

La reducción de emisión de gases tóxicos debe hacerse por exigencia legal y por compromiso personal

## Análisis de los gases de escape en vehículos de gasolina catalizados



**A**unque está demostrado que el automóvil y su industria auxiliar tienen una influencia menor del 10 % en la contaminación global del medio ambiente, la opinión pública lo considera como uno de los principales causantes de la situación actual de deterioro del planeta. Consecuencia de este sentimiento es la preocupación de gobiernos y fabricantes de automóviles por las emisiones de gases de escape a la atmósfera que han dado lugar a dos tipos de medidas: legislación más exigente en cuanto a niveles de emisión máximos permitidos y soluciones tecnológicas más complejas. Esto conlleva para el taller reparador la necesidad de actualizar sus equipos y conocimientos para poder detectar anomalías de funcionamiento que a su vez impliquen incumplimientos de las normativas anticontaminación.

Por Francisco Javier Barroso Ares

**E**n el caso de una combustión instantánea, con una proporción exacta de aire/gasolina y condiciones ideales en la cámara de combustión, solamente se emitirían a la atmósfera dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), vapor de agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) y nitrógeno ( $\text{N}_2$ ), gases todos ellos no tóxicos. Lamentablemente, la realidad es que la combustión en un motor de explosión es siempre más o menos incompleta, incluso con un exceso de oxígeno, lo que da origen a gases tóxicos. Por supuesto, cuanto más incompleta sea la combustión, mayor porcentaje de gases tóxicos se expulsará al exterior.

Los gases tóxicos de un motor de explosión funcionando en condiciones normales

representa aproximadamente un 1 % del total de gases de escape, y está compuesto principalmente por:

- Monóxido de carbono (CO). Es un gas incoloro, inodoro e insípido, lo que lo convierte en muy peligroso, ya que un 0,3 % de CO en la sangre basta para ocasionar la muerte en 30 minutos. Se produce en la combustión por escasez de oxígeno en la mezcla.
- Hidrocarburos (HC). Se denomina así a los principales componentes del com-

bustible y de los lubricantes. Su emisión aumenta en combustiones incompletas, ya sea por mezcla rica o pobre en exceso. En presencia de óxidos de nitrógeno y luz solar forman oxidantes, que provocan irritación; algunos de ellos han sido catalogados como cancerígenos.

- Óxidos de nitrógeno (NOx). Esta denominación agrupa al monóxido de nitrógeno (NO) y al dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>). Se forman en la cámara de combustión cuando se producen altas tempera-

### **El catalizador es imprescindible hoy en día para reducir las emisiones nocivas a límites legales.**

turas y presiones. El NO reacciona rápidamente con el oxígeno, formando NO<sub>2</sub>, de color rojizo. El NO<sub>2</sub> provoca irritación de las vías respiratorias, pudiendo llegar a destruir el tejido pulmonar. En combinación con el vapor de agua de la atmósfera forman la llamada "lluvia ácida".

- Compuestos de plomo. Proviene de la gasolina, a la cual se añaden como antidetonantes. También participan en la lubricación de partes internas del motor. Durante la combustión, parte de estos residuos de plomo se emiten a la atmósfera en forma de óxidos de plomo, altamente perjudiciales. La presencia de plomo en las gasolinas está limitada por la ley, y éste se ha eliminado completamente en la gasolina destinada a coches provistos de catalizador, ya que el plomo "envenena" dicho elemento.

### **REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES CONTAMINANTES**

La reducción de los gases de escape tóxicos se puede llevar a cabo actuando en la composición de los combustibles (reducción de plomo y azufre), en el diseño del motor y la preparación de la mezcla, y sobre los gases de escape. Esta última alternativa es imprescindible hoy en día para llegar a los niveles de emisión marcados por la ley.

La transformación del monóxido de carbono (CO) y los hidrocarburos (HC), mediante oxidación, en dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y vapor de agua (H<sub>2</sub>O), y de los óxidos de nitrógeno (NOx) en nitrógeno (N<sub>2</sub>) es posible gracias a las condiciones que hay presentes en la línea de escape, pero es demasiado lenta, por lo que hay que añadir un elemento que acelere estas reac-



Los analizadores de gases permiten diagnosticar el motor y el catalizador.

representa aproximadamente un 1 % del total de gases de escape, y está compuesto principalmente por:

- Monóxido de carbono (CO). Es un gas incoloro, inodoro e insípido, lo que lo convierte en muy peligroso, ya que un 0,3 % de CO en la sangre basta para ocasionar la muerte en 30 minutos. Se produce en la combustión por escasez de oxígeno en la mezcla.
- Hidrocarburos (HC). Se denomina así a los principales componentes del com-

bustible y de los lubricantes. Su emisión aumenta en combustiones incompletas, ya sea por mezcla rica o pobre en exceso. En presencia de óxidos de nitrógeno y luz solar forman oxidantes, que provocan irritación; algunos de ellos han sido catalogados como cancerígenos.

- Óxidos de nitrógeno (NOx). Esta denominación agrupa al monóxido de nitrógeno (NO) y al dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>). Se forman en la cámara de combustión cuando se producen altas tempera-

### **E**l catalizador es imprescindible hoy en día para reducir las emisiones nocivas a límites legales.

turas y presiones. El NO reacciona rápidamente con el oxígeno, formando NO<sub>2</sub>, de color rojizo. El NO<sub>2</sub> provoca irritación de las vías respiratorias, pudiendo llegar a destruir el tejido pulmonar. En combinación con el vapor de agua de la atmósfera forman la llamada "lluvia ácida".

- Compuestos de plomo. Proviene de la gasolina, a la cual se añaden como antidetonantes. También participan en la lubricación de partes internas del motor. Durante la combustión, parte de estos residuos de plomo se emiten a la atmósfera en forma de óxidos de plomo, altamente perjudiciales. La presencia de plomo en las gasolinas está limitada por la ley, y éste se ha eliminado completamente en la gasolina destinada a coches provistos de catalizador, ya que el plomo "envenena" dicho elemento.

### **REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES CONTAMINANTES**

La reducción de los gases de escape tóxicos se puede llevar a cabo actuando en la composición de los combustibles (reducción de plomo y azufre), en el diseño del motor y la preparación de la mezcla, y sobre los gases de escape. Esta última alternativa es imprescindible hoy en día para llegar a los niveles de emisión marcados por la ley.

La transformación del monóxido de carbono (CO) y los hidrocarburos (HC), mediante oxidación, en dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y vapor de agua (H<sub>2</sub>O), y de los óxidos de nitrógeno (NOx) en nitrógeno (N<sub>2</sub>) es posible gracias a las condiciones que hay presentes en la línea de escape, pero es demasiado lenta, por lo que hay que añadir un elemento que acelere estas reac-



Los analizadores de gases permiten diagnosticar el motor y el catalizador.

La reducción de emisión de gases tóxicos debe hacerse por exigencia legal y por compromiso personal

## Análisis de los gases de escape en vehículos de gasolina catalizados



**A**unque está demostrado que el automóvil y su industria auxiliar tienen una influencia menor del 10 % en la contaminación global del medio ambiente, la opinión pública lo considera como uno de los principales causantes de la situación actual de deterioro del planeta.

Consecuencia de este sentimiento es la preocupación de gobiernos y fabricantes de automóviles por las emisiones de gases de escape a la atmósfera que han dado lugar a dos tipos de medidas: legislación más exigente en cuanto a niveles de emisión máximos permitidos y soluciones tecnológicas más complejas.

Esto conlleva para el taller reparador la necesidad de actualizar sus equipos y conocimientos para poder detectar anomalías de funcionamiento que a su vez impliquen incumplimientos de las normativas anticontaminación.

**E**n el caso de una combustión instantánea, con una proporción exacta de aire/gasolina y condiciones ideales en la cámara de combustión, solamente se emitirían a la atmósfera dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), vapor de agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) y nitrógeno ( $\text{N}_2$ ), gases todos ellos no tóxicos. Lamentablemente, la realidad es que la combustión en un motor de explosión es siempre más o menos incompleta, incluso con un exceso de oxígeno, lo que da origen a gases tóxicos. Por supuesto, cuanto más incompleta sea la combustión, mayor porcentaje de gases tóxicos se expulsará al exterior.

Los gases tóxicos de un motor de explosión funcionando en condiciones normales

Por Francisco Javier Barroso Ares

representa aproximadamente un 1 % del total de gases de escape, y está compuesto principalmente por:

- Monóxido de carbono (CO). Es un gas incoloro, inodoro e insípido, lo que lo convierte en muy peligroso, ya que un 0,3 % de CO en la sangre basta para ocasionar la muerte en 30 minutos. Se produce en la combustión por escasez de oxígeno en la mezcla.
- Hidrocarburos (HC). Se denomina así a los principales componentes del com-

bustible y de los lubricantes. Su emisión aumenta en combustiones incompletas, ya sea por mezcla rica o pobre en exceso. En presencia de óxidos de nitrógeno y luz solar forman oxidantes, que provocan irritación; algunos de ellos han sido catalogados como cancerígenos.

- Óxidos de nitrógeno (NOx). Esta denominación agrupa al monóxido de nitrógeno (NO) y al dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>). Se forman en la cámara de combustión cuando se producen altas tempera-

### **E**l catalizador es imprescindible hoy en día para reducir las emisiones nocivas a límites legales.

turas y presiones. El NO reacciona rápidamente con el oxígeno, formando NO<sub>2</sub>, de color rojizo. El NO<sub>2</sub> provoca irritación de las vías respiratorias, pudiendo llegar a destruir el tejido pulmonar. En combinación con el vapor de agua de la atmósfera forman la llamada "lluvia ácida".

- Compuestos de plomo. Proviene de la gasolina, a la cual se añaden como antidetonantes. También participan en la lubricación de partes internas del motor. Durante la combustión, parte de estos residuos de plomo se emiten a la atmósfera en forma de óxidos de plomo, altamente perjudiciales. La presencia de plomo en las gasolinas está limitada por la ley, y éste se ha eliminado completamente en la gasolina destinada a coches provistos de catalizador, ya que el plomo "envenena" dicho elemento.

### **REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES CONTAMINANTES**

La reducción de los gases de escape tóxicos se puede llevar a cabo actuando en la composición de los combustibles (reducción de plomo y azufre), en el diseño del motor y la preparación de la mezcla, y sobre los gases de escape. Esta última alternativa es imprescindible hoy en día para llegar a los niveles de emisión marcados por la ley.

La transformación del monóxido de carbono (CO) y los hidrocarburos (HC), mediante oxidación, en dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y vapor de agua (H<sub>2</sub>O), y de los óxidos de nitrógeno (NOx) en nitrógeno (N<sub>2</sub>) es posible gracias a las condiciones que hay presentes en la línea de escape, pero es demasiado lenta, por lo que hay que añadir un elemento que acelere estas reac-



Los analizadores de gases permiten diagnosticar el motor y el catalizador.

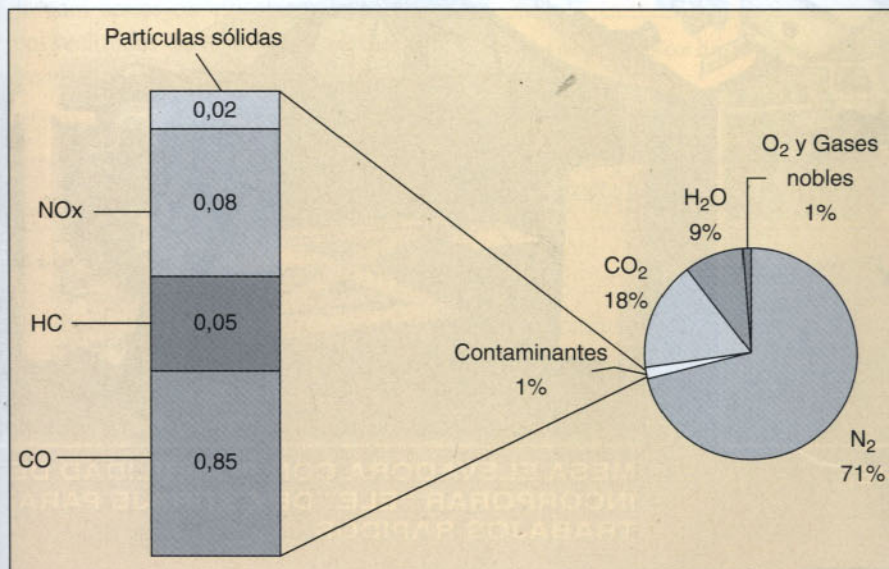


El exceso de emisión de hidrocarburos puede provocar la fusión del monolito cerámico del catalizador.

ciones: el catalizador. El catalizador que se está utilizando de forma generalizada es el denominado de "tres vías", que transforma simultáneamente los tres contaminantes principales (CO, HC y NOx). Se pueden eliminar de esta manera más del 90 % de los gases contaminantes.

El uso del catalizador exige, por un lado, el uso de gasolina sin plomo, ya que el plomo destruye el efecto catalítico de los metales que contiene el mismo, y también que la mezcla esté compuesta de forma óptima, es decir, lo más cerca posible de la relación ideal, técnicamente conocida

como relación estequiométrica, de aire/combustible, esta relación se verifica por medio del factor lambda ( $\lambda$ ); la relación normal es  $\lambda = 1$ .



Composición de gases de escape en un vehículo de gasolina en condiciones normales.

**Las innovaciones en materia de anticontaminación hacen prácticamente imprescindible el uso de analizadores de cuatro gases para efectuar diagnósticos correctos.**

### DIAGNÓSTICO DEL CATALIZADOR MEDIANTE EL ANALIZADOR DE GASES DE ESCAPE

El catalizador es un componente sometido a desgaste, aunque su duración es ele-

vada, normalmente más de 80.000 km, siempre que se realice un mantenimiento adecuado del vehículo, con diagnosis periódicas del motor, regulación del factor lambda y catalizador.

Para poder diagnosticar el catalizador por el resultado de los gases de escape, necesitaremos un analizador de cuatro gases (CO, HC, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>) con indicación de factor lambda ( $\lambda$ ). No obstante, el proceso de diagnosis es complejo, y los valores de los que hablaremos son orientativos, pudiendo haber casos particulares fuera de los márgenes que se indican.

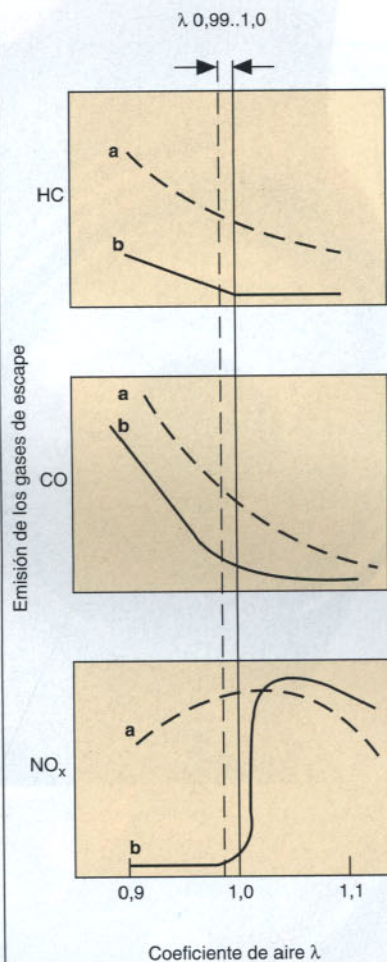
El catalizador de tres vías con regulación en bucle cerrado, necesita una proporción muy cercana a la estequiométrica, por lo que el factor " $\lambda$ " será muy próximo a 1. El oxígeno residual de la combustión será muy bajo, ya que se consume prácticamente todo tras el paso por el catalizador. Los niveles de gases tóxicos serán también muy bajos, mientras que el nivel de CO<sub>2</sub> será superior al de un vehículo sin catalizador.

Con el catalizador en buen estado los valores deben ser parecidos a los siguientes:

- CO < 0,2 %
- HC < 50 ppm
- O<sub>2</sub> < 0,2 %
- CO<sub>2</sub> > 13 %
- Factor  $\lambda$  = entre 0,99 y 1

A continuación se describen algunos resultados típicos correspondientes a medidas realizadas en vehículos con las anomalías de funcionamiento más comunes:

Efectividad del tratamiento catalítico ulterior de los gases de escape con regulación Lambda.



HC hidrocarburos, CO monóxido de carbono, NO<sub>x</sub> óxidos de nitrógeno.  
Margen óptimo de ajuste de mezcla:  
 $\lambda = 0,99... 1,0$ . Contenido de elementos contaminantes  
a: sin tratamiento  
b: con tratamiento

Niveles de gases tóxicos a la entrada y salida del catalizador.

## Caso 1:

- CO entre 0,2 % y 0,3 %
- HC entre 50 ppm y 100 ppm
- O<sub>2</sub> > 0,2 %

Factor  $\lambda$  entre 0,99 y 1

En este caso vemos un aumento de las emisiones de CO y HC, lo que en principio podría indicar mezcla rica en exceso, pero al ver el valor de O<sub>2</sub>, ligeramente alto, y estar el factor " $\lambda$ " dentro de lo normal, estaríamos ante un catalizador con síntomas de desgaste.

## Caso 2:

- CO entre 0,3 % y 0,8 %
- HC entre 100 ppm y 200 ppm
- O<sub>2</sub> > 0,2 %

Factor  $\lambda$  entre 0,99 y 1

Este caso es similar al anterior, pero aquí, a la vista de los valores de HC y CO, estaríamos ante un vehículo con el catalizador agotado. Este extremo se podría confirmar si, al medir los gases antes de pasar por el catalizador obtenemos los mismos valores.

**Los gases tóxicos son apenas un 1% del total de emisiones de escape de un automóvil.**

## Caso 3:

- CO > 0,8 %
- HC > 200 ppm
- Factor  $\lambda$  < 0,99

El motor se encuentra aquí claramente desplazado hacia mezcla rica. El desajuste es tan grande que hasta que no se corrija el defecto que lo causa no se podrá hacer una diagnosis correcta del catalizador. En estas condiciones el catalizador solamente reduce los NO<sub>x</sub>.

## PRECAUCIONES EN VEHÍCULOS CATALIZADOS

- ☞ No repostar nunca gasolina con plomo.
- ☞ No arrancar el vehículo empujándolo, sobre todo si el catalizador está caliente.
- ☞ Revisar periódicamente el vehículo, sobre todo el sistema de encendido.
- ☞ No dejar que se vacíe por completo el depósito de combustible, ya que las falsas explosiones provocan un fuerte aumento de temperatura en el catalizador.
- ☞ No superar el nivel máximo de aceite en el cárter.
- ☞ Corregir el consumo excesivo de aceite (más de 1 litro cada 1000 km).