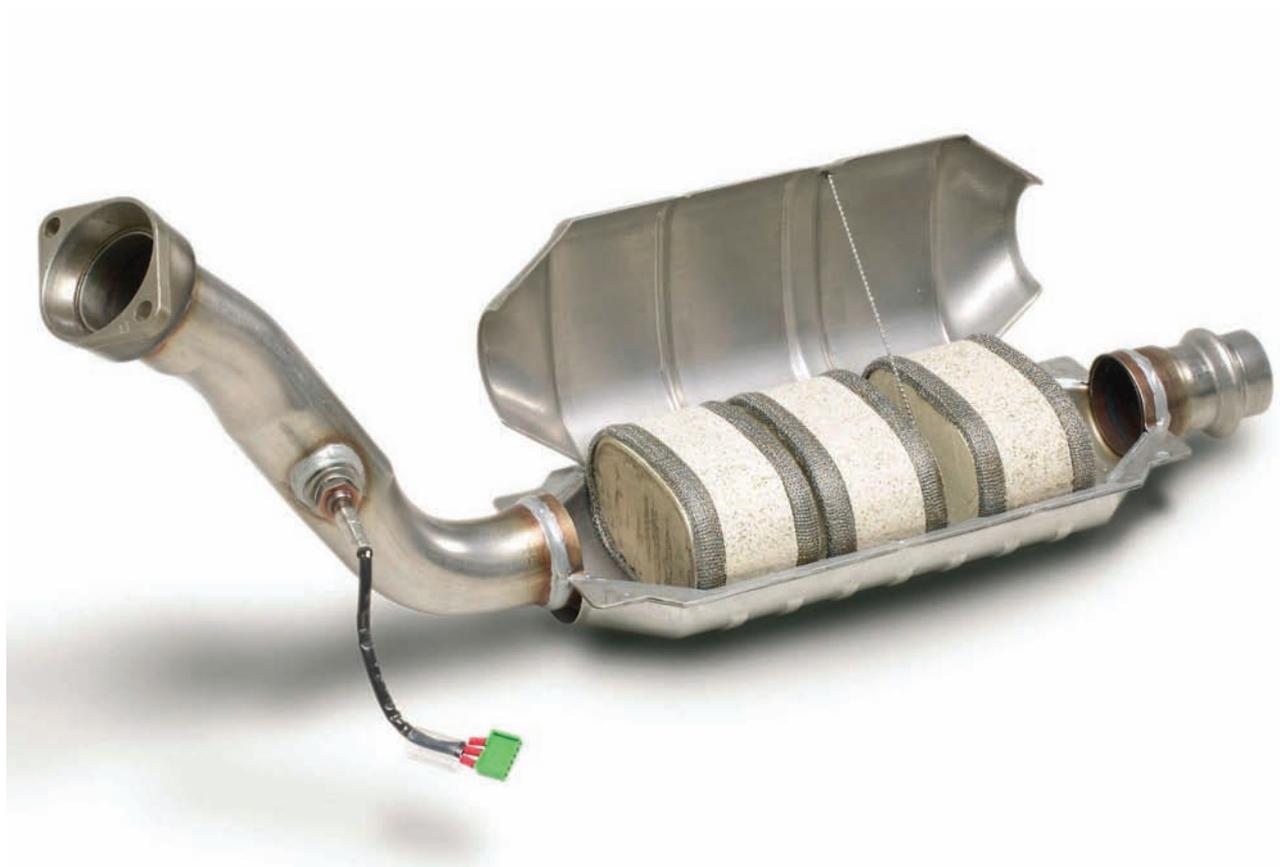


Emisiones contaminantes

Catalizadores para motores DIESEL

José Ángel Rodrigo



Agradecimientos: AS (Fabricante de catalizadores)

Emisiones motores diesel

Entre los nuevos dispositivos anticontaminantes aportados desde principio de la década de los años 90 por los diferentes constructores al automóvil, tanto motores de Otto como Diesel, destacan los convertidores catalíticos o catalizadores, cuyo rendimiento en la depuración de los gases tóxicos es prácticamente del 100%, en condiciones normales de funcionamiento.

Realmente el mayor problema de las emisiones contaminantes de los gases de escape de los motores Diesel es la generación de partículas sólidas, carbonilla y humos negros (C+).

Las partículas generadas en la combustión de los motores Diesel (C+) son un agregado complejo de material sólido y líquido. Su origen son las partículas de carbono generadas en la propia combustión.

Las partículas primarias de carbono forman largos conglomerados combinándose con otros componentes principales de los gases de escape diesel, tanto orgánicas como inorgánicas.

De forma genérica, las partículas Diesel (C+) son clasificadas en tres grupos como son: partículas sólidas, partículas orgánicas y partículas de azufre.

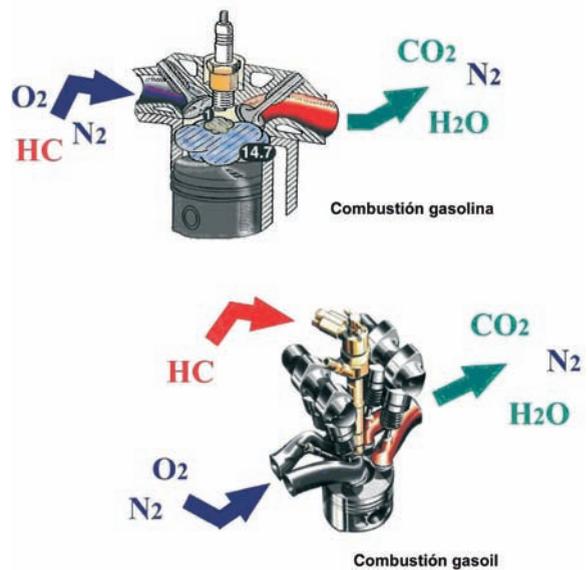
Obviamente, la composición de las partículas Diesel (C+) depende principalmente del motor así como de sus condiciones de velocidad y carga.

Si diferenciamos las partículas Diesel (C+), entre "partículas húmedas y partículas secas", se obtiene una estructura combinada en un 60% de "partículas húmedas" compuesta de moléculas de hidrocarburos orgánicos (SOF) y el resto de "partículas secas" compuesto de moléculas de carbono sólido.

La adición de partículas de azufre o sulfatos a esta estructura será directamente proporcional al mayor o menor contenido de azufre en el gasoil.

Las partículas Diesel son micro moleculares cuyo núcleo de carbono alcanza un diámetro en milésimas de milímetro (micras) de 0.01 a 0.08 μ . Por el contrario, en el aglomerado de partículas se puede obtener un diámetro entre 0.08 y 1 micras.

Precisamente, esta es la causa principal por la que las partículas Diesel son casi infiltrables y respirables, y en consecuencia, se desprende su potencial riesgo para salud de las personas y su incidencia en la generación de enfermedades respiratorias y su aportación en el desarrollo del cáncer de pulmón.



Catalizadores diesel

La finalidad de todo convertidor catalítico, denominado CATALIZADOR, es el favorecer la transformación de los gases nocivos CO, HC, NO_x y C+ en CO₂ y H₂O (vapor de agua). Esta transformación se basa en el empleo de una serie de metales nobles como el Platino (Pt), el Paladio (Pd) y el Rodio (Rh), cuyas características materiales permiten las reacciones químicas de oxidación y reducción necesarias para que se produzca tal conversión en estos gases nocivos.

Las emisiones atmosféricas contaminantes producidas por los automóviles se localizan fundamentalmente en las emanaciones de vapores generados en: la combustión del motor, el depósito de combustible y, principalmente, los gases de escape que contribuyen en más de un 70% sobre el resto.

Evidentemente, el mayor porcentaje de emisiones contaminantes se localizan los gases de escape procedentes de la combustión del motor, cuya composición porcentual se sitúa entre un 1 a 2 %, y el resto es vapor de agua, anhídrido carbónico y nitrógeno.

El cumplimiento por parte de los constructores de automóviles de la reglamentación vigente respecto de los valores límite de emisiones contaminantes y humos en materia de homologación, en general, implica necesariamente un correcto funcionamiento de los motores de forma que la mezcla de combustión aire/combustible sea la óptima en todo momento.

Para conseguir esta condición de funcionamiento se requiere una dosificación ideal de la mezcla, lo cual, se ha conseguido perfeccionar casi al 100% mediante la incorporación de los sistemas de Gestión Electrónica del Motor, inyección y encendido, tanto en motores Otto de gasolina como en motores Diesel de gasoil.

Mecánica y electrónica Emisiones contaminantes

La forma exterior del catalizador puede asimilarse a un silenciador, además suele ocupar el lugar del primer silenciador en el conjunto del escape. En su interior se localiza el bloque del catalizador, tipo monolito, que puede ser de material cerámico o metálico.

Los catalizadores para motores Diesel permiten controlar las emisiones nocivas mediante las conversiones químicas referidas en los gases de escape, y garantizan la máxima efectividad para neutralizar dichos elementos tóxicos como son las partículas sólidas de hidrocarburos (C+) y el monóxido de carbono (CO).

La depuración de los catalizadores Diesel anulan el monóxido de carbono (CO), los hidrocarburos en estado gaseoso (C+) y las moléculas orgánicas (SOF), transformándolos en dióxido de carbono (CO₂) y vapor de agua (H₂O). Esta conversión se ve favorecida por la elevada concentración de oxígeno en los gases de escape de motores Diesel, que puede variar entre el 3% y el 17%, dependiendo de la carga motor.

En los catalizadores Diesel la conversión de moléculas SOF se sitúa próxima al 80% de rendimiento. Además, la oxidación de los óxidos de azufre en trióxido de sulfuro, combinado con el vapor de agua forma ácido sulfúrico (H₂SO₄), generando ese peculiar olor característico de este elemento, en la salida de los gases de escape. No obstante, como ya se ha mencionado, la generación de sulfatos depende del azufre contenido en el gasoil.



Debe recordarse que los elementos contaminantes tóxicos principales de los gases de escape dependen del tipo de motor, y que además, son los elementos sobre los cuales se centra la reducción de los mismos.

En los motores Otto de gasolina, el principal componente nocivo es el monóxido de carbono (CO) con una proporción superior al 80% y en menor medida, el resto de contaminantes como son los óxidos de nitrógeno (NO_x), hidrocarburos volátiles (HC) y partículas sólidas (C+).

En los motores Diesel de gasoil, el principal componente nocivo son las partículas sólidas (C+) con una proporción superior entre el 60% al 80% y en menor medida, el resto de contaminantes.

Los valores de los gases tóxicos contenidos en los gases de escape producidos por los motores Diesel son aproximadamente los referidos en la tabla adjunta.

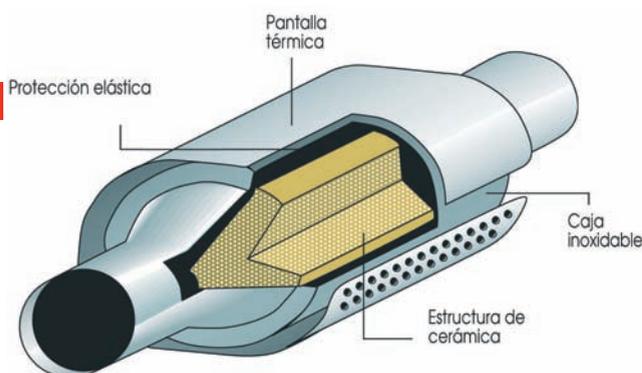
CO	HC	C+	NO _x	SO _x
ppm	ppm	g/m ³	ppm	ppm
5-1,500	20-400	0.1-0.25	50-2,500	10-150

Los óxidos de azufre (SO_x) se añaden a las emisiones de los motores Diesel debido al contenido de azufre en los gasóleos, cuya tendencia es la eliminación en su contenido de origen.

Los motores Diesel se caracterizan por la relativamente baja temperatura de los gases de escape, por lo que la temperatura del catalizador podría ser menor que la requerida para la transformación catalítica y en consecuencia reducir la eficacia del convertidor catalítico.

Para compensar esta bajo nivel térmico, la tecnología de los catalizadores Diesel incorpora unos "separadores o tamices moleculares" de hidrocarburos en el interior de la cubierta del catalizador, denominados como "zeolitas".

Estas zeolitas separan y reservan los hidrocarburos del escape durante el tiempo en el que el catalizador se encuentra en bajas temperaturas. Cuando la temperatura de los gases de escape aumenta, los hidrocarburos son liberados de la cubierta interior del catalizador y oxidados en el mismo. Debido a este mecanismo separador de hidrocarburos el catalizador ofrece pocas emisiones de hidrocarburos a bajas temperaturas y un excelente control del olor característico a combustible.



Características constructivas

Los catalizadores con separadores HC están diseñados para trabajar en distintas condiciones del motor. Desde la baja temperatura de funcionamiento, donde se desarrolla la absorción más que la conversión catalítica, hasta periodos de alta temperatura de gases de escape, que son necesarios para la desorción de los hidrocarburos y la regeneración del catalizador. Si no fuese así, la capacidad de absorción llegaría a estar saturada e incrementaría las emisiones de HC, las cuales romperían a través del catalizador.

Clasificación partículas Diesel (C+):

- Partículas sólidas: Partículas de carbón seco, comúnmente conocidas como carbonilla.
- Partículas orgánicas (SOF): Hidrocarburos pesados absorbidos y condensados en las partículas de carbón, denominados como moléculas de Soluciones Orgánicas.
- Partículas de azufre (SO4): Son óxidos de sulfato, es decir, moléculas de ácido sulfúrico hidratado.

Catalizadores Diesel: Monolito Cerámico

Los catalizadores Diesel con sustratos cerámico, utilizan un soporte cilíndrico con células de geometría cuadrada convencional, ajustado al interior del recipiente de acero.

Los sustratos cerámicos producen mayor caída de presión que los sustratos metálicos de igual dimensión, debido al mayor grosor de sus paredes y su mayor tamaño, mayor diámetro y área frontal.

Además, en los sustratos cerámicos, debe tenerse en cuenta la pérdida por porosidad de los mismo, penetrando parte del revestimiento del catalizador al interior de los poros de la pared.

Debido a que los sustratos metálicos no son porosos, el revestimiento se mantiene en la superficie. Por esto, al aplicar la misma cantidad de material catalítico al sustrato cerámico y metálico, se deposita una lámina más gruesa de revestimiento y mayor restricción de flujo se observa en el metálico.

Catalizador Diesel: Monolito metálico

Los convertidores Diesel con monolito metálico se fabrican con una lámina corrugada de acero inoxidable para altas temperaturas, en paquetes con láminas envueltas son ajustadas en cajas de acero inoxidable y aseguradas con anillos del mismo material. Una lámina especial corrugada, crea unos conductos mixtos de estructura celular.

Los gases del escape son forzados a pasar al interior en un flujo turbulento, resultando un mejor contacto entre el gas y el catalizador, mejorando las condiciones para una transferencia de masa y elevar la eficiencia de conversión.

El material catalizador se instala sobre una lámina que ha sido limpiada de forma uniforme a través de un proceso especial, lo que consigue un catalizador más eficiente.

Las ventajas de los convertidores metálicos para aplicaciones exigentes son obvias:

- Alta durabilidad mecánica. No se quiebran ni desintegran bajo condiciones de operación extremas y ofrecen la máxima durabilidad térmica.
- Caídas de Baja Presión. Debido a sus paredes delgadas y gran área frontal, los sustratos metálicos no tienen caídas de baja presión.

Control técnico emisiones diesel

En materia de control técnico por las ITV, las emisiones contaminantes de los gases de escape de los automóviles con motor Diesel, aplicable a vehículos en servicio, se controla a través de la medición por medio de un opacímetro homologado del coeficiente de absorción luminosa (K), cuyos valores límite son:

Tipo motor Diesel	K (m ⁻¹)
Motor atmosférico	2.5
Motor sobrealimentado (Turbo)	3.0

Nota: Los vehículos matriculados o puestos en circulación por primera vez antes del 1 de enero de 1980 estarán **exentos** del cumplimiento de estos requisitos. ⦿