



INFORME Y TESTS SOBRE LOS EFECTOS DE XMILE EN VEHÍCULOS A MOTOR DIESEL

MADRID - ESPAÑA

Fecha.....: viernes, 28 de diciembre de 2018

1.- Objeto del informe

El presente informe responde a las necesidades de caracterizar las emisiones, el consumo y el estado mecánico de un vehículo durante su utilización consumiendo combustible aditivado con XMILE, y su comparación respecto a un estado inicial sin XMILE.

2.- Objeto de las pruebas

El objeto de las distintas pruebas que integran este informe es el de analizar los diferentes parámetros de funcionamiento del vehículo antes de su empleo con combustible aditivado, sus emisiones, el consumo de combustible y el estado de la línea de escape en algunos puntos.

Posteriormente se ha hecho una utilización del vehículo empleando el aditivo XMILE, con el objetivo de extraer conclusiones a partir de esto.

2.0 Programa de pruebas a realizar:

Se han realizado pruebas que permiten caracterizar el funcionamiento y las emisiones de los vehículos, para ello se han realizado pruebas de potencia, consumo, y de emisiones contaminantes.

3.- Identificación y descripción de los vehículos

El vehículo testado ha sido el siguiente:

Ford Kuga 5139JFM, equipado con motor Diesel Euro VI

Ficha ITV del vehículo espécimen

B Nº de Serie: 3677283

Matrícula	Certificado Nº	Código	Descripción	Código	Descripción
5139JFM EB3393	15030016	G	1614	M.1	2690
		F.1	2250	M.4	-
		F.1.1	1200/1150	L	274
		F.1.2	-	L.0	-
		F.2	2250	L.1	1 - EJE 1
		F.2.1	1200/1150	L.2	4/235/45R19 89V
		F.3	3750	P.5.1	PSA/FORD
		F.3.1	3750	P.5	XRNA
		O.1	1500	P.3	M/D
		O.1.1	-	P.1	1997
		O.1.2	-	P.1.1	4 - EN LÍNEA
		O.1.3	1500	P.2	88
		O.1.4	750	P.2.1	13.3
		F.4	1713	S.1	5
		F.5	1038	S.2	-
		F.6	4524	U.1	71
		F.7	1589	U.2	2625
		F.7.1	1570	V.7	120
		F.8	-	V.9	EURO 6W

El abajo firmante, legalmente autorizado por FORD ESPAÑA, S.L., certifica que el vehículo cuyas características se reseñan es completamente conforme con el número de homologación.

Observaciones: CAJA DE CAMBIOS MANUAL
 VALOR MÁXIMO: F.7: 1574; F.7.1: 1575

Firma autorizada Registro de fabricantes y firmas autorizadas

Fecha de emisión: 21/04/2015

Opciones incluidas en la homologación de tipo:
 NEUMÁTICOS ALTERNATIVOS
 235/50 R18 97V
 235/55 R17 98V
 215/65 R16 970
 235/65 R17 980
 235/60 R16 970 W.6

4.- Programa de pruebas

El programa tiene como objetivo fundamental caracterizar el funcionamiento de un vehículo bajo unas condiciones de uso controladas durante un periodo de tiempo representativo, y la única variable que ha cambiado ha sido la adición de XMILE al combustible.

Trabajando con esas premisas, se ha procurado que la mayor parte de los repostajes se realicen en el mismo punto de suministro de combustible. El vehículo se ha conducido siempre por el mismo conductor, para asegurar unos hábitos de conducción estables.

El programa se ha desarrollado en dos partes, la primera con combustible que no contenía X-MILE, y la segunda parte del programa con combustible aditivado con XMILE.

Las pruebas realizadas para las dos partes del programa, han sido las siguientes:

- Análisis e inspección de sistemas de escape del vehículo, válvula EGR.
- Control empírico del consumo de combustible.
- Ensayo de emisiones mediante tecnología acreditada bajo ISO17025.

Se han realizado un total de 5 ensayos de emisiones para caracterizar la evolución de las emisiones, entre cada dos ensayos se han realizado un mínimo de 3 repostajes de combustible aditivado. Para que la evolución de los efectos del uso del aditivo fuese significativa sobre el motor y sus sistemas.

4.1 Análisis e inspección de sistemas de escape del vehículo

Efectos de XMILE sobre los sistemas de escape del vehículo:

El objetivo de esta prueba es el de determinar los efectos del uso de un combustible aditivado con X-MILE en algunos elementos del motor.

El sistema de escape de los motores actuales cuenta con una válvula (EGR), que se encarga de conducir parte del flujo de gases de escape a la admisión del vehículo, el acrónimo EGR significa (exhaust gas recirculation).

Con la entrada de gases de escape en los cilindros se reduce la proporción de aire fresco y con ello la entrada de Nitrógeno presente en el aire de manera natural, con lo que se reduce la generación de óxidos de nitrógeno.

La EGR es mandada por la unidad de control del motor. Su funcionamiento y activación depende de varios parámetros, como carga del motor, temperatura ambiente, posición del acelerador.

Por la EGR pasa gran cantidad de flujo de gases de escape, y por ello puede ser un claro indicativo del proceso de la combustión que tiene lugar en el motor.

Comprobaciones iniciales, antes de empezar a usar XMILE:

Se realizó el desmontaje del conducto de la válvula de recirculación de gases (EGR), que puede ser utilizado como testigo de la obstrucción y suciedad acumulada en un motor con alto kilometraje.



Desmontaje de elementos del escape



Desmontaje y revision EGR

Tras llegar hasta el conducto de la válvula EGR, se pudo medir el diámetro libre que queda como consecuencia del hollín acumulado. El diámetro interior libre era de 25,44mm.

Comprobaciones finales, después de usar XMILE:

Después de la utilización del vehículo durante unos cinco meses y 16501km, se ha procedido al desmontaje de las mismas piezas que habían sido revisadas al comienzo del programa de pruebas.



Desmontaje de elementos del escape, medición del diámetro del conducto

Los conductos, siguen teniendo hollín como es lógico por la función que desempeñan de conducir parte de los gases del sistema de escape.

Si bien se observa un aumento del diámetro libre, de 26,10mm respecto a los 25,4mm que había al comienzo del programa.

Podemos entonces concluir que en los conductos de escape ha habido una reducción del hollín presente en los conductos. No siendo habitual una autolimpieza de los conductos por el propio funcionamiento del motor.

Por tanto, inferimos el efecto positivo que el uso de combustible aditivado con XMILE, ha tenido en la limpieza del motor.

4.2 Control empírico del consumo de combustible

Caracterización del consumo del vehículo y su variación con XMILE:

La medición del consumo de combustible de forma empírica en unas condiciones controladas, nos ofrece datos relevantes para su posterior análisis.

La mayor parte de los repostajes del vehículo se efectuaron en el mismo surtidor, en el mismo boquedel y para mantener las condiciones de medición del suministro, así como la homogeneidad del combustible.

Para evitar cualquier dispersión que podrían ser introducida en otro caso. El llenado en todos los casos se efectuó hasta el primer click del sistema de llenado, evitando que entrase combustible adicional.

Para obtener una mayor estabilidad de datos en el tiempo se eligió un vehículo (Ford Kuga 5139 JFM) que iba a ser conducido por un único conductor, que mantendría sus hábitos de conducción en todo momento, y que el 90% de los trayectos eran recurrentes, en un circuito Collado-Villalba / Móstoles (96km/día aprox.).



Caracterización inicial del consumo medio del vehículo:

Durante un periodo de veinte días y 2.126km recorridos. Se analizó el consumo necesario para cubrir la distancia recorrida por el vehículo, situándose en un valor medio para este periodo de 6,47l/100km

Dosificación de X-MILE en los repostajes:

Para tener un mayor control de la dosificación de X-MILE respecto del combustible repostado, se procedió a una inyección manual de X-MILE en cada repostaje, por medio de jeringuilla.

Se empleó la concentración recomendada por el fabricante, de 1:10000, con lo cual se necesitan 5ml para cada 50l.

Para asegurar las condiciones de X-MILE, el envase que contenía el producto se ha mantenido en todo momento en un lugar fresco y oscuro.



Adición de XMILE al depósito de combustible

Caracterización del consumo de combustible aditivado con XMILE:

Tras consumir combustible aditivado con X-MILE, podemos distinguir tres fases, que denominamos:

- Fase primera, de incremento de consumo
- Fase segunda, de estabilización de consumo
- Fase tercera, descenso y estabilización de consumo

Consumo de combustible en la primera fase de utilización de XMILE:

Se comenzó a repostar combustible aditivado con XMILE, cuando el vehículo tenía 107.632km, estimamos que esta primera etapa concluyó aproximadamente tras el repostaje con 110.511km, en este periodo el consumo hasta 7,46 l/100km.

Kilometros	litros repostados	Consumo medio
108140	45,00	8,86
108939	52,35	6,55
109882	61,00	6,47
110511	50,00	7,95
Consumo medio del periodo:		7,46

Durante esta primera etapa, comienzan a notarse los efectos del aditivo en la utilización del vehículo, según información del fabricante de XMILE, este inicial incremento del consumo es habitual.

Consumo de combustible en la segunda fase de utilización de XMILE:

Tras los picos de consumo registrados, se produjo una estabilización del consumo oscilando entre 6,64l/100km y 6,70l/100km, esta estabilización en estos valores se empezó a observar tras el repostaje con 115.307km.

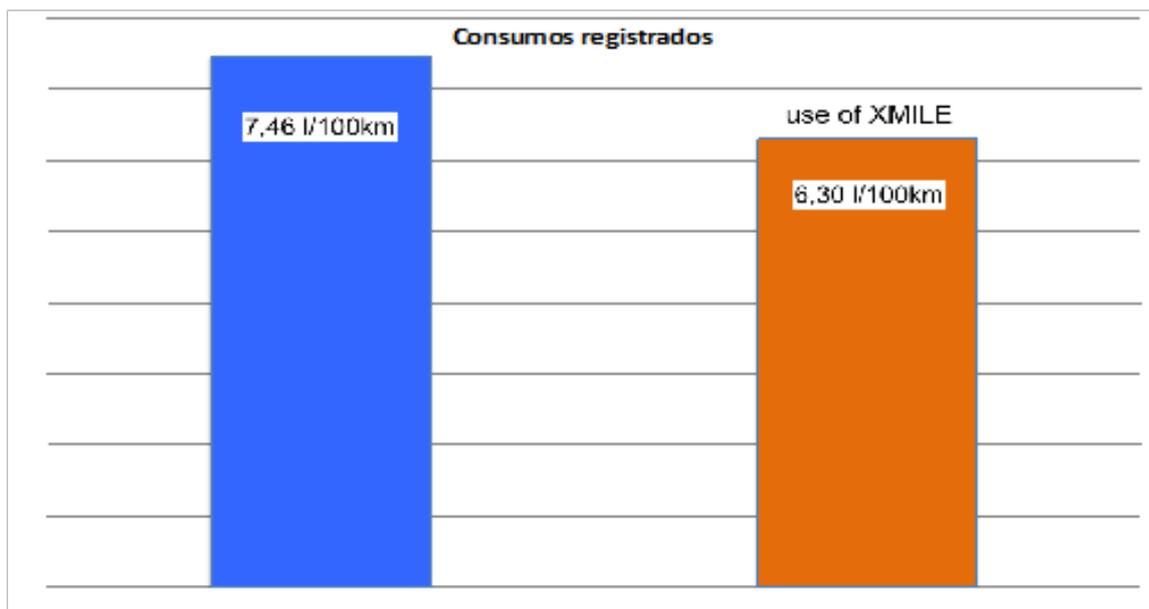
Consumo de combustible en la tercera fase de utilización de XMILE:

Por último, comenzaron a registrarse consumos más bajos, en concreto, se empezaron a observar tras los repostajes con 120.008km. Los consumos medios se situaron entorno de los 6,30l/100km.

Kilometros	litros repostados	Consumo medio
120008	56,06	6,06
120894	55,6	6,28
121764	57,19	6,57
Consumo medio del periodo:		6,30

Como conclusión tras la evolución del consumo de combustible:

Tras la utilización del vehículo con combustible aditivado de XMILE, se observa que los valores medios de consumo se pueden reducir en un 15,5%



Gráfica con la evolución de los consumos medios

4.3. Caracterización de las emisiones del vehículo, sin y con XMILE:

Para caracterizar las emisiones reales del vehículo espécimen, se ha utilizado la técnica de espectrometría óptica, por parte del laboratorio Opus Remote Sensing Europe (OPUS RSE).

OPUS RSE es el único laboratorio acreditado ENAC según ISO 17025 con Número de Expediente 1035 / LE2117 que, de acuerdo a su Procedimiento Técnico (PT - 01), puede llevar a cabo mediciones de tráfico de forma remota bajo esta norma.

El proceso se ha desarrollado en los siguientes pasos:

1. Recopilación de información empírica "in situ" del tráfico rodado en el emplazamiento.
2. Análisis de los datos recogidos y transformación a unidades significativas (g/km).
3. Análisis estadístico de los datos para poder comparar las emisiones reales con la normativa vigente.

Prueba inicial de emisiones al vehículo espécimen:

Las emisiones de este vehículo fueron medidas por primera vez en diciembre de 2017, antes de empezar a utilizar el vehículo con combustible aditivado de XMILE.

Se concluyó entonces que las emisiones de NOx eran 15 veces su norma Euro, mientras que las emisiones de partículas (PM) eran 8 veces superiores a su límite Euro.



Emplazamiento para ensayos con pendiente positiva 0,7°

2º Ensayo:

Posteriormente, el día 3 de abril, se realizó el primer ensayo al vehículo tras el uso del vehículo durante 1500kms

Con combustible aditivado, se midieron sus emisiones. En esta segunda ocasión se observó lo siguiente:

- Que las emisiones en CO y NOx se habían mantenido iguales que antes.
- Que las emisiones de PM habían descendido un 65%.
- Que las emisiones de hidrocarburos, que en diciembre se consideraban nulas al ser inferiores la precisión del equipo, habían aumentado y superaban ahora el doble de lo permitido en normativa.

3º Ensayo:

Se realizó un tercer ensayo ensayo el 9 de mayo de 2018, el vehículo había sido repostado regularmente con combustible aditivado con XMILE en las concentraciones recomendadas por el fabricante. El biocatalizador ha estado más tiempo presente en el vehículo, ya que hasta el momento ha recorrido 3.606km, habiendo mejorado las emisiones de todos los contaminantes:

- Las emisiones en CO se han mantenido muy bajas.
- Las emisiones en HC han descendido un 26% respecto a abril, aunque aún son superiores a la norma Euro.
- Las emisiones de NOx han descendido un 22% respecto a abril, aunque aún son muy superiores a la norma Euro.
- Las emisiones de PM han descendido un 40% frente a abril o un 79%, aunque aún son superiores a la norma Euro.

Emisiones medias reales (g/km)					
Matrícula	VSP	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	PM (g/km)
5139JFM	5,799	0,0130	0,0513	0,9394	0,0088



Equipos de ensayo instalados

4º Ensayo:

Se realiza un cuarto ensayo el 5 de junio de 2018 después de la utilización durante un tercer periodo del vehículo con combustible aditivado con biocatalizador al vehículo:

- Las emisiones en CO se han mantenido muy bajas y las de NOx apenas han aumentado respecto a mayo, 2018.
- Las emisiones en HC han aumentado considerablemente, un 226% respecto a mayo, 2018.
- Las emisiones de PM se han incrementado un 52% respecto a mayo, 2018. Sin embargo, su tendencia general en comparación con anteriores mediciones es a disminuir.



Vehículo espécimen durante la prueba, Ford Kuga 5139 JFM

5º Ensayo:

Por último, se realiza un quinto ensayo el 28 de junio de 2018 después de circular el vehículo por cuarto periodo consecutivo, antes de la prueba se había circulado con el coche durante 1.756 km con combustible aditivado:

- Las emisiones en CO se han multiplicado por 8 respecto a la prueba anterior del 5 de junio, pero aun así son valores muy muy inferiores al límite de la norma Euro.
 - Las emisiones de NOx han aumentado un 7% respecto a la prueba anterior del 5 de junio, por lo que siguen siendo muy superiores al límite de la norma Euro.
- La tendencia histórica es que las emisiones se mantienen bastante similares.
- Las emisiones en HC se han reducido un 58% respecto a la prueba anterior del 5 de junio. Las emisiones de HC en esta ocasión siguen la tendencia de las otras dos pruebas anteriores.
 - Las emisiones de PM se han incrementado un 6% a la prueba anterior del 5 de junio. Sin embargo, su tendencia general es similar a la de las otras tres pruebas

Comparación de las emisiones

	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	PM (g/km)
Límite EURO 6	0,500	0,030	0,080	0,005
Emisiones promedio diciembre 2017	0,014	0,000	1,190	0,042
Emisiones promedio abril 2018	0,000	0,069	1,207	0,015
Emisiones promedio mayo 2018	0,013	0,051	0,939	0,009
Emisiones promedio 5 junio 2018	0,013	0,167	0,994	0,013
Emisiones promedio 28 junio 2018	0,102	0,071	1,061	0,014

Las emisiones de NOx han subido ligeramente en las tres últimas ocasiones. Las emisiones de hidrocarburos y CO son menos estables con la carga de motor, encontrando picos y caídas acusadas, especialmente a cargas de motor más elevadas. En este último test se aprecia un aumento de las emisiones en CO.

Como conclusión tras el ciclo de ensayos de emisiones:

Las gráficas muestran el descenso generalizado de las emisiones de PM (partículas) y NOx respecto a diciembre de 2017 en todo el rango de carga de motor medido. La tendencia general es a la baja o a mantenerse

La reducción media de los valores de NOx es del 20% y del 70% para las PM respecto a la caracterización inicial del vehículo utilizando sólo combustible convencional, acercándose en ambos casos a los límites impuestos por la normativa Euro 6.

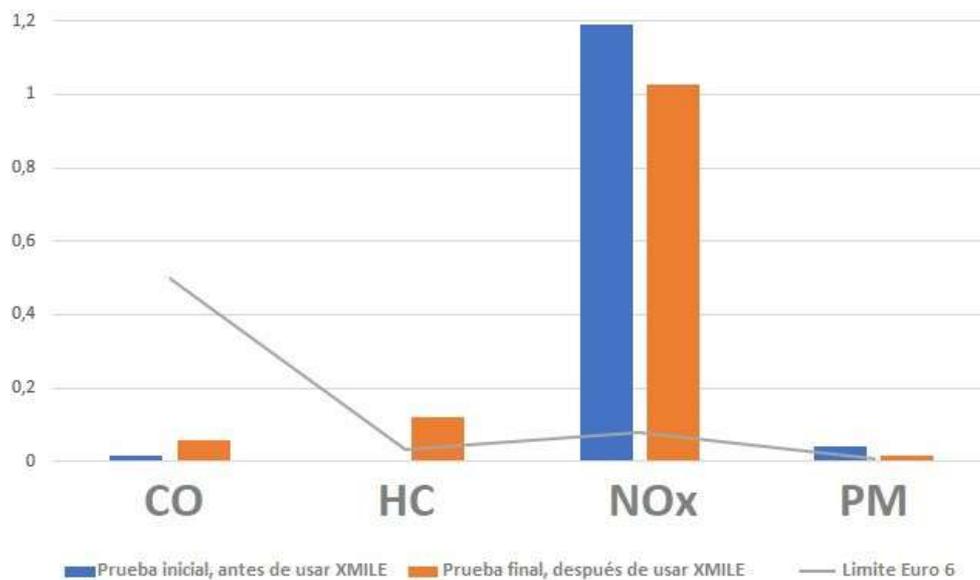
5.- Conclusiones

Tras el análisis de los resultados que nos dan las pruebas realizadas llegamos a las siguientes conclusiones:

Conclusión final tras el empleo repetido de combustible aditivado con XMILE*:

- En los sistemas de escape se aprecia una reducción del hollín de los conductos, del 5%.
- Las emisiones de gases, concretamente NOx y partículas diesel PM, sufren una reducción considerable, del **20%** y del **70%** respectivamente frente a los valores de origen del vehículo.
- El consumo de combustible puede verse reducido (>10%) tras el uso continuo con XMILE.

*con una utilización del vehículo con combustible aditivado durante 16500km.



Realizado por/ Carried out by,

Vº Bº / Approved by

Manuel Núñez
Ingeniero de ensayos

Antonio Alcocer
Director técnico

ANEXOS

Anexo 1.0 Información sobre los NOx

¿Qué son los NOx?

Los óxidos de nitrógeno son un grupo de gases compuestos por óxido nítrico (NO) y dióxido de nitrógeno (NO₂). El término NO_x se refiere a la combinación de ambas sustancias.

Tanto el oxígeno como el nitrógeno son gases inocuos que están presentes en el aire que respiramos, el problema es cuando se combinan.

Según sea la reacción química en la que se juntan las moléculas de oxígeno y las de nitrógeno pueden surgir varios compuestos N₂O, N₂O₃, NO₂, NO, N₂O₅... Todos estos compuestos se engloban dentro de los NOx.

En los motores de combustión, la mayoría de los NOx que se producen son en realidad dióxidos de nitrógeno (NO₂) **que es un gas muy peligroso para la salud**. Además de que es irritante en sí mismo, si se combina con hidrógeno (que también está presente en el aire y en el agua de nuestras células) se transforma en ácido nítrico, y respirar ácido no es bueno.

Se ha hecho referencia a las propiedades, efectos sobre la salud y el medio ambiente del dióxido de nitrógeno, ya que es el contaminante principal de los NOx.

La razón de simplificar englobando a todos los compuestos bajo NOx tiene mucho sentido. Hablamos de compuestos altamente contaminantes generados por la mano del hombre, y no producidos (como por ejemplo el CO₂) por procesos naturales, generalmente por procesos de combustión, como el que tiene lugar en los motores de combustión interna de los vehículos o en las calderas de las calefacciones de nuestros hogares.

Esas combustiones generan primordialmente la emisión de NO, que a partir de otros procesos se oxida y se transforma en NO₂ y NO₃. Estos compuestos, tras atravesar otros procesos, también son precursores de otros contaminantes como el ozono.

El dióxido de nitrógeno es el principal contaminante de los óxidos de nitrógeno, y se forma como subproducto en todas las combustiones llevadas a cabo a altas temperaturas. Se trata de una sustancia de color amarillento, que se forma en los procesos de combustión en los vehículos motorizados y las plantas eléctricas. Es un gas tóxico, irritante y precursor de la formación de partículas de nitrato, que conllevan la producción de ácidos y elevados niveles de PM_{2.5} en el ambiente. Presenta buena solubilidad en agua, reaccionando y formando ácido nítrico (HNO₃) según la siguiente reacción: $\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{HNO}_3 + \text{NO}$.

Propiedades físicas de los óxidos de nitrógeno.

- Fórmula química: NO₂
- Masa molecular: 46.01 g/mol
- Punto de ebullición: 21.2° C
- Punto de fusión: -11.2° C

- Densidad relativa del líquido (agua = 1g/ml): 1.45
- Solubilidad en agua: Buena.
- Temperatura crítica: 158° C
- Presión de vapor : (KPa a 20° C): 96
- Densidad relativa del gas (aire = 1g/ml): 1.58

Efectos sobre la salud humana y el medio ambiente.

Es una sustancia corrosiva para la piel y el tracto respiratorio, provocando enrojecimiento y quemaduras cutáneas graves.

La inhalación en elevadas concentraciones y durante un corto periodo de tiempo, puede originar un edema pulmonar cuyos efectos no se observan hasta pasadas unas horas, agravándose con el esfuerzo físico. Una exposición prolongada puede afectar al sistema inmune y al pulmón, dando lugar a una menor resistencia frente a infecciones y causar cambios irreversibles en el tejido pulmonar.

Con respecto a los impactos producidos en el medio ambiente, se trata de una sustancia que tiene una gran trascendencia en la formación del smog fotoquímico, ya que al combinarse con otros contaminantes atmosféricos (por ejemplo los COVDM) influye en las reacciones de formación de ozono en la superficie de la tierra.

Por otra parte el NO₂ se forma a partir de la oxidación del óxido nítrico (NO), y tiene una vida corta en la atmósfera ya que se oxida rápidamente a nitratos (NO₃⁻) o a HNO₃ (ácido nítrico). En este último caso, se produce el fenómeno de la lluvia ácida que consiste en la reacción de los nitratos (NO₃) con la humedad existente en el ambiente, dando lugar a ácido nítrico (HNO₃), que precipita causando grandes destrozos en los bosques y la acidificación de las aguas superficiales.

2. ¿Qué consecuencias tienen para la salud?

Son especialmente dañinos para niños, ancianos y enfermos crónicos, generando y agravando enfermedades respiratorias, oculares y cerebro-vasculares.

En sus Guías de Calidad del Aire, la Organización Mundial de la Salud (OMS) alerta de las graves consecuencias que una concentración muy elevada de dióxido de nitrógeno tiene para nuestra salud. La propia OMS reconoce que no existe una base sólida para hallar efectos directos de una exposición prolongada a estos contaminantes, aunque existen pruebas que generan preocupación. Algunos estudios epidemiológicos habrían demostrado que los síntomas de la bronquitis en niños asmáticos aumentan en asociación con la concentración anual de NO₂, y que el menor aumento de la función pulmonar de los niños está vinculado a concentraciones elevadas de NO₂.

Está demostrado también que la exposición de corta duración a altas concentraciones de NO_x ya puede generar efectos muy nocivos para la salud, como la irritación de los sistemas respiratorio y ocular, y el agravamiento, o incluso aparición, de enfermedades respiratorias crónicas y cerebro-vasculares.

Los niños, los ancianos, y las personas con problemas de salud (como asma, enfermedades del corazón y pulmonares) serían los más afectados por las altas concentraciones de NO_x.

Los NOx también contribuyen a la acidificación del agua, al fenómeno conocido como lluvia ácida.

Fuente: ECHA (European CHemicals Agency) y otras

- **Cómo se producen los NOx en el motor**

Un motor para su funcionamiento precisa de un combustible (Gasoil ó gasolina) y un comburente (Oxígeno), para transformar la energía contenida en el combustible en potencia, es necesario que se produzca una combustión para la que se precisa oxígeno y que llegue contenido del caudal de aire.

El aire está compuesto básicamente por dos gases: nitrógeno (N₂) y oxígeno (O₂). En un volumen determinado de aire se encuentra una proporción de nitrógeno (N₂) del 79 % mientras que el contenido de oxígeno es aproximadamente de un 21 %.

El nitrógeno durante la combustión, en principio, no se combina con nada y tal como entra en el cilindro es expulsado al exterior sin modificación alguna, excepto en pequeñas cantidades, para formar óxidos de nitrógeno (NOx). El oxígeno es el elemento indispensable para producir la combustión de la mezcla.

La combustión de los motores diésel es el lugar perfecto para maximizar la generación de NOx. Las condiciones de temperatura y presión bajo las que trabaja un motor diésel hacen que la emisión de NOx en estos sea muy superior a la emitida por los motores de gasolina. Un estudio realizado por el Ayuntamiento de Madrid en 2009 llegaba a la conclusión de que los turismos diésel emitían, de media, 3 veces más NOx y concretamente 29 veces más NO₂ por kilómetro recorrido que un turismo de gasolina.

Las medidas destinadas a reducir el consumo de combustible suelen conducir lamentablemente a un ascenso de las concentraciones de óxidos nítricos en los gases de escape, porque una combustión más eficaz produce temperaturas más altas. Estas altas temperaturas generan a su vez una mayor emisión de óxidos nítricos.

- **Medidas tendentes a la reducción del NOx**

Para vencer a los NOx, o al menos atenuar drásticamente su concentración, lo suficiente para superar las normativas de emisiones futuras, los fabricantes emplearon diferentes soluciones basadas en pretratamientos, post-tratamientos, modificación de la combustión y del proceso. En general cada fabricante ha buscado la solución más rentable para alcanzar los objetivos impuestos por la normativa de homologación.

Algunos fabricantes japoneses han conseguido algunos de los resultados más satisfactorios mejorando la calidad de la combustión de sus motores diésel modernos (se recomienda leer acerca de la tecnología SKYACTIV de MAZDA). Algunos motores de baja cilindrada han conseguido superar la normativa Euro VI mediante catalizadores que literalmente atrapan las moléculas de NO y NO₂ y las absorben como si de una esponja se tratase. Una esponja que cuando está llena ha de purgarse, o regenerarse. De ahí que estos sistemas se conozcan como NOx trap, o trampa de NOx.

Otra de las soluciones es la de los sistemas de tipo AdBlue. Requieren la instalación de un dispositivo adicional, y el consumo de una solución acuosa de urea (denominada comercialmente como AdBlue), con la cual se consigue reducir drásticamente la emisión de NOx. Evidentemente, esta técnica aumenta la complejidad del motor, exige un mantenimiento y requiere recargas periódicas del aditivo.

Dispositivos para la reducción de la emisión de NOx:

EGR (Exhaust gas recirculation) - válvula de recirculación de los gases de escape

En los gases de escape de los motores diesel nos encontramos con los siguientes contaminantes:

- HC (hidrocarburos)
- CO (óxido de carbono)
- PM (partículas)
- NOx (óxidos de nitrógeno)

De los tres primeros contaminantes se encarga de reducirlos el catalizador de oxidación.

El óxido de nitrógeno no se ve afectado por la instalación de un catalizador por lo que dicho contaminante hay que tratarlo antes de que llegue al escape. Esta es la razón por la que se utiliza el sistema EGR en los motores.

Para reducir las emisiones de gases de escape, principalmente el óxido de nitrógeno (NOx), se utiliza el Sistema EGR que reenvía una parte de los gases de escape al colector de admisión, con ello se consigue que descienda el contenido de oxígeno en el aire de admisión que provoca un descenso en la temperatura de combustión que a su vez reduce el óxido de nitrógeno (Nox).

Sin embargo hay que precisar que la emisión de óxidos de nitrógeno (NOx) en los motores Diesel solamente es posible reducirla por este método alrededor de un 50% y para mayores tasas de reducción debe recurrirse a otros sistemas, como el empleo de catalizadores.

En el caso de los motores diesel disminuye además la formación de partículas de hollín en alrededor de un 10%.

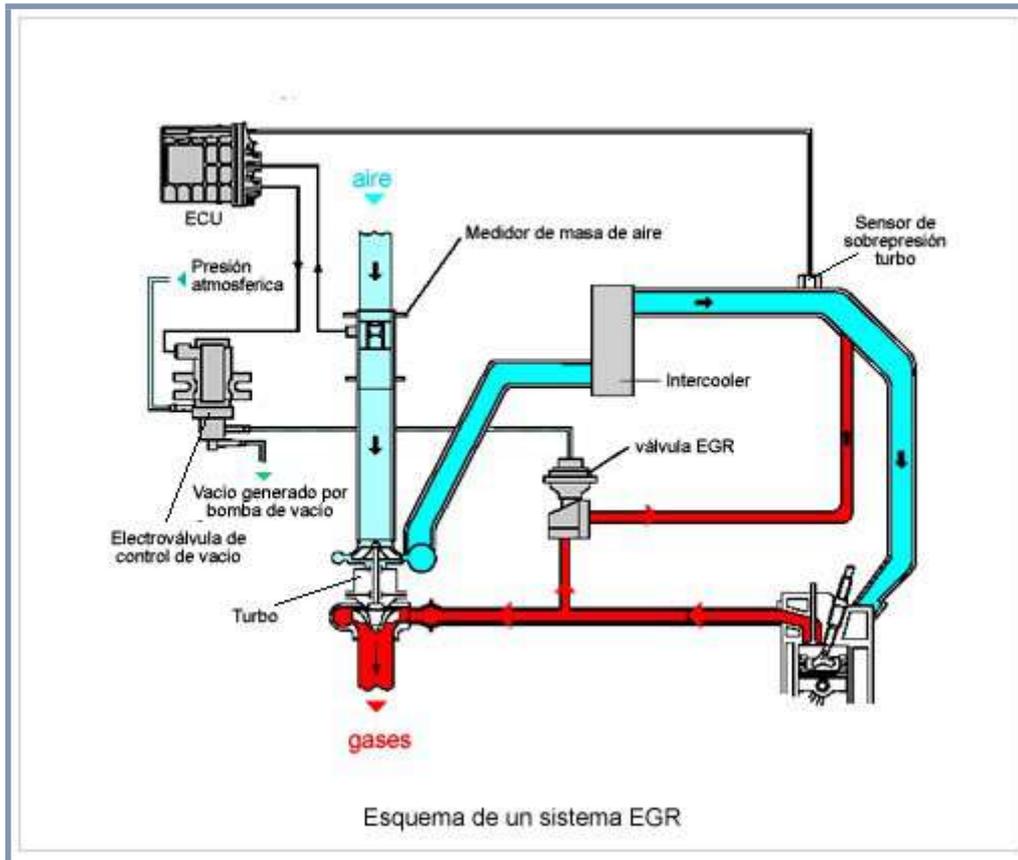
Un exceso de gases de escape en el colector de admisión, aumentaría la emisión de carbonilla.

Cuándo funciona la EGR?

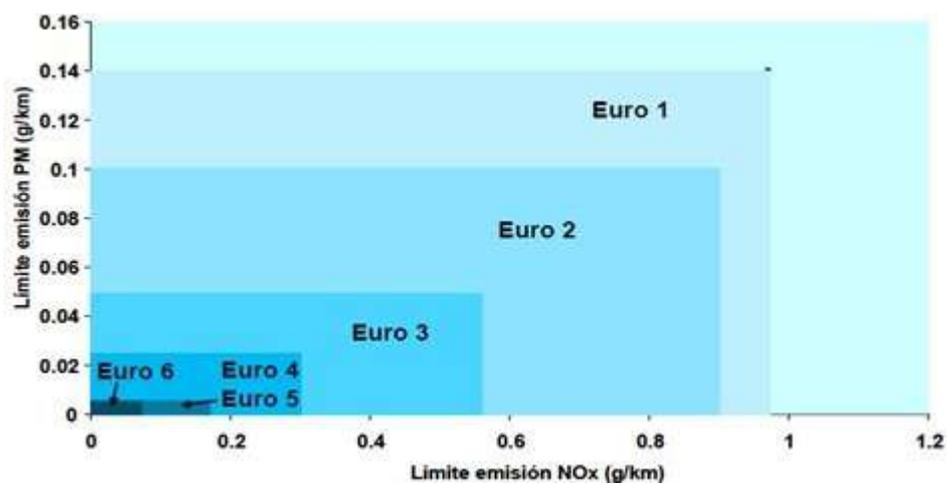
El sistema EGR y la cantidad de gases de escape que deben ser enviados al colector de admisión, es calculado por la Unidad de control, teniendo en cuenta:

- Régimen de giro del motor (R.P.M.)
- Caudal de combustible inyectado
- Caudal de aire aspirado
- Temperatura del motor
- Presión atmosférica reinante.

Normalmente el sistema EGR solamente esta activado a una carga parcial y temperatura normal del motor, nunca con el motor frío o en aceleraciones.



Esquema funcionamiento sistema EGR



Representación gráfica evolución límites norma Euro I – VI

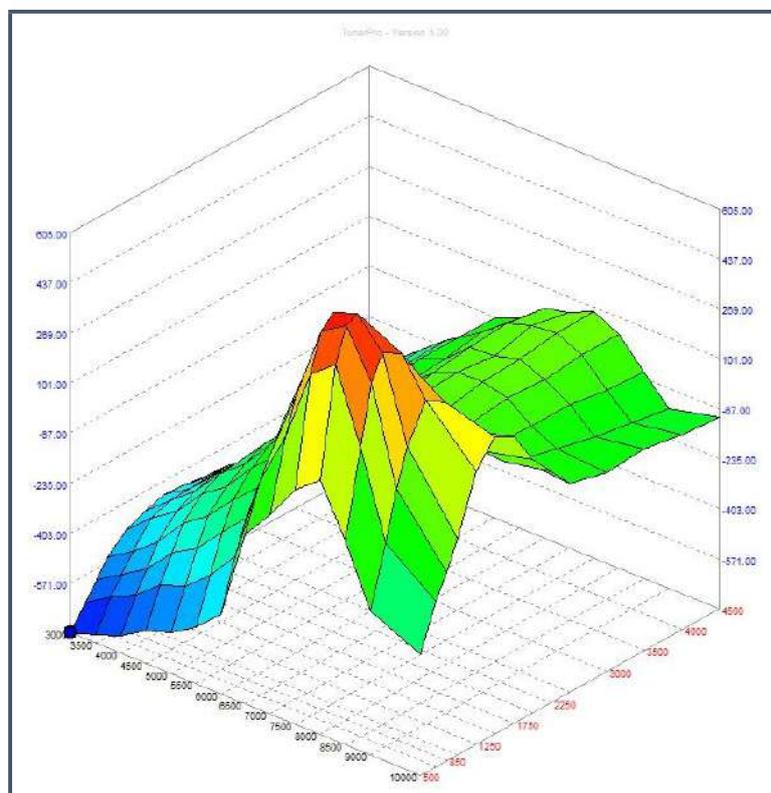
Anexo 2.0 Descripción de la curva de par y potencia

La curva de par y potencia de un motor es la herramienta que nos permite ver la eficacia de funcionamiento del motor a la hora de convertir la energía contenida en el combustible en potencia que se transmite a la rueda, también es el resultado del funcionamiento de los sistemas que controlan el motor a través del software de control y de los actuadores que controlan los sistemas de alimentación, escape y dinámica del vehículo.

Son cruciales en el funcionamiento del motor los sistemas de alimentación de combustible, ya que de acuerdo a las necesidades de instantáneas y en función de las estrategias de funcionamiento definida por el fabricante, proporcionar los niveles de potencia demandados dentro de los límites normativos en cuanto a emisiones.

Los sistemas, válvulas y actuadores en cada caso se activan para controlar la emisión de contaminantes, para ello se dispone la recirculación de gases de escape que a través de la válvula EGR permite la recirculación parcial de gases del escape que al entrar de nuevo a la cámara de combustión reduce la temperatura de la combustión dentro de la cámara de y con ello se consigue una emisión menor de NOx en modos de funcionamiento en los que la exigencia de potencia es alta.

Las unidades de control suministran las cantidades de combustible en través de mapas de funcionamiento en los que los calculadores del motor establecen cuanto combustible y en qué momento es necesario que se suministre al motor a través de los inyectores y en concreto cuál de las inyecciones si es en una inyección previa, en la principal en las post inyecciones, y esto se calcula partir de las condiciones ambientales, exigencias del conductor (pedal del acelerador), temperatura de funcionamiento del motor, régimen de giro instantáneo del motor, etc...



Foto, imagen de un mapa de funcionamiento genérico para un motor.