados por las paredes filtrantes.

El sistema está compuesto por los siguientes componentes:

- Sensor presión diferencial retroalimentación de gases.
- Sensor de temperatura de aire de admisión.
- Sensor de temperatura de motor.
- Sensor de temperatura de temperatura de catalizador.
- Sensor de temperatura de turbocompresor (según equipamiento).
- Filtro de partículas Diesel
- Lámpara de control incandescente
- Sonda Lambda
- Medidor de masa de aire
- Control del motor
- Lámpara de control filtro de partículas
- Catalizador de oxidación



# REGENERACIÓN DEL FILTRO DE PARTÍCULAS

La función Regeneración de filtro de partículas sirve para calcinar partículas de hollín acumuladas en su interior.

El componente sensor presión diferencial retroalimentación gases capta la presión de los gases de escape antes y después del filtro de partículas y calcula la diferencia de presión.

La temperatura de los gases de escape es controlada por las sondas de temperatura.

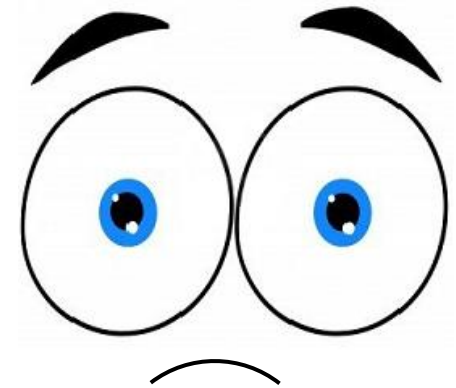
El sistema dispone de una sonda Lambda de banda ancha.

## FASE DE **CALENTAMIENTO**

Para calentar lo más rápidamente posible el FAP cuando está frío, la UCE motor inicia después de la inyección principal una postinyección que fuerza al catalizador a realizar su función, así se consigue aumentar la temperatura de los gases de escape.

## ESCALONES DE REGENERACIÓN DEL FAP

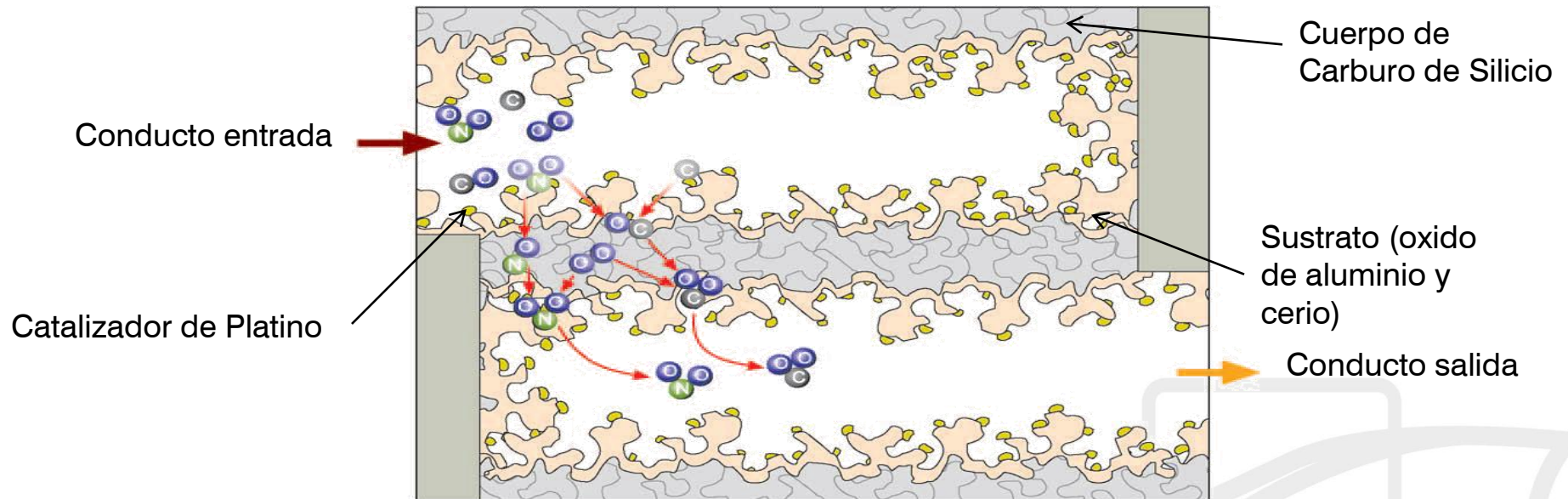
- Regeneración pasiva.
- Regeneración activa.
- Marcha de regeneración del conductor.
- Regeneración de servicio.
- Regeneración de kilómetros.



El catalizador y el filtro de partículas pueden ir montados en forma separada en una carcasa.

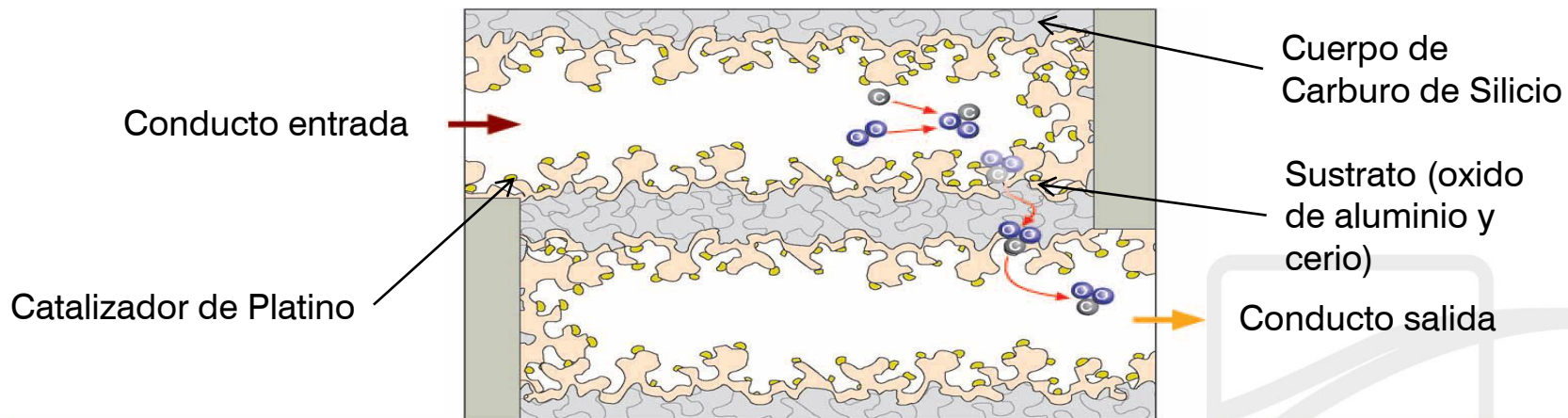
## REGENERACIÓN PASIVA

En la regeneración pasiva las partículas de hollín se se queman de forma continua, **sin intervención de la gestión del motor**. El posicionamiento del filtro de partículas o el modo de conducción, permiten que los gases de escape alcancen temperaturas de 350-500 °C. En este caso las partículas de hollín son transformadas, por medio de una reacción con el dióxido nítrico, en dióxido de carbono. Esta operación gradual se desarrolla de forma lenta y continua a través del recubrimiento de platino, que hace aquí las veces de material catalizador.



## REGENERACIÓN ACTIVA

La regeneración activa consiste en quemar las partículas de hollín, aumentando la temperatura de los gases de escape **con la intervención de la unidad de gestión del motor**. Al circular por ciudad o a bajas cargas del motor, la temperatura de los gases de escape son demasiado bajas como para poder practicar un ciclo de regeneración pasiva en el filtro de partículas. Dado que esta situación hace imposible degradar las partículas de hollín se produce una saturación de hollín en el filtro. En cuanto se alcanza una saturación específica, la gestión del motor pone en funcionamiento un ciclo de regeneración activa. Esta operación puede tardar entre 10 - 30 minutos en función del modelo y del sistema de filtro de partículas implantado en el vehículo ya que podemos distinguir sistemas con adivinación y sistemas sin adivinación. Las partículas de hollín se queman con ayuda de las altas temperaturas, produciendo dióxido de carbono, a partir de una temperatura de los gases de escape de 600-650 °C.



## REGENERACIÓN ACTIVA

La unidad de control del motor calcula el estado de saturación del filtro analizando la resistencia de flujo en el filtro. La unidad de control del motor pone en vigor el ciclo de regeneración activa. A esos efectos:

- Se desactiva la recirculación de gases de escape.
- Tras una inyección principal con dosificación reducida, se produce un ciclo de postinyección a los 35° del cigüeñal después del punto muerto superior del pistón.
- Se procede a regular la alimentación del aire de admisión a través de la válvula de mariposa eléctrica.
- Se adapta la presión de sobrealimentación, con objeto de que el par de giro del motor no se altere de forma perceptible para el conductor durante el ciclo de regeneración.

Estas medidas conducen a un aumento específico y breve de la temperatura de los gases de escape a unos 600 °C hasta 650 °C. En esta gama de temperaturas, el hollín depositado se oxida, transformándose en dióxido de carbono. Tras esta regeneración activa, el filtro de partículas vuelve a quedar dispuesto para el funcionamiento y puede volver a retener el hollín de los gases de escape.



## MARCHA DE REGENERACIÓN DEL CONDUCTOR



En el caso de trayectos extremadamente cortos no se alcanza una temperatura de los gases suficientemente alta como para regenerar el FAP.

Si la carga de hollín alcanza el valor límite 24g, se enciende el testigo del cuadro de instrumentos filtro de partículas. En este punto es necesario realizar una marcha de regeneración prestando atención a las indicaciones del fabricante.

## REGENERACIÓN DE SERVICIO

Si la marcha de regeneración del cliente no ha tenido éxito y se ha alcanzado la carga de hollín del FAP de 40 g, se enciende el testigo de calentadores en el cuadro de instrumentos y en display aparece fallo del motor, acudir al taller.

La activación de la regeneración de servicio sólo se puede realizar con máquina de diagnóstico. Si llegan las partículas de hollín a 45 g ya no es posible la regeneración del FAP y se ha de sustituir el filtro de partículas.



# REGENERACIÓN DE KILÓMETROS

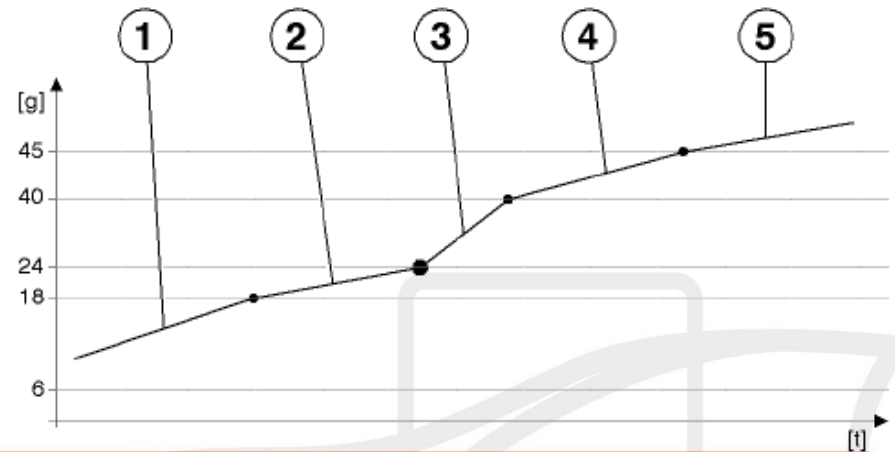
La regeneración por kilometraje es una regeneración del FAP de acuerdo al trayecto recorrido. Independientemente de la carga de hollín, se lleva a cabo una regeneración activa, si en los últimos 750...1000 km no se realizó ninguna regeneración.

La regeneración por kilometraje sirve como una seguridad adicional para mantener baja la carga de hollín del FAP.



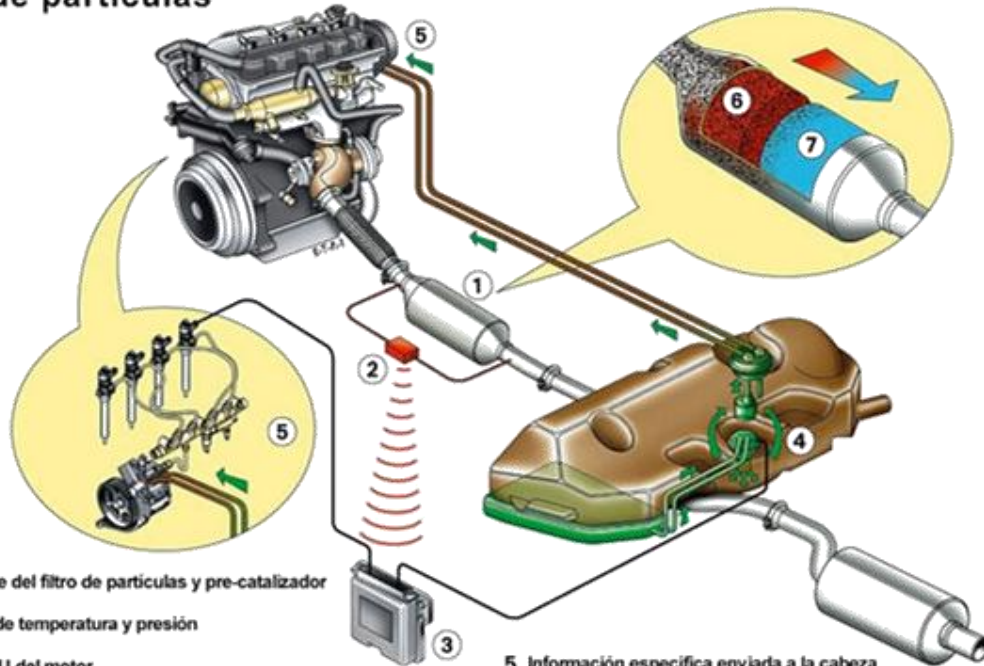
## RESUMEN DE LOS ESCALONES DE REGENERACIÓN

1. Regeneración pasiva.
2. Regeneración activa.
3. Marcha de regeneración llevada a cabo por el conductor.
4. Regeneración de servicio.
5. Cambiar el FAP



# SINOPSIS DE FUNCIONAMIENTO FAP

## Filtro de partículas

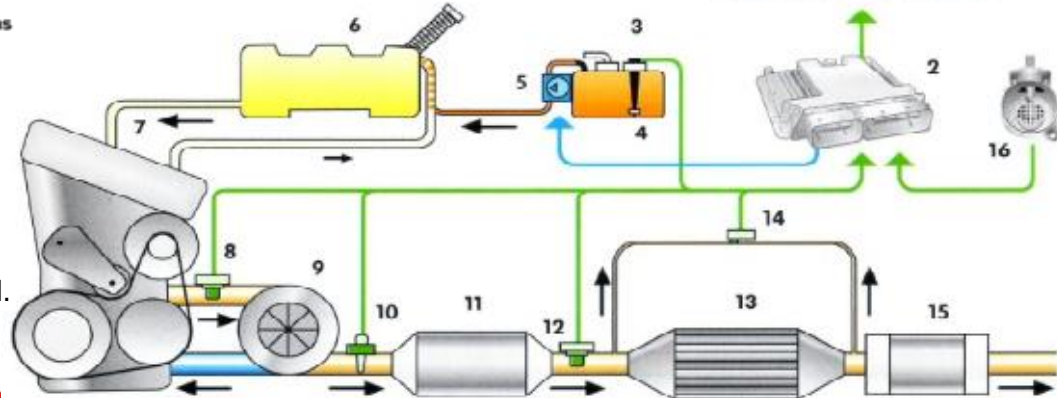


- 1 Ensamblaje del filtro de partículas y pre-catalizador
- 2 Sensores de temperatura y presión
- 3 Unidad ECU del motor
- 4 Inyección de aditivo al combustible en el tanque principal si es necesarios

- 5 Información específica enviada a la cabeza del inyector cuando se necesita post-combustión
- 6 Pre-catalizador
- 7 Filtro de partículas



- 1. Cuadro de instrumentos
- 2. UCE motor.
- 3. Depósito aditivo.
- 4. Sensor cantidad aditivo.
- 5. Bomba para aditivo FAP
- 6. Depósito de combustible.
- 7. Motor diesel.
- 8. Sensor temperatura turbo
- 9. Turbocompresor.
- 10. Sonda lambda.
- 11. Catalizador de oxidación.
- 12. Sensor temperatura filtro.
- 13. Filtro de partículas.
- 14. Sensor de presión diferencial.
- 15. Silenciador.
- 16. Medidor de masa de aire.



## AVERÍAS DEL FILTRO ANTIPARTÍCULAS

### ❖ Obstrucción del filtro

- Es la avería mas usual y repercute en una falta de potencia del motor, tirones e incluso la parada del mismo.
- Los códigos de averías registrados por la unidad pueden ser diversos, fallo de regeneración, nivel de hollín en el filtro excesivo, temperatura del escape no alcanzada, fallo de la medición de masa de aire, fallos de combustión....
- En algunos casos se puede realizar una regeneración forzada con maquina de diagnosis.

### ❖ Falta de aditivo

- En realidad este defecto no es una avería, en este caso la unidad registra como avería el nivel bajo de eolis y la operación a seguir es rellenado del deposito y reposición de la unidad de control.

## MANTENIMIENTO DEL SISTEMA

El mantenimiento del filtro depende del sistema de regeneración del mismo. La sustitución del filtro como mantenimiento está contemplada dependiendo del fabricante entre los 80.000 y los 180.000 Km.

## MANTENIMIENTO DEL DEPÓSITO DE ADITIVO

La capacidad del depósito de aditivo está prevista de modo que la cantidad de llenado sea suficiente para cubrir un consumo medio de combustible equivalente a un recorrido dependiendo del aditivo y vehículo de entre **80.000 km y 120.000 km**.

Si el consumo de combustible supera la media calculada, el sistema indica al conductor la necesidad de acudir al taller a partir de una cantidad residual de aditivo de 0,3 litros, a base de encenderse el testigo de precalentamiento y aparecer un texto de avería en la pantalla del cuadro de instrumentos.

Al cabo de 4 años, 120.000 km o a partir del momento en que aparece el aviso en el cuadro de instrumentos es precisa una intervención por parte del Servicio en área del aditivo.

A ello pertenece la aspiración de la cantidad residual y el llenado del depósito de aditivo.

El aditivo se mantiene químicamente estable durante un intervalo de 4 años, incluso en condiciones climatológicas extremas.



## COLOR DEL DEPÓSITO DE RESERVA DE ADITIVO

Hasta el número ORGA 9491:

### DPX 42:

- Válido para vehículos hasta noviembre de 2002.
- La conexión de enchufe depósito de reserva de aditivos es de color blanco.
- El aditivo DPX 42 no puede mezclarse con otro tipo de aditivo.



Desde el número ORGA 9492:

### EOLYS 176:

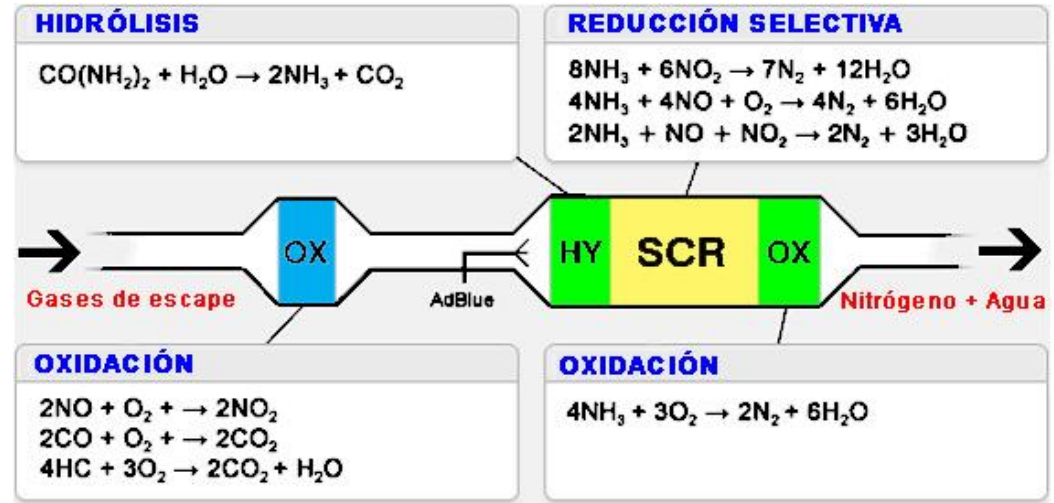
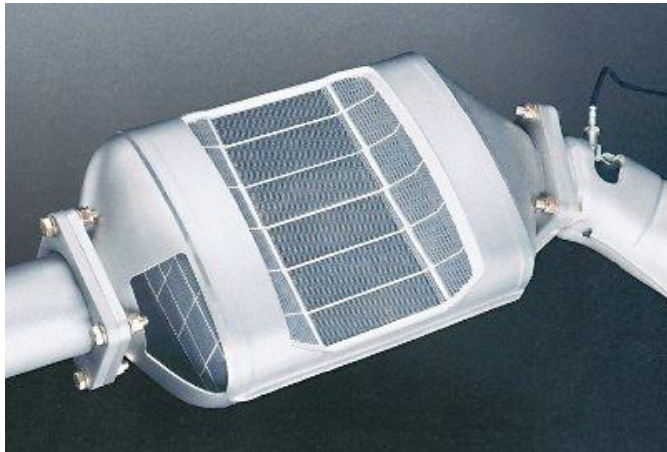
- La conexión del enchufe del depósito de reserva de aditivo es de color verde.
- El aditivo EOLYS 176 puede mezclarse con el aditivo INFINEUM F7995.



# CATALIZADORES DE REDUCCIÓN SELECTIVA (SCR)

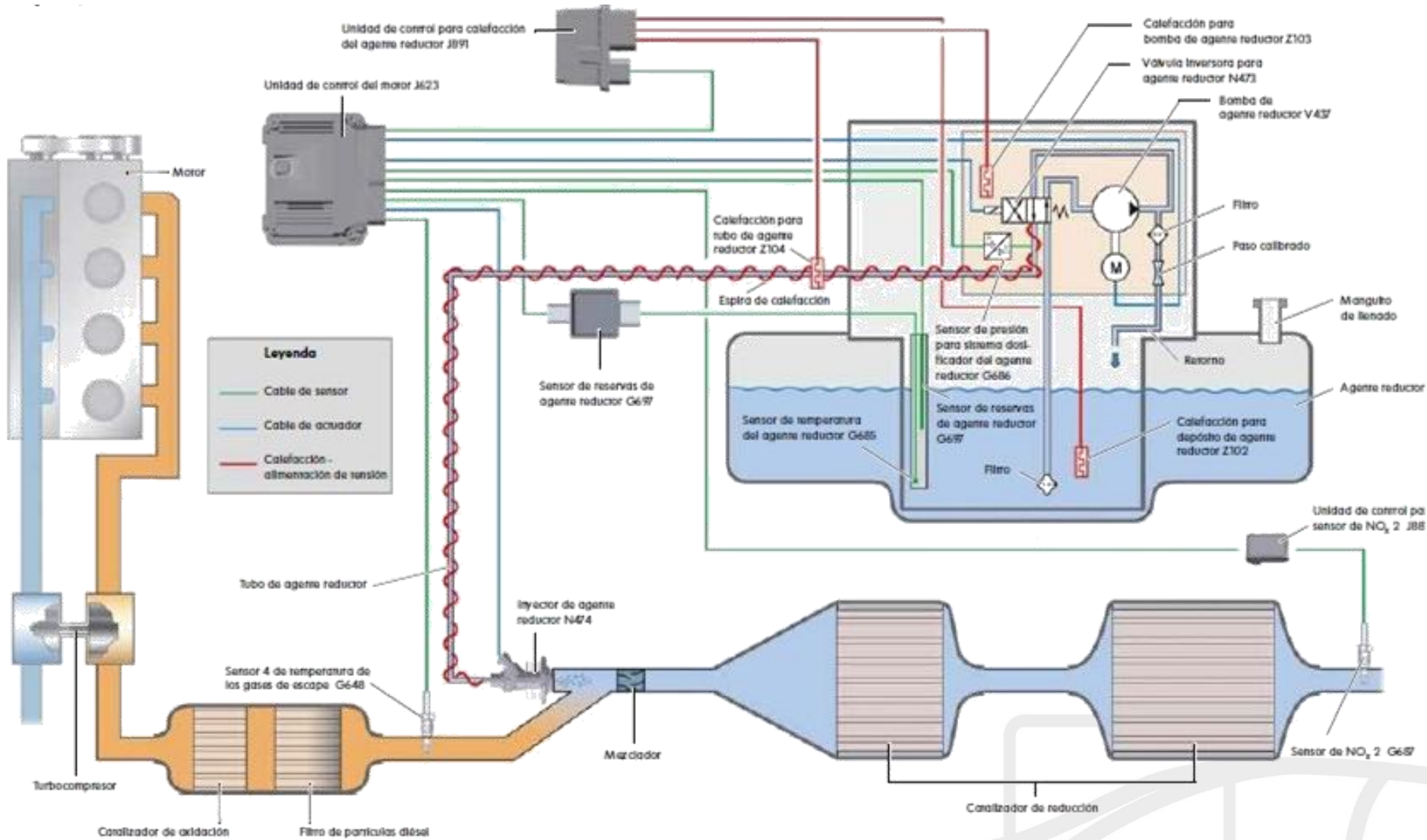
Selective Catalytic Reduction (SCR), DeNOxtronic BOSCH, AUDI Clean Diesel, MERCEDES BlueTec,... un nuevo sistema de tratamiento de los gases de escape.

Se utiliza para reducir los **óxidos nítricos (NOx)** contenidos en los gases de escape. Esto significa, que de entre las partes integrantes de los gases de escape, sólo se reducen los óxidos nítricos. Por ello los vehículos que montan un sistema SRC, también llevan filtro de partículas, catalizador de oxidación, EGR, y todos los sistemas de depuración de gases tratados hasta ahora.



La arquitectura de los catalizadores de reducción equivale estructuralmente a la de un catalizador de reducción con cuerpo cerámico de panel. El recubrimiento del catalizador de reducción consta de **zeolita de cobre**. Sirve para acelerar el proceso de reducción de los óxidos nítricos.

# CATALIZADORES DE REDUCCIÓN SELECTIVA (SCR)



# CATALIZADORES DE REDUCCIÓN SELECTIVA (SCR)

## Principio de funcionamiento.

El catalizador de reducción alcanza su temperatura operativa a 200°C.

El agente reductor AdBlue es aspirado por la bomba desde el depósito de agente reductor e impelido con unos 5 bares a través del tubo calefactable de alimentación hacia el inyector de agente reductor.

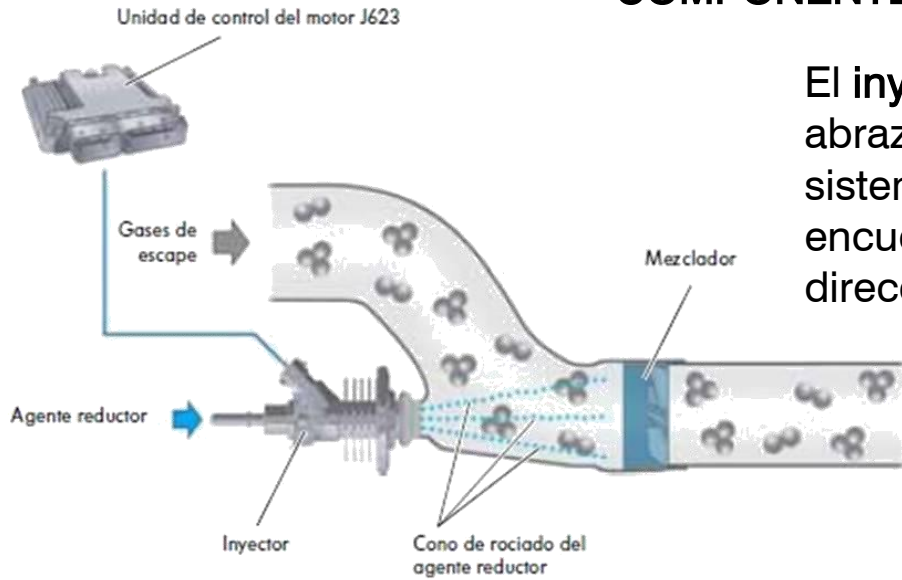
El agente inyectado es arrastrado por el caudal de los gases de escape y distribuido uniformemente en éstos por parte del mezclador.

En el trayecto hacia el catalizador de reducción, llamado **trayecto hidrológico**, se disgrega el agente reductor, descomponiéndose en amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). El amoníaco reacciona con los óxidos nítricos ( $\text{NO}_x$ ) en el catalizador de reducción, transformándose en nitrógeno ( $\text{N}_2$ ) y agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ).

**El rendimiento del sistema SCR es captado por el sensor de  $\text{NO}_x$ .**

La ECU interrumpe la inyección del agente reductor cuando es muy escaso el caudal de la masa de gases de escape (por ejemplo al ralentí) y cuando la temperatura de los gases de escape desciende demasiado.

## COMPONENTES DEL SISTEMA

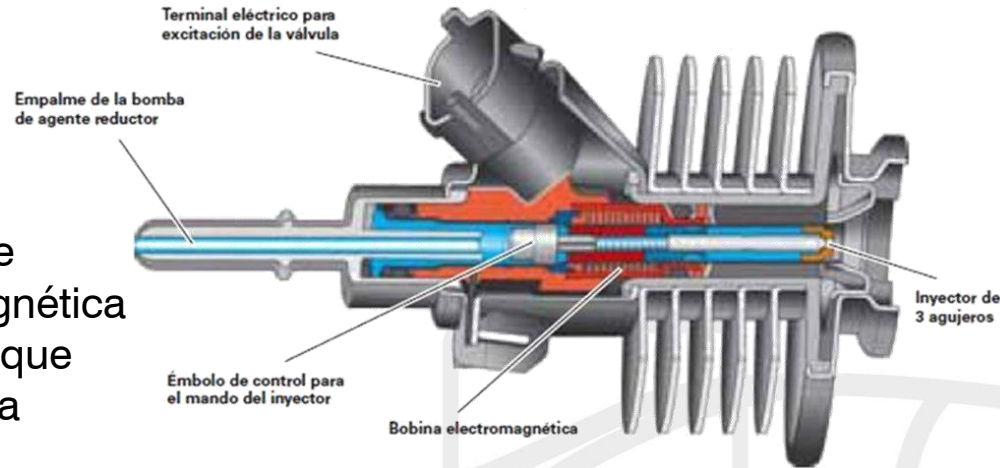


El inyector de agente reductor va fijado con una abrazadera a la conducción tubular en forma de “s” del sistema de escape. Debido a la posición en que se encuentra se inyecta el agente reductor axialmente a la dirección de flujo de los gases de escape.

Funcionamiento. El inyector tiene aplicado el agente reductor a la presión generada por la bomba. En posición de reposo, la aguja de la válvula cierra los orificios de salida, impulsada por la fuerza del muelle de válvula.



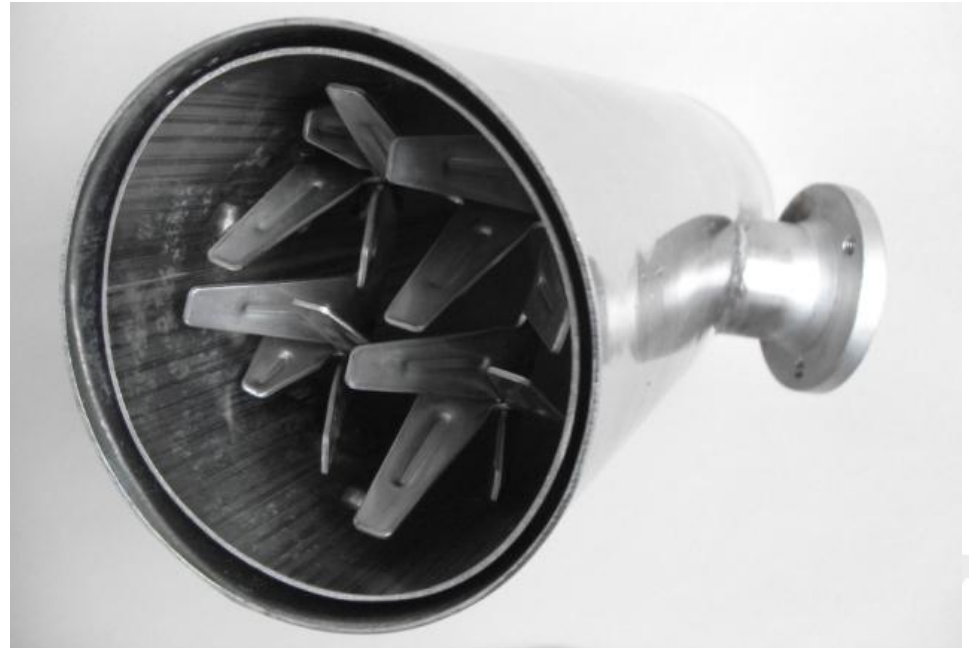
Para inyectar el agente reductor, la unidad de control del motor excita la bobina electromagnética. Con ello se genera un campo magnético, que levanta el inducido y la aguja de la válvula. La válvula abre y se inyecta el agente reductor.



## COMPONENTES DEL SISTEMA



**Mezclador.** Para obtener un alto índice de conversión es importante que el amoníaco sea distribuido uniformemente en el catalizador de Nox. El mezclador hace que el caudal de los gases de escape produzca una turbulencia conjuntamente con el agente reductor y su superficie calefactora actúa a la vez como evaporador, para que el agente reductor pueda pasar parcialmente al estado gaseoso.



## COMPONENTES DEL SISTEMA

**Agente reductor.** El agente reductor es una solución altamente pura, transparente, al **32,5% de urea en agua**, que en Europa se comercializa bajo la marca registrada **AdBlue®** y en los EE.UU. bajo la designación Diesel Exhaust Fluid AdBlue®. No es tóxico, no es inflamable, es biodegradable y está catalogado dentro de la clase de peligrosidad más baja para el agua. No es sustancia ni mercancía peligrosa.



Características:

- Se congela por debajo de temperaturas de  $-11\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- A altas temperaturas de ( $70^{\circ}\text{C} - 80^{\circ}\text{C}$ ) el agente reductor se disgrega y puede provocar molestias olfativas por despedir amoníaco.
- El agente reductor envejecido se diferencia por tener un olor desagradable.
- A través de los sensores de  $\text{NO}_x$  en el sistema de escape se detecta si el agente reductor ha envejecido o si se ha cargado un medio ajeno a esa finalidad.
- El agente reductor derramado se cristaliza formando sales blancas.



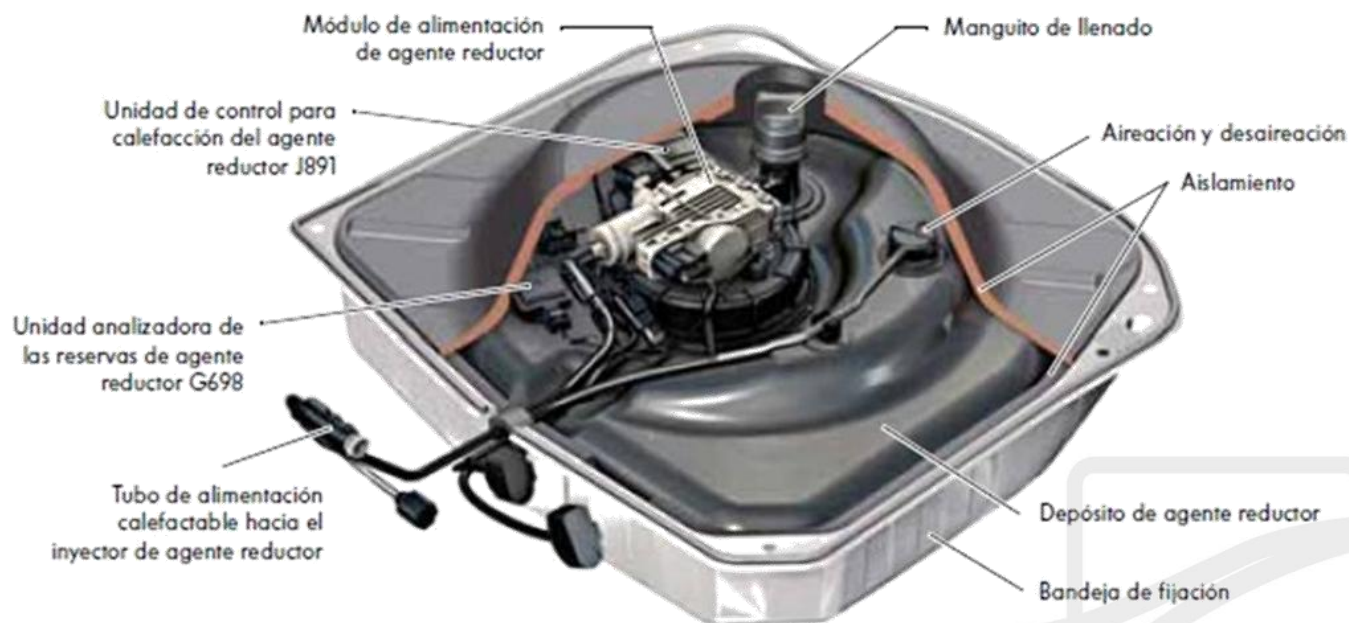
## COMPONENTES DEL SISTEMA

**Depósito de agente reductor.** El sistema de agente reductor está ejecutado como un sistema cerrado de depósito de presión.

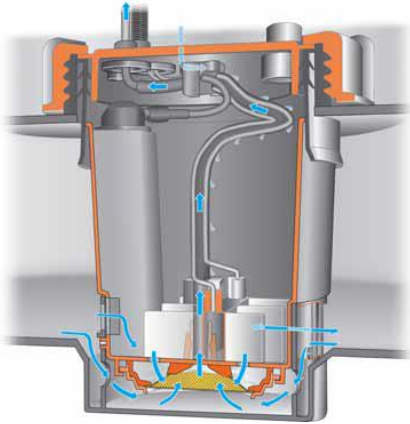
Para evitar presiones excesivas se instala una válvula de descarga cerca del manguito de llenado.

La válvula abre a presiones por debajo de  $-40$  mbar y por encima de  $150$  mbar, con lo cual protege el sistema del depósito contra cargas mecánicas excesivas.

Los depósitos de agente reductor están dimensionados de modo que una carga sea suficiente para cubrir las necesidades de agente reductor entre dos intervalos de Servicio.



## COMPONENTES DEL SISTEMA



**Cuba de calefacción.** La calefacción en la cuba es para posibilitar el funcionamiento del SCR incluso a bajas temperaturas exteriores. El agente reductor pasa por rendijas de chapoteo del depósito hacia la cuba de calefacción. A temperaturas sumamente bajas el movimiento de chapoteo hace que el agente reductor congelado se descongele en la cuba de calefacción.

**Bomba de agente reductor.** Al ser conectado el encendido y al estar cumplidas las condiciones operativas para el sistema SCR, la bomba impele el agente reductor del depósito, con una presión de aprox. 5 bares hacia el inyector. Al parar el motor, devuelve el agente del tubo de alimentación para el inyector hacia el depósito. La ECU excita el motor eléctrico mediante una señal modulada .



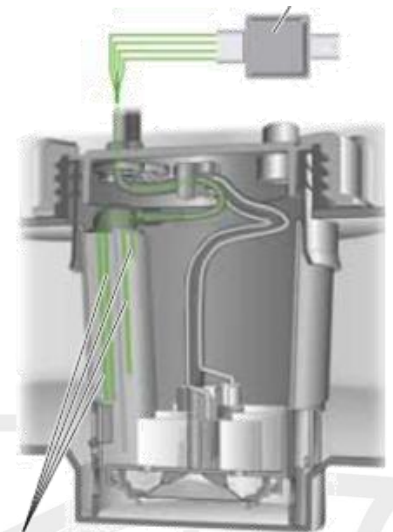
**La válvula inversora.** Invierte el sentido de la alimentación del agente reductor al parar el motor. Esto hace que el agente vuelva del tubo de alimentación hacia el depósito para evitar que se congele en el tubo de alimentación y en el inyector con temperaturas exteriores sumamente bajas. Para ello es accionado el imán elevador por intervención de una bobina. El motor de la bomba, que gira siempre sólo en una dirección, impele el agente procedente del tubo de alimentación, devolviéndolo al depósito.

## COMPONENTES DEL SISTEMA



**Sensor de presión para el sistema dosificador.** Va atornillado en el módulo de alimentación. Determina la presión de alimentación momentánea del agente reductor y transmite una señal de tensión a la ECU motor. Con ayuda de la señal, la ECU calcula la presión momentánea del agente en el tubo que va hacia el inyector.

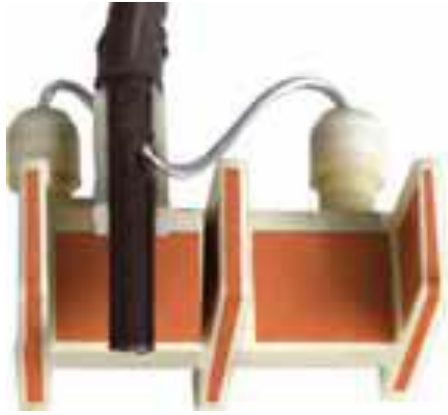
**Sensor de las reservas de agente reductor.** Se encuentra directamente en la cuba de calefacción. La unidad analizadora evalúa las señales del aforador y transmite una señal modulada en anchura de los impulsos (señal PWM) a la ECU motor. La unidad analizadora determina si el nivel de llenado se encuentra por encima o por debajo del sensor de medición en cuestión a base de analizar su conductividad eléctrica. Para señalar al conductor la necesidad de repostar agente reductor la ECU motor transmite una señal a la unidad de control en el cuadro de instrumentos.



Sensor de reservas de agente reductor G697

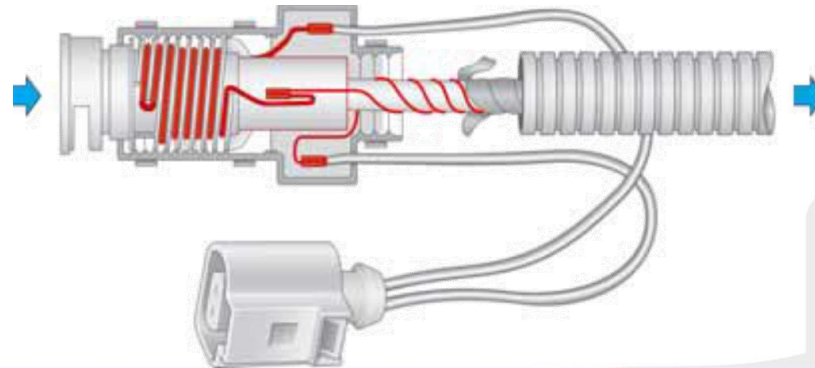
S424\_021

## COMPONENTES DEL SISTEMA



La calefacción del depósito de agente reductor se establece por medio de una resistencia calefactada. El elemento calefactor va empotrado en material plástico fundido y se encuentra directamente en la cuba de calefacción del depósito. Si las temperaturas en el depósito o en el aire del entorno se hallan por debajo de  $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ , la ECU motor activa la calefacción para el depósito.

**Calefacción del tubo de agente reductor.** Constituida por un filamento resistivo de acero inoxidable arrollado en espiral en torno al tubo de alimentación y protegido exteriormente con un tubo de plástico. Es excitada por la ECU motor a través de la unidad de control para calefacción del agente reductor. Asume la función de calentar el agente reductor en el tubo de alimentación que va hacia el inyector. Si se avería la unidad de control para calefacción del agente reductor el testigo de emisiones de escape se activa.

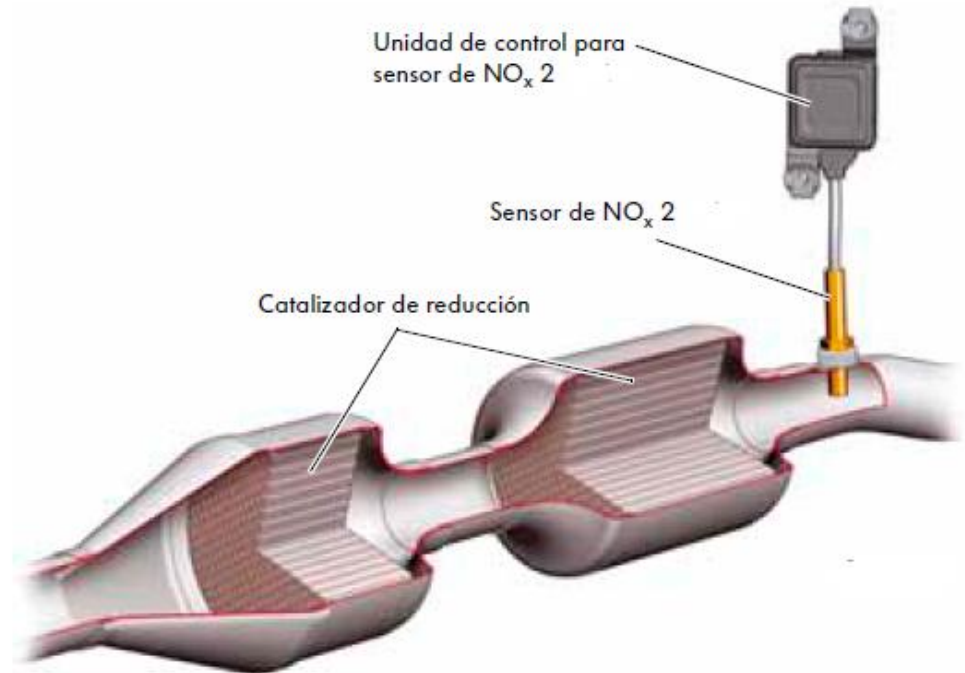


# COMPONENTES DEL SISTEMA

## Sensor de NOx

Para vigilar el funcionamiento del sistema SCR, se determina el rendimiento del catalizador de reducción de Nox con ayuda del sensor de Nox. Para ello se compara el valor medido por la sonda con un modelo matemático sobre óxidos nítricos en la UCE de mando motor, si el rendimiento es inferior al especificado el sistema encenderá el testigo de avería.

La corriente del sensor es del orden de microamperios así que para poder contar con una señal de medición altamente exacta esta no es enviada directamente a la unidad de mando sino que se acondiciona previamente en la unidad de control para el sensor de Nox antes de ser enviada a la UCE motor. En caso de sustitución se deben de cambiar tanto el sensor como la unidad de Nox.



# COMPONENTES DEL SISTEMA

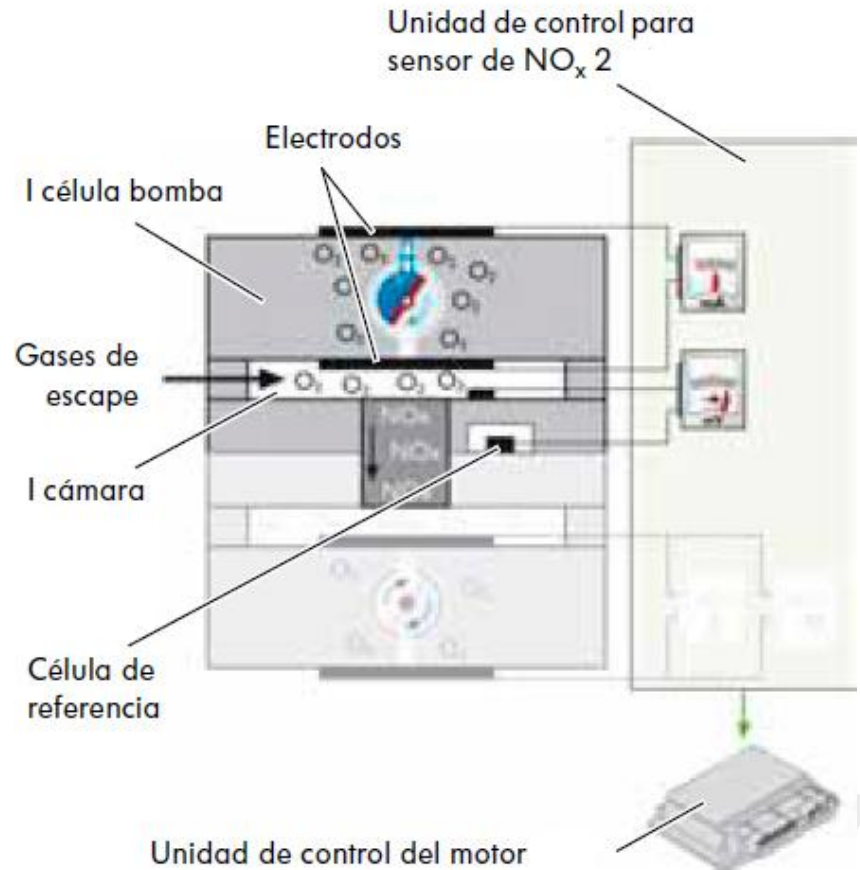
## Sensor de NOx

El sensor de Nox esta basado en la medición de oxigeno y su principio funcionamiento es análogo al de una sonda lambda de banda ancha.

### Funcionamiento de la primera cámara

Una parte de los gases de escape ingresa en la primera cámara, en esta se reduce la concentración de oxigeno para poder medir el contenido de óxidos nítricos en los gases de escape.

Debido a la diferencia de contenido de oxigeno entre los gases de escape y la célula de referencia se obtiene una tensión medible entre los electrodos. La unidad de control para sensor de Nox regula esta tensión a un valor constante. Este valor de tensión es equivalente a  $\Lambda=1$ . La célula de bomba expulsa o introduce oxigeno para regular la concentración de oxigeno en la primera cámara a un valor determinado.



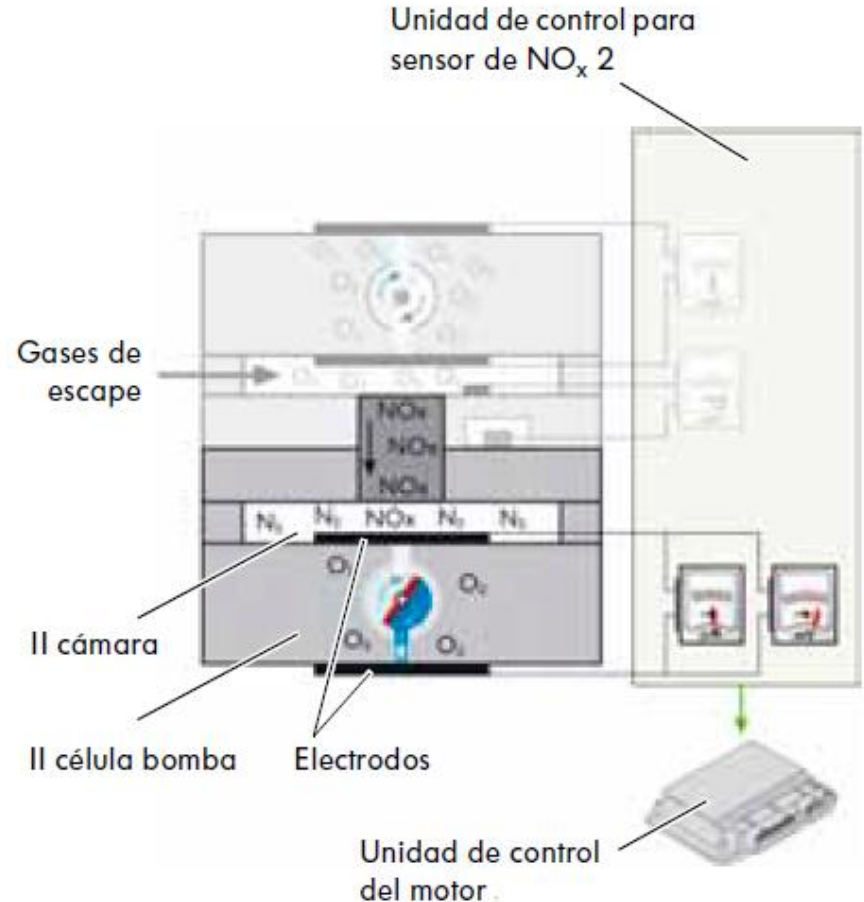
# COMPONENTES DEL SISTEMA

## Sensor de NOx

### Funcionamiento de la segunda cámara

Los gases de escape fluyen de la primera a la segunda cámara, las moléculas de Nox contenidas en los gases de escape se disocian de N<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> en un electrodo especial. Gracias a que la tensión en los electrodos se regula de forma constante a 400mV, los iones de oxígeno migran del electrodo interior al exterior. El caudal de oxígeno impelido constituye una medida relativa de la cantidad de nitrógeno existente en la segunda cámara.

Por tanto podemos decir que la cantidad de oxígeno impelido por la bomba es proporcional a la cantidad de óxidos nítricos que existen en los gases de escape pudiendo a través de esta igualdad determinar el porcentaje de Nox existente.





CarsMarobe, S.L.

C/ Mercurio,1

Pol. Ind. La FuenSanta

28936 Móstoles

Telf: 91 645 52 15

Fax: 91 645 27 15

[coordinacion@carsmarobe.com](mailto:coordinacion@carsmarobe.com)

[www.carsmarobe.es](http://www.carsmarobe.es)

