



Comisión  
Nacional  
de Energía

Dirección de Hidrocarburos

# **ESTUDIO SOBRE LAS EMISIONES DERIVADAS DEL CONSUMO DE CARBURANTES EN EL TRANSPORTE POR CARRETERA EN ESPAÑA**

Abril 2013

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>RESUMEN EJECUTIVO</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>DEFINICIONES DE LAS EMISIONES CONTAMINANTES</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>METODOLOGÍA DE ESTIMACIÓN DE EMISIONES</b>	<b>6</b>
5.1	Descripción del algoritmo de estimación de emisiones	7
5.2	Cálculo del consumo de carburante de cada categoría de vehículo ( $FC_{j,m}$ )	8
5.2.1	Composición de vehículos en el parque nacional.	8
5.2.2	Consumo medio por distancia	9
5.2.3	Intensidad en el uso de las categorías de vehículos	9
5.2.4	Asignación del consumo nacional por tipo de vehículo	10
5.3	Factores de emisión ( $EF_{i,j,m}$ )	10
5.4	Factores de emisión de los carburantes no convencionales	11
<b>6</b>	<b>PRINCIPALES RESULTADOS</b>	<b>14</b>
6.1	Evolución de las emisiones de CO <sub>2</sub> y otras emisiones GEI	14
6.2	Evolución de las emisiones de gases precursores del ozono troposférico	18
6.3	Evolución de los contaminantes acidificantes	21
<b>7</b>	<b>ESTADÍSTICA CNE SOBRE CONSUMO DE CARBURANTES EN EL TRANSPORTE POR CARRETERA Y SUS EMISIONES</b>	<b>22</b>

## 1 RESUMEN EJECUTIVO

Este estudio tiene como objetivo adelantar el impacto medioambiental del transporte por carretera en España a partir de los datos de consumo de carburantes contenidos en las estadísticas de la CNE. Para calcular los factores de emisiones de los carburantes, se han empleado diversas fuentes de información internas, las guías de referencia de la UE y el Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera, del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Se han analizado los gases más relevantes, bien por su toxicidad o por su impacto medioambiental: se evalúan los gases de efecto invernadero (GEI) más significativos ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$ ), los gases precursores del ozono troposférico ( $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$ , COVNM y  $\text{CH}_4$ ) y los gases contaminantes acidificantes ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{NH}_3$  y el  $\text{SO}_2$ ).

Para la transformación de consumo en emisiones se ha empleado un algoritmo que contempla el tipo de carburante que utiliza cada categoría de vehículo y el factor de emisión específico para cada contaminante.

Los resultados de la estimación muestran un descenso progresivo desde 2007 de todas las emisiones de GEI, que en 2012 alcanzan niveles similares a los de 1999 y 2000. A este descenso contribuyen la caída en el consumo, la incorporación del uso de biocarburantes y la retirada progresiva de vehículos más antiguos por nuevos modelos con menores emisiones.

En cuanto a la evolución de las emisiones de gases precursores del ozono troposférico, se reducen drásticamente desde los 90. La instalación de catalizadores en los vehículos y de sensores que miden la riqueza de la combustión, permiten reducir las emisiones de  $\text{CO}$  y de  $\text{NO}_x$  drásticamente. También los COVNM se reducen tras la instalación obligatoria de catalizadores en 1993 para gasolina y en 1997 para diesel, y la prohibición de la venta de gasolina con plomo en España desde 2001. Desde 2007, se aprecia una mayor intensidad en la caída de las emisiones y alcanzan un mínimo en 2012.

En cuanto los gases contaminantes acidificantes, la evolución de las emisiones de  $\text{SO}_2$  debidas al transporte por carretera, cae vertiginosamente desde 1994 a una tasa promedio anual negativa del -25%, gracias a la mejora de la calidad de los carburantes, que limita su contenido en azufre, que desaparece de gasolinas y gasóleos desde 2009. En 2012, prácticamente desaparecen las emisiones de  $\text{SO}_2$  ligadas al transporte.

Finalmente y como complemento a este estudio, la CNE pone a disposición de los interesados toda la información disponible sobre el consumo de carburantes en el transporte por carretera, así como la estimación de las emisiones analizadas a través de una estadística en formato Excel con datos históricos del consumo de carburantes y sus emisiones, junto con las estimaciones de las mismas para el año 2011 y 2012.

## 2 INTRODUCCIÓN

Con el objetivo de completar la información sobre las emisiones contaminantes en España y fortalecer la transparencia en el sector de la energía, la Comisión Nacional de Energía presenta un estudio con información detallada y periódica sobre los diversos contaminantes atmosféricos ligados a las emisiones de escape en el transporte por carretera, considerando como contaminantes indicadores aquellos que cumplen con la condición de ser abundantes y que tengan efectos conocidos sobre la salud y el medio ambiente.

El impacto medioambiental del transporte por carretera está siendo en los últimos años objeto de amplios estudios por parte de la Comisión Europea, los cuales han culminado recientemente con la publicación de la Estrategia de carburantes limpios el pasado mes de enero. En este documento se propone un ambicioso paquete de medidas dirigido a reducir las emisiones de efecto invernadero (GEI) y otras emisiones contaminantes para el transporte por carretera, pues un 94,8% del consumo se basa en derivados del petróleo y en los últimos años ha constituido el sector que más ha contribuido a aumentar las emisiones contaminantes en Europa.

España no es ajena a esta situación. El transporte por carretera supone el 32% de la energía final total consumida en España y, a pesar de la creciente penetración de biocarburantes en los últimos años, los productos petrolíferos continúan siendo más del 80% de energía empleada en el consumo del transporte por carretera y es responsable del 22,4% del total de emisiones de GEI en España. Además la escasa presencia de otros modos en el transporte en mercancías, ha supuesto un incremento del consumo de carburantes ligado a la actividad económica.

Para llevar a cabo una valoración y un diseño adecuado de las Estrategias de Carburantes Limpios, la disponibilidad de información se constituye como un elemento esencial, para lo cual el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente elabora el Inventario Anual de Emisiones Contaminantes a la Atmósfera. Este Inventario se lleva a cabo para todos los sectores de emisión y se publica con un desfase de dos años, dado la compleja elaboración que garantiza la exactitud de todas las emisiones que más tarde serán empleadas para determinar los acuerdos y compromisos internacionales de España. Desgraciadamente, ello dificulta llevar a cabo un seguimiento continuo y actualizado de la evolución del impacto medioambiental, en particular con relación al consumo de carburantes, muy influido, como se ha mencionado, por el entorno económico.

Para completar la información la Comisión Nacional de Energía ha llevado a cabo un estudio que permite adelantar el impacto medioambiental del transporte por carretera, a partir de los datos de consumo de carburantes que se recopilan y elaboran para configurar las estadísticas que se publican en este

organismo. Ello permitirá actualizar mensualmente la evolución de las emisiones facilitada en los Inventarios a través de estimaciones razonablemente ajustadas empleando las estadísticas de petróleo publicadas en la página web de la CNE.

En este caso, es importante resaltar que los únicos datos oficiales sobre emisiones se corresponden con los del Inventario Anual de Emisiones a la Atmósfera, siendo los analizados a continuación una mera aproximación derivados de estimaciones razonables a partir del consumo de carburantes. En este sentido, el objetivo es ofrecer un indicador avanzado sobre la evolución de las emisiones en los meses más recientes y contribuir a analizar el impacto medioambiental del transporte por carretera en España con un mayor grado de actualización y de detalle.

### 3 FUENTES DE INFORMACIÓN

Para llevar a cabo este estudio se han empleado las siguientes fuentes de información internas y externas:

- a) Datos sobre consumo de productos petrolíferos remitidos a la CNE por la Resolución de 29 de mayo de 2007, de la Dirección General de Política Energética y Minas, y publicados mensualmente en la página web de la CNE.<sup>1</sup>
- b) La “*Emission Inventory Guidebook 2009 (updated May 12)*” (Guía EMEP, en adelante), antiguamente conocida como “*EMEP CORINAIR Emission Inventory Guidebook*”, guía que establece la metodología de referencia en varios países de la Unión Europea para estimar las emisiones a partir de consumos.<sup>2</sup>
- c) El Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera, elaborado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, para ajustar los factores de emisión que propone la Guía EMEP al caso español.<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> [Estadística de productos petrolíferos](#)

<sup>2</sup> <http://www.eea.europa.eu/themes/air/emep-eea-air-pollutant-emission-inventory-guidebook/emep>.

<sup>3</sup> <http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/volumen2.aspx#para0>

#### 4 DEFINICIONES DE LAS EMISIONES CONTAMINANTES

A continuación se describen los contaminantes atmosféricos ligados a las emisiones de escape en el transporte por carretera. Se han analizado los contaminantes acidificantes, precursores del ozono troposférico y gases de efecto invernadero (GEI) más relevantes, bien por su toxicidad o por su impacto medioambiental.

- i) **Gases de Efecto Invernadero (GEI):** El efecto invernadero se presenta cuando la radiación solar que es reflejada por la superficie de la tierra queda atrapada en la atmósfera por gases con actividad radiante, (Gases con Efecto Invernadero-GEI). La energía luminosa del sol -con radiación de longitud de onda corta- que pasa a través de la atmósfera es absorbida por la superficie de la tierra y reflejada a la atmósfera como energía calorífica -con radiación de longitud de onda larga-. La energía calorífica entonces es atrapada por la atmósfera creando una situación similar a la que se presenta en un invernadero, aumentando la temperatura. Existen evidencias científicas que permiten afirmar que la emisión de estos gases (dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), CFC y otros) a la atmósfera incrementa el efecto invernadero y contribuye al calentamiento global.
- ii) **Monóxido de carbono (CO):** El monóxido de carbono es un gas incoloro, inodoro y tóxico resultante de la combustión incompleta de combustibles fósiles. Tiene una densidad similar a la del aire. El origen principal de este gas, en áreas urbanas, son los vehículos automotores. Los ambientes con elevadas concentraciones de CO pueden causar efectos adversos en el sistema nervioso y cardiovascular.
- iii) **Compuestos Orgánicos Volátiles No Metánicos (COVNM):** Son compuestos orgánicos volátiles (COV) que excluyen el metano y comprenden una serie de diferentes compuestos químicos, como benceno, etanol, formaldehído, ciclohexano, 1,1,1-Tricloroetano y acetona. Bajo condiciones normales pueden vaporizarse y formar parte de la atmósfera, contribuyendo, por ejemplo, al smog fotoquímico o niebla contaminante.
- iv) **Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>):** El término general óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) incluye el óxido nítrico (NO), el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y otras formas menos comunes de óxidos nitrogenados. Los NO<sub>x</sub> son típicamente formados durante los procesos de combustión en presencia de altas temperaturas y son precursores del ozono troposférico. Exposiciones a NO<sub>x</sub> pueden causar irritaciones en el tracto respiratorio. En la atmósfera, los óxidos de nitrógeno pueden contribuir a la formación de smog fotoquímico o niebla contaminante y tener consecuencias para la salud. También contribuyen al calentamiento global y pueden provocar lluvia ácida.

- v) **Material particulado o partículas en suspensión (MP):** Este término se refiere a partículas sólidas o líquidas que son transportadas por el aire (ej. hollín, aerosoles, polvo, humos, etc.). Aquellas partículas que son de un diámetro aerodinámico equivalente menor a las 10 micras se denominan PM10 y aquellas con diámetro menor a 2,5 micras se denominan PM2,5. El pequeño tamaño de estas partículas le permite entrar fácilmente en los sacos alveolares de los pulmones, produciendo efectos muy nocivos para la salud.
- vi) **Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>):** Se trata de un gas de olor fuerte, incoloro y se forma por la combustión de fósiles ricos en azufre. El SO<sub>2</sub> puede afectar al sistema respiratorio y las funciones pulmonares, y causa irritación ocular. La inflamación del sistema respiratorio provoca tos, secreción mucosa y agravamiento del asma y la bronquitis crónica; asimismo, aumenta la propensión de las personas a contraer infecciones del sistema respiratorio. En combinación con el agua, el SO<sub>2</sub> se convierte en ácido sulfúrico, que es el principal componente de la lluvia ácida.
- vii) **Amoniaco (NH<sub>3</sub>):** Es un compuesto gaseoso incoloro alcalino que es muy soluble en agua, tiene un olor picante característico, es más ligero que el aire, y se forma como resultado de la descomposición de material orgánico más nitrogenado. Este contaminante suele reaccionar con SO<sub>x</sub> y NO<sub>x</sub> para formar partículas secundarias tales como el sulfato de amonio y el nitrato de amonio, las cuales tienen un impacto significativo en la reducción de la visibilidad. La exposición a concentraciones altas de este contaminante puede provocar irritación de la piel, inflamación pulmonar e incluso edema pulmonar.

## 5 METODOLOGÍA DE ESTIMACIÓN DE EMISIONES

Hay que tener en cuenta que la medición exacta de las emisiones en el sector del transporte es hoy por hoy inviable, pues exigiría instalar en cada tubo de escape un dispositivo que midiese las emisiones de cada vehículo. Por ello, el computo de emisiones es siempre el resultado de una estimación que introduce diversos supuestos sobre el vehículo, tales como: la tecnología, el peso, la cilindrada, el tipo de carburante que utiliza, la velocidad en función de la zona por la que circula (rural, urbana o interurbana), el tráfico, las condiciones climáticas y distancias recorridas.

El estudio de la CNE no trata todos estos aspectos de detalle, que sí se tienen en cuenta para el Inventario Nacional de Emisiones. Esta es una de las razones por las que cuales su publicación solo puede llevarse a cabo con un desfase de dos años y con una periodicidad anual, pues exige analizar el conjunto de toda la información indicada.

La CNE tiene como objetivo llevar a cabo una estimación menos ambiciosa, pero suficientemente fiable, y mucho más actualizada que permita completar transitoriamente el periodo temporal que no cubre el Inventario Nacional, de forma que se pueda facilitar el seguimiento de las emisiones contaminantes y evaluar las estrategias medioambientales en el ámbito energético.

Es importante señalar que, en ningún caso, se pretende llevar a cabo un estudio sustitutivo del elaborado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente en atribución de sus competencias, sino solo un indicador avanzado de las emisiones en el transporte por carretera.

### **5.1 Descripción del algoritmo de estimación de emisiones**

El consumo de carburante se transforma en emisiones a través de un algoritmo que contempla el tipo de carburante que utiliza cada categoría de vehículo y el factor de emisión específico para cada contaminante. De acuerdo con el método de cálculo de emisiones en la Guía EMEP<sup>4</sup>, el algoritmo utilizado para la estimación de contaminantes a partir de consumos, adquiere la siguiente expresión:

$$E_i = \sum_{j=1}^4 j \left( \sum_{m=1}^4 m (FC_{j,m} \times EF_{i,j,m}) \right)$$

Donde,

$E_i$  = Emisión de contaminante  $i$  (g),

$FC_{j,m}$  = Consumo de carburante de la categoría  $j$  utilizando carburante  $m$  (kg),

$EF_{i,j,m}$  = Factor de emisión específico de contaminante  $i$  de cada consumo de carburante para la categoría de vehículo  $j$  y carburante  $m$  (g/kg).

En los siguientes epígrafes se describe la fórmula de cálculo de las variables implicadas en la ecuación previa,  $FC_{j,m}$  y  $EF_{i,j,m}$ .

---

<sup>4</sup> Tier 1 Method del capítulo 1.A.3.b Road Transport de la EMEP/EEA Emission Inventory Guidebook 2009 (updated May 12).



## **5.2 Cálculo del consumo de carburante de cada categoría de vehículo ( $FC_{j,m}$ )**

Se toman los consumos de los productos utilizados para el transporte por carretera: Biodiesel, Gasóleo A, Bioetanol, Gasolina auto. S/PB 95 i.o, Gasolina auto. S/PB 98 i.o, y GLP de automoción.

Se distinguen 4 categorías de vehículos, de acuerdo con la nomenclatura NFR, que es la utilizada para informar sobre emisiones de acuerdo a la *United Nations Economic Commission for Europe (UNECE)*:<sup>5</sup>

- (1) Turismos.
- (2) Vehículos ligeros (< 3.5 t).
- (3) Vehículos pesados (> 3.5 t).
- (4) Motos.

Cada categoría de vehículo presenta un factor de emisión diferente por tipo de carburante. Por ello, es necesario determinar la composición de vehículos del parque nacional y la intensidad del uso medio que tiene. Por ejemplo, un camión tráiler recorre más distancias que un turismo diesel y tiene además un factor de emisión específico superior.

A continuación, se describen los tres criterios que definen el consumo medio de los carburantes por cada categoría: (i) la composición del parque nacional de vehículos en cada categoría; (ii) el consumo medio de cada categoría; y, (iii) el repostaje medio de cada categoría.

### 5.2.1 Composición de vehículos en el parque nacional.

La flota de vehículos de España se divide en las cuatro categorías indicadas (turismos, vehículos ligeros (< 3.5 t), vehículos pesados (> 3.5 t) y motos) a partir de la información del Parque Nacional de vehículos, editado por la DGT y realizado por el Servicio de Estadística, cuya última actualización fue en el año 2011.<sup>6</sup>

Se han reagrupado las categorías de la DGT en las que sigue la Guía EMEP, de acuerdo con los criterios que aplica el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente para elaborar el Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera.<sup>7</sup> La siguiente figura indica la composición del parque nacional

<sup>5</sup> Estas categorías se han traducido de la nomenclatura NFR, empleada en la Guía de referencia.

<sup>6</sup> Se puede encontrar en el anuario estadístico general del Ministerio del Interior.

<sup>7</sup> Esta agrupación se establece en la figura 3.7.2.-Fleet of vehicle del documento "Greenhouse Gas Emissions Inventory of Spain 1990-2010, (Communication to the European Commission)".

según las categorías definidas, con un total de 30.853.513 vehículos en 2011 y 2012 (excluidos remolques y semirremolques).

**Figura 1. Composición del parque nacional de vehículos según las categorías NFR**

	<b>GASOLINA</b>	<b>GASÓLEO</b>	<b>OTROS<sup>(*)</sup></b>
<b>Turismos</b>	75,7%	71,3%	43%
<b>Vehículos ligeros (&lt; 3.5 t)</b>	3,6%	24,7%	30%
<b>Vehículos pesados (&gt; 3.5 t)</b>	0,6%	4,0%	5%
<b>Motos</b>	20,1%	0,0%	22%
<b>% sobre el total Nacional</b>	45,7%	54,27%	0,03%

(\*)Vehículos de combustible de gas natural comprimido (GNC), gases licuados del petróleo (GLP) y gas natural licuado (GNL).

**Fuente: DGT y elaboración propia CNE**

### 5.2.2 Consumo medio por distancia

El promedio del consumo de carburante cada 100 km para cada categoría de vehículos, expuesto a continuación:

**Figura 2. Consumo medio de cada categoría de vehículo por cada 100 km.**

	<b>GASOLINA</b> litros/100 km	<b>GASÓLEO</b> litros/100 km
<b>Turismos</b>	9	7
<b>Vehículos ligeros (&lt; 3.5 t)</b>	13	12
<b>Vehículos pesados (&gt; 3.5 t)</b>	-	30
<b>Motos</b>	5	-

**Fuente: Elaboración propia CNE**

El consumo de gasolina para la categoría “vehículos pesados” se desprecia, ya que la mayoría de vehículos pesados que utilizan gasolina tiene una actividad muy escasa o están en desuso. En la categoría de “motos” con consumo de gasóleo A se supone un consumo nulo dado que la cantidad de vehículos de dos ruedas que funcionan con este carburante es despreciable.

### 5.2.3 Intensidad en el uso de las categorías de vehículos

La frecuencia de repostaje sería la mejor variable para determinar la intensidad en el uso de los vehículos, pero no se dispone de esta información. Por ello, se emplea la capacidad media del tanque para cada categoría de vehículo, como una aproximación razonable. Suponiendo que todos los vehículos repostan el mismo número de veces, la capacidad del depósito permite asignar una intensidad en el consumo de cada categoría de vehículo.

Los vehículos pesados de gasolina y las motos de gasóleo no se tienen en cuenta por su escasa presencia.

**Figura 3. Capacidad de los depósitos por categoría de vehículo**

	Capacidad del tanque (litros)
<b>Turismos</b>	50
<b>Vehículos ligeros (&lt; 3.5 t)</b>	120
<b>Vehículos pesados (&gt; 3.5 t)</b>	300
<b>Motos</b>	15

Fuente: Elaboración propia CNE

#### 5.2.4 Asignación del consumo nacional por tipo de vehículo

Teniendo en cuenta la flota nacional de vehículos y su consumo medio se puede repartir el consumo de carburantes entre las categorías de vehículos que lo utilizan. Se advierte que se han despreciado los consumos de vehículos pesados de gasolina, que aunque existen apenas tienen uso relevante, así como las motos de gasóleo.

**Figura 4: Asignación del consumo nacional de cada tipo de carburantes por categoría de vehículo.**

	GASOLINA	GASÓLEO
<b>Turismos</b>	45%	32%
<b>Vehículos ligeros (&lt; 3.5 t)</b>	39%	25%
<b>Vehículos pesados (&gt; 3.5 t)</b>	-	43%
<b>Motos</b>	16%	-

Fuente: Elaboración propia CNE

### 5.3 Factores de emisión ( $EF_{i,j,m}$ )

A continuación, se describe la adjudicación de los distintos factores de emisión específicos para cada contaminante, combustible y categoría de vehículo, para determinar los contaminantes en peso emitidos por los tubos de escape. Los factores de emisión van variando con el tiempo, en función de la mejora en la eficiencia y el rendimiento de los nuevos vehículos, así como la salida del parque de aquellos vehículos más antiguos y con motores que más consumen y emiten mayor cantidad de contaminantes.

Existen diversas fuentes y metodologías utilizadas por los distintos organismos europeos dedicados a la contaminación atmosférica que desarrollan distintos métodos y software especializado en el cálculo y obtención de estos factores de emisión (COPERT, CORINAIR, Artemis, GAINS).

Para España, se ha tomado la información de la tabla 7.3.15 del Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera<sup>8</sup>, que refleja los factores de emisión medios por consumo de carburante según categoría de vehículos para 2009.<sup>9</sup>

En cuanto a los factores de emisión de los biocarburantes, se han considerado exclusivamente los correspondientes al CO<sub>2</sub>, pues no se dispone información acerca de las emisiones del resto de contaminantes. Para su obtención, se ha empleado el Informe Anual sobre el uso de biocarburantes correspondiente al ejercicio 2011 de la CNE. Los biocarburantes comercializados en 2011 en España habrían permitido una reducción estimada global de emisiones de gases de efecto invernadero del 35% por el uso de biodiesel y del 66% por el uso de bioetanol, respecto del carburante convencional que sustituyen.<sup>10</sup>

Una vez obtenidos el consumo de todos los carburantes para cada categoría de vehículo, se multiplica por cada factor de emisión específico y se obtiene la emisión de cada contaminante para cada carburante. Se suman estos valores y se obtiene la emisión total final en las unidades que corresponda. Por defecto se empleará la kilotonelada como unidad.

#### **5.4 Factores de emisión de los carburantes no convencionales**

Se dispone de factores de emisión de todos los contaminantes indicados para los carburantes fósiles (gasolina, gasóleo A y GLP), pero para los biocarburantes solo se consideran factores de emisión de CO<sub>2</sub>. Estos factores se irán actualizando anualmente con la información correspondiente para ajustarlos a las nuevas circunstancias, tales como los cambios en legislaciones o las mejoras en la eficiencia de los vehículos del parque nacional.

---

<sup>8</sup> En el volumen 2 del informe se presenta el análisis por actividades emisoras de la nomenclatura SNAP-97 del Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera 1990-2009 en el territorio español, realizado por la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural (DGCEAMN), encuadrada en la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. La DGCEAMN es la Autoridad Nacional del Sistema Español de Inventario (SEI) de Emisiones Contaminantes a la Atmósfera conforme dispone la orden ministerial MAM/1444/2006 de 9 de mayo. El Sistema Español de Inventario aparece referido en el Artículo 27.4 de la Ley 34/2007 de 15 de noviembre, de Calidad del Aire y Protección de la Atmósfera.

<sup>9</sup> Se puede encontrar en el siguiente link: <http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/volumen2.aspx#para0>. Con objeto de comprobar la coherencia de los resultados, además se han comparado y complementado con los de las tablas 3.5, 3.6, 3.7, 3.11 y 9.27 del capítulo 1.A.3.b Road Transport de la EMEP/EEA emission inventory guidebook 2009 (updated May 12), que indican los factores de emisión del Tier 1 para distintos contaminantes así como los factores de emisión mayor para España en el año 2005.

<sup>10</sup> Estas reducciones se relacionan con el origen y el proceso de producción del biocarburante indicadas en el "Real Decreto 1597/2011, de 4 de noviembre, por el que se regulan los criterios de sostenibilidad de los biocarburantes y biolíquidos, el Sistema Nacional de Verificación de la Sostenibilidad y el doble valor de algunos biocarburantes a efectos de su cómputo".

Los supuestos sobre los factores de emisiones de cada tipo de carburante se indican a continuación y se desagregan por categoría de vehículo en la figura 6.

- **Gasolinas:** durante los años considerados se incluye como máximo un volumen promedio del 5% en bioetanol, correspondiente a las gasolinas conocidas como “de protección”. Los consumos remitidos a la CNE están en peso. Por ello, se establece una densidad promedio de estas gasolinas para fraccionar en volumen la parte fósil y el contenido en bioetanol. Una vez desagregadas estas partes se calcula el consumo en peso de las gasolinas multiplicando por su correspondiente densidad y se aplica el algoritmo sobre el consumo neto de gasolinas.
- **Gasóleo A:** se admite un volumen máximo del 7% en biodiesel. Se procede de manera análoga al caso anterior para separar en volumen los contenidos de biodiesel y gasóleo A y finalmente se aplica el algoritmo sobre el consumo neto en peso de gasóleo A.
- **Biocarburantes:** se ha separado la parte fósil y el contenido en carburante biogénicos de manera análoga al caso de las gasolinas y el gasóleo A. Sobre el biocarburante puro solo se aplica el factor de emisión de CO<sub>2</sub> que se muestra en la tabla a continuación.
  - **Biodiesel:** Se comercializa mezclado hasta un 7% en el gasóleo A y etiquetado, siendo el más habitual el B30, con un contenido del 30% de biodiesel puro y un 70% de gasóleo fósil por cada unidad de producto. Por tanto, se calcula la emisión de CO<sub>2</sub> aparte, aplicando el algoritmo con el factor de emisión del biodiesel puro sobre los respectivos contenidos en peso de biodiesel en las mezclas etiquetadas (B30) y sobre el biodiesel puro consumido. Se agrega además la aportación de CO<sub>2</sub> por parte del contenido del 7% en volumen de biodiesel que hay en el consumo de Gasóleo A.
  - **Bioetanol:** Se comercializa mezclado hasta en un 5% en la gasolina 95, puro y en mezclas etiquetadas, siendo el más habitual el E85 con un contenido del 85% de bioetanol puro y un 15% de gasolina fósil por cada unidad de producto. Se aplica el factor de emisión del bioetanol puro (100%) sobre la fracción de bioetanol de las mezclas en el caso del CO<sub>2</sub>.

**Figura 5: Factores de emisión de CO<sub>2</sub> de biocarburantes**

TIPO DE BIOCARBURANTE	CO <sub>2</sub> (kg CO <sub>2</sub> /kg fuel)
<b>Bioetanol</b>	
E5	2,957
E10	2,856
E85	1,342
Puro (100%)	1,040
<b>Biodiesel</b>	
Puro (100%)	1,947
B30	2,681

Fuente: Elaboración propia CNE

- GLP de automoción:** Se agrega el envasado de automoción y el granel de automoción. Se toman los valores de la Estadística de consumo de GLP en España. Este consumo de GLP se atribuye mayoritariamente a los turismos, por lo que el factor de emisión aplicado para todo su consumo corresponde a la categoría de turismos. Este factor de emisión supone que el GLP corresponde a 50% propano y 50% butano.

**Figura 6: Factores de emisiones de los carburantes por categoría de vehículo y tipo de contaminantes**

	CO (g/kg fuel)	COVNM (g/kg fuel)	NO <sub>x</sub> (g/kg fuel)	MP (g/kg fuel)	N <sub>2</sub> O (g/kg fuel)	NH <sub>3</sub> (g/kg fuel)	SO <sub>2</sub> (g/kg fuel)	CH <sub>4</sub> (g/kg fuel)	CO <sub>2</sub> (kg CO <sub>2</sub> /kg fuel)
<b>GASOLINA</b>									
Turismos	28,738	2,632	4,08	0,03	0,06	0,732	0,015	0,389	3,058
Vehículos ligeros (< 3.5 t)	35,065	0,394	1,723	0,02	0,106	0,549	0,015	0,217	3,058
Vehículos pesados (> 3.5 t)	338,583	24,539	44,623	0	0,036	0,012	0,015	0,501	3,058
Motos	107,616	31,392	6,074	2,2	0,068	0,068	0,015	2,5	3,058
<b>GASÓLEO</b>									
Turismos	1,686	0,285	12,274	1,04	0,123	0,018	0,015	0,014	2,995
Vehículos ligeros (< 3.5 t)	5,96	0,819	11,813	1,34	0,079	0,012	0,015	0,015	2,995
Vehículos pesados (> 3.5 t)	2,957	0,529	22,82	0,79	0,078	0,012	0,015	0,124	2,995
Motos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>OTROS Vehículos de combustible gas licuado de petróleo (GLP)</b>									
Turismos	37,058	6,43	8,17	0	0,162	0,022	0	0,611	3,015

Fuente: Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera (MAGRAMA) y elaboración propia CNE

## 6 PRINCIPALES RESULTADOS

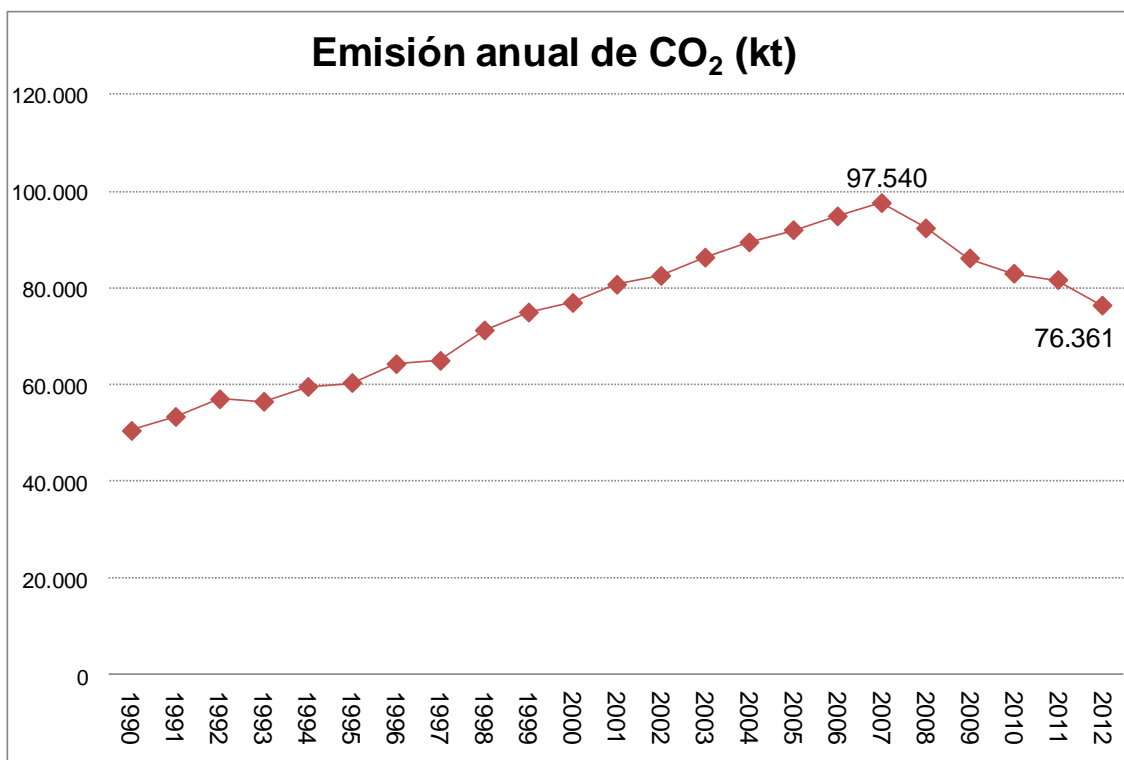
Se ha analizado la evolución de los tres grupos de contaminantes en tres apartados: gases de efecto invernadero (GEI) más relevantes, gases precursores del ozono troposférico y gases acidificantes.

### 6.1 Evolución de las emisiones de CO<sub>2</sub> y otras emisiones GEI

En este apartado se analizan los GEI, compuestos fundamentalmente por las emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, entre 1990 y 2012.

En cuanto a las emisiones de CO<sub>2</sub> emitidas a la atmósfera por el transporte por carretera, se observa un incremento entre 1990 y 2007, año en el que se alcanza el máximo histórico registrado, con 97.540 kilotoneladas de CO<sub>2</sub>. A partir de 2007, las emisiones de CO<sub>2</sub> empiezan a descender progresivamente, alcanzando en 2012 niveles de emisión de CO<sub>2</sub> similares a los de 1999 y 2000.

Figura 7: Evolución de las emisiones de CO<sub>2</sub> en España



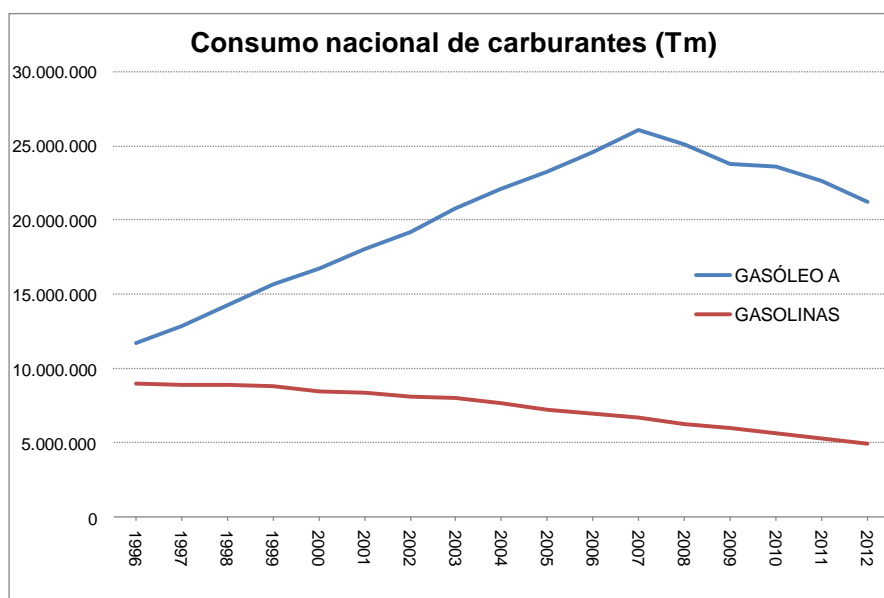
Fuente: Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera (MAGRAMA) hasta 2010 y estimaciones con datos CNE entre 2011 y 2012

Las emisiones de CO<sub>2</sub>, así como las del resto de GEI, están directamente relacionadas con el consumo de productos petrolíferos, y por lo tanto, con la actividad socioeconómica del país. Entre 1990 y 2007, la tasa promedio de

crecimiento del consumo de gasóleo A fue del 8%, mientras que para el consumo de las gasolinas fue del -3%.

La dieselización del parque nacional de vehículos y el incremento de la actividad económica e industrial de este periodo explican esta evolución. A partir de 2007, con el inicio de la crisis económica, se empiezan a registrar descensos en el consumo de los carburantes convencionales, que alcanzan caídas anuales históricas en 2012, con un -6,2% tanto en gasóleo A, como en gasolina 95. Este descenso del consumo de carburantes convencionales a partir de 2007 coincide con el cambio de tendencia en la emisión de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

**Figura 8: Evolución del consumo de carburantes convencionales en España**



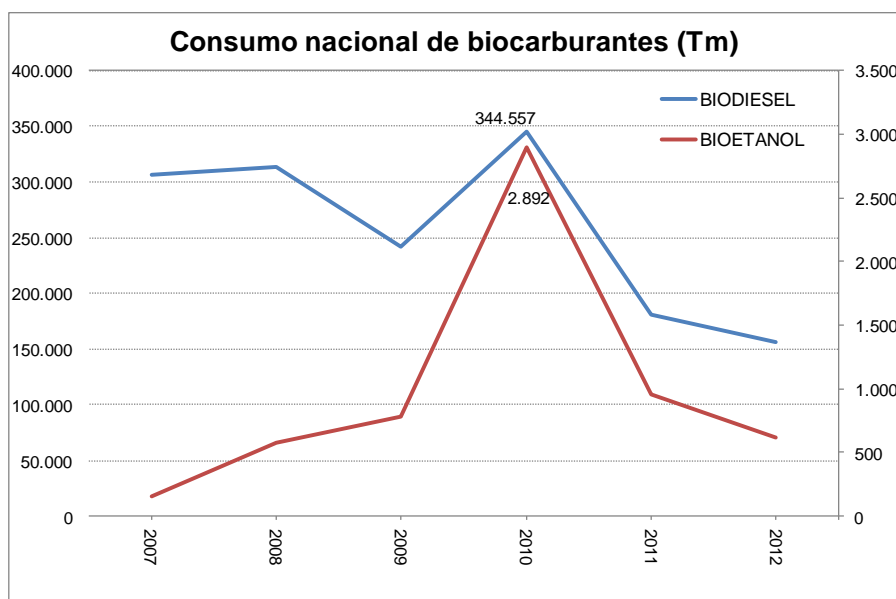
**Fuente: CORES**

Los carburantes biogénicos se implantan en el mercado de la automoción en 2007, llegando a registrar sus máximos de consumo en el año 2010, tanto para bioetanol como biodiesel. Su reducción se debe a la contracción de la demanda en el transporte, pues su uso está directamente asociado al consumo del carburante convencional.

La incorporación de estos biocarburantes ha dado una gran cobertura a las necesidades del sector y ha sustituido por primera vez a los combustibles fósiles de manera relevante, contribuyendo decisivamente a la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> en el transporte en España.



**Figura 9: Evolución del consumo de biocarburantes en España**



Fuente: Elaboración propia CNE

En cuanto a otros carburantes, destaca la penetración del GLP de automoción, que ha experimentado un fuerte incremento desde el año 2007, a una tasa promedio anual del 16%, si bien, continúa siendo insignificante en la cesta de carburantes en España.

Por otra parte, la retirada progresiva de vehículos más antiguos del parque nacional, así como la mejora en la tecnología y eficiencia energética de los nuevos modelos, ligada a la normativa europea sobre emisiones (normas Euro), ha supuesto también una contribución al descenso de las emisiones. En todo caso, en España sigue existiendo un parque de vehículos relativamente antiguo con grandes potenciales para mejorar su impacto medioambiental.

Las normas de emisión Euro fijan los valores límite de las emisiones contaminantes de los vehículos nuevos. Se definen en una serie de directivas de la Unión Europea con implantación progresiva, que son cada vez más restrictivas. El Reglamento CE nº 715/2007 del Parlamento Europeo y del Consejo registra los valores límites de emisión de las distintas categorías de vehículos, aplicables en las normas Euro 5 y Euro 6. Desde septiembre de 2009, se encuentra en vigor la norma Euro 5<sup>11</sup> para la homologación y desde el 1 de enero de 2011 en lo que se refiere a la matriculación de nuevos turismos. La normativa Euro 6<sup>12</sup>, más exigente, será aplicable en 2015, lo cual ayudará a reducir aún más las emisiones de gases contaminantes en los nuevos motores.

<sup>11</sup> Aplicable para homologación a partir del 1 de septiembre de 2009, y del 1 de septiembre de 2010 en el caso de los vehículos de la categoría N1, clases II y III, y de la categoría N2, y para matriculación un año más tarde, respectivamente. Los valores límite Euro 5 se encuentran en el cuadro 1 del anexo I del Reglamento CE nº 715/2007.

<sup>12</sup> Aplicable para homologación a partir del 1 de septiembre de 2014, y del 1 de septiembre de 2015 en el caso de los vehículos de la categoría N1, clases II y III, y de la categoría N2, y para matriculación un año más tarde, respectivamente. Los valores límite Euro 6 se encuentran en el cuadro 2 del anexo I del Reglamento CE nº 715/2007.

**Figura 9: Valores límite de Normas Euro para turismos y contaminantes considerados**

Norma Euro	Fecha entrada en vigor	CO (g/km)	NO <sub>x</sub> (g/km)	PM (g/km)
<b>Diesel</b>				
Euro I	Julio 1992	3,16	-	0,18
Euro II	Enero 1996	1,0	-	0,08
Euro III	Enero 2000	0,64	0,50	0,05
Euro IV	Enero 2005	0,50	0,25	0,025
Euro V	Septiembre 2009	0,50	0,18	0,005
Euro VI	Septiembre 2014	0,50	0,08	0,005
<b>Gasolina</b>				
Euro I	Julio 1992	3,16	-	-
Euro II	Enero 1996	2,2	-	-
Euro III	Enero 2000	2,3	0,15	-
Euro IV	Enero 2005	1,0	0,08	-
Euro V	Septiembre 2009	1,0	0,060	0,005 <sup>(*)</sup>
Euro VI	Septiembre 2014	1,0	0,060	0,005 <sup>(*)</sup>

<sup>(\*)</sup> Aplicable solo a vehículos con motor de inyección directa.

**Fuente: Comisión Europea**

En el caso de las emisiones de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) y metano (CH<sub>4</sub>), su evolución es el reflejo directo de las mejoras tecnológicas en los vehículos, que han permitido reducir de manera gradual los factores de emisión. Entre 1990 y 2000 se produjo un incremento progresivo de las emisiones de N<sub>2</sub>O hasta alcanzar su valor máximo registrado en el año 2000, con 4.360 toneladas emitidas a la atmósfera. A partir de ese año empiezan a descender con una tasa promedio anual negativa del -2,5%.

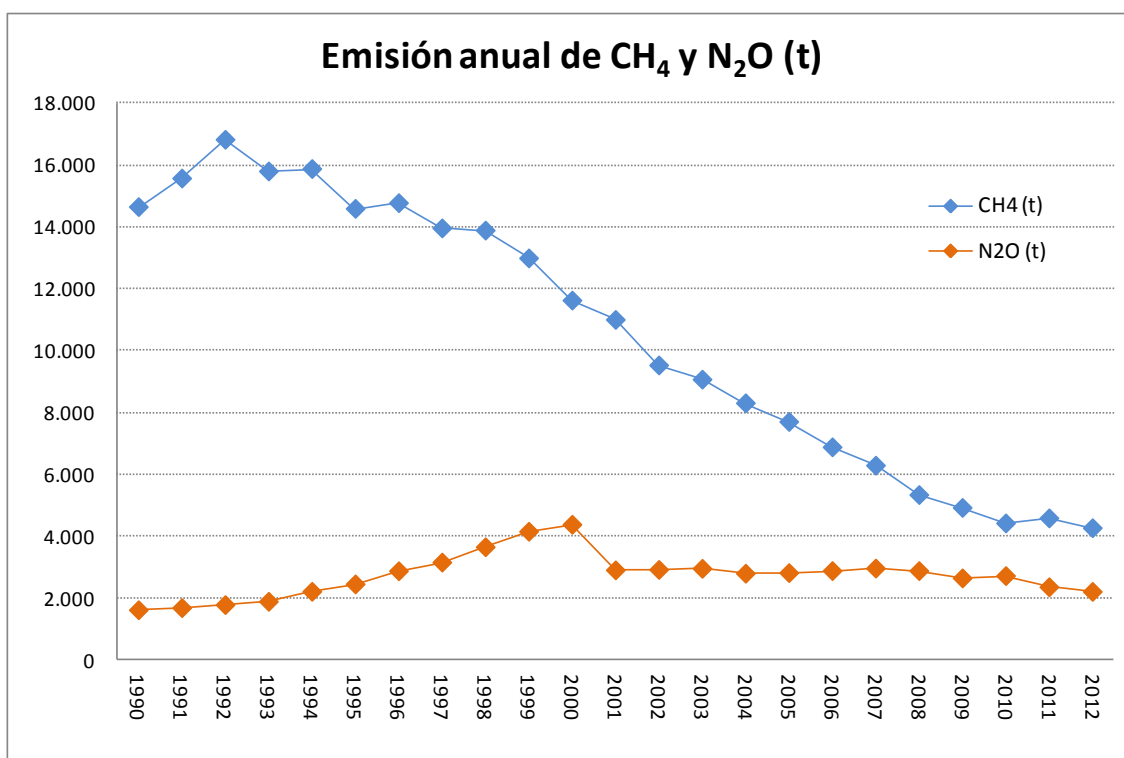
El detonante de este descenso ha sido la prohibición en 2001 de la venta de gasolina con plomo en España. Esta medida se ha visto apoyada por los avances tecnológicos de los vehículos, como la instalación de catalizadores en los vehículos, que reducen la emisión de gases contaminantes procedentes de la combustión incompleta de los carburantes.

Estas mejoras tecnológicas de los vehículos responden a la concienciación medioambiental por parte de las empresas automovilísticas y a la implantación de las distintas normativas Euro, centradas en mejorar la eficiencia de los motores nuevos. La normativa Euro 5, especifica una disminución de la cantidad de N<sub>2</sub>O autorizado emitido por los turismos de motor hasta los 60

miligramos por kilómetro (mg/km) en motores de gasolina y 180 mg/km en los motores diesel.

Respecto a las emisiones de CH<sub>4</sub>, se observa un notable descenso desde el máximo registrado en 1992 hasta la actualidad. Esta situación es consecuencia de las mejoras en la tecnología de los vehículos y la composición de los carburantes que, al ser de mejor calidad, al quemarse emiten menos emisiones de este gas.

**Figura 10: Evolución de las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O en España**



**Fuente: Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera (MAGRAMA) hasta 2010 y estimaciones con datos CNE entre 2011 y 2012**

## **6.2 Evolución de las emisiones de gases precursores del ozono troposférico**

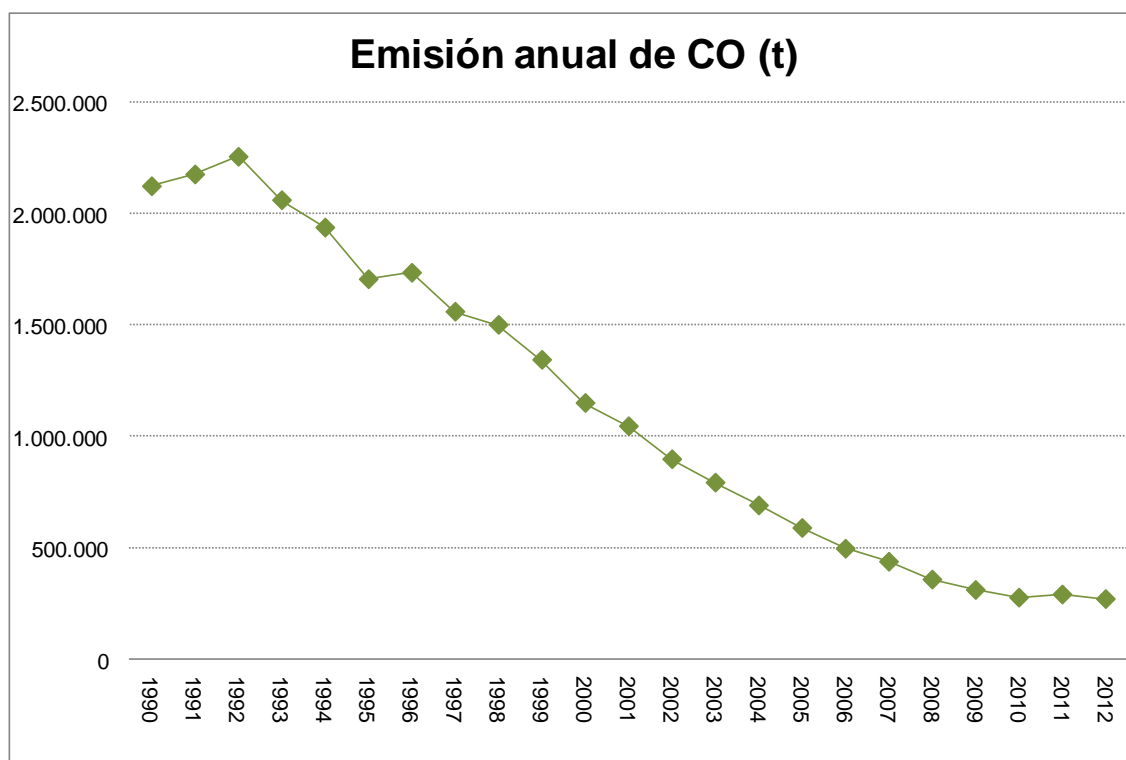
El CO procedente del transporte por carretera suponía a principios de los años 90 prácticamente la mitad de las emisiones de gases precursores del ozono troposférico. Le seguían el NO<sub>x</sub> y los COVNM y con menor relevancia el CH<sub>4</sub>.

Para el caso de las emisiones de CO, en 1992 se alcanzan los valores máximos registrados, debido a la gran proliferación de vehículos de gasolina hasta principios de los 90 y a la escasa normativa y concienciación medioambiental. La instalación de catalizadores en los vehículos se declara

obligatoria en España desde 1993 para todos los motores de gasolina y desde 1997 para todos los diesel. Asimismo, la sonda lambda, un sensor que mide la concentración de oxígeno y por lo tanto, la riqueza de la combustión, comienza a instalarse en los vehículos también durante estos años. Estos dos sucesos suponen un notable cambio en la tendencia de las emisiones de CO a partir de 1993, reduciéndolas considerablemente con una tasa de crecimiento anual del -10% hasta la actualidad.

La renovación gradual del parque nacional de vehículos junto con los avances tecnológicos en los nuevos motores y sistemas de reducción de contaminantes ha contribuido a descender las emisiones de CO y a llegar a alcanzar mínimos históricos en 2012.

**Figura 11: Evolución de las emisiones de CO en España**

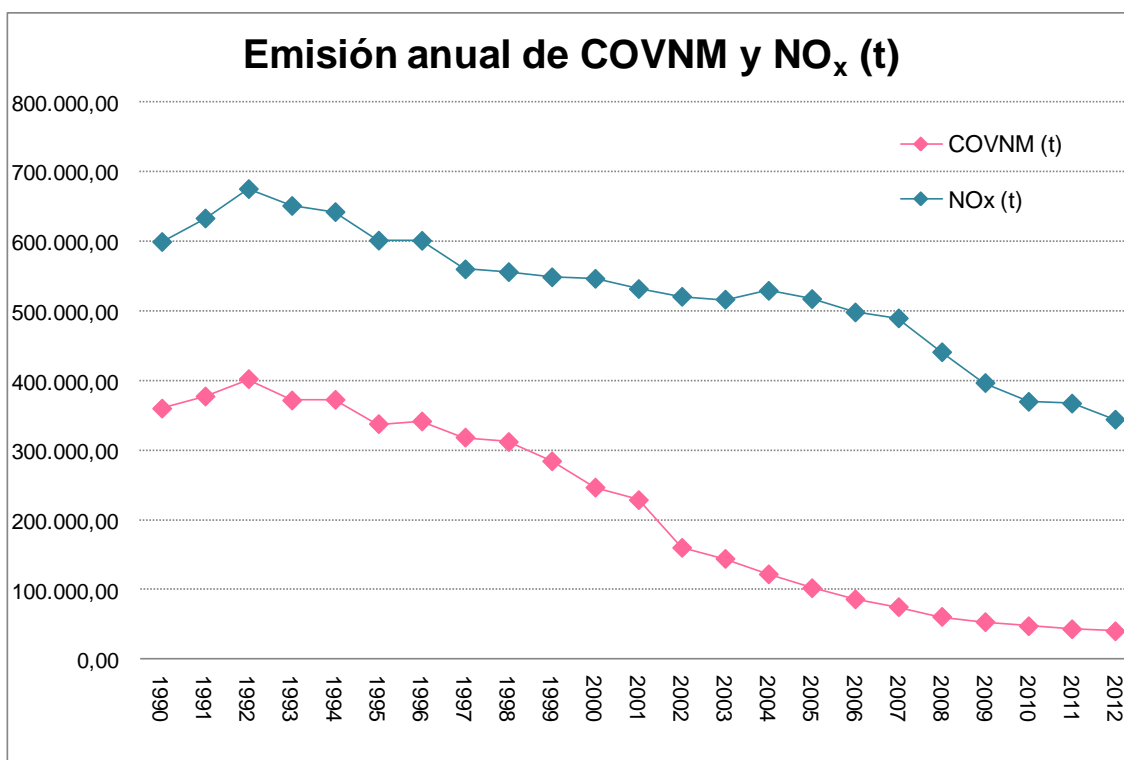


**Fuente: Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera (MAGRAMA) hasta 2010 y estimaciones con datos CNE entre 2011 y 2012**

En cuanto a las emisiones de NO<sub>x</sub>, su evolución temporal responde al mismo razonamiento que para el caso anterior. La obligatoriedad de la instalación de catalizadores supone descensos significativos en la emisión de NO<sub>x</sub> a la atmósfera. La mejora en la tecnología y retirada de vehículos antiguos de gasolina del parque nacional y modernización del resto apoyan esta reducción. Entre las técnicas responsables de este descenso, resalta la reducción catalítica selectiva (SCR) en los motores diesel, que consiste en la inyección de

urea (DEF o comercialmente conocida como AdBlue) en la salida de gases del motor, que reduce la emisión de NO<sub>x</sub> al neutralizar estos gases en nitrógeno atmosférico (N<sub>2</sub>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y vapor de agua (H<sub>2</sub>O), presentes todos de forma natural en la atmósfera.

**Figura 12: Evolución de las emisiones de COVNM y NO<sub>x</sub> en España**



**Fuente: Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera (MAGRAMA) hasta 2010 y estimaciones con datos CNE entre 2011 y 2012**

Para el caso de las emisiones de COVNM, se observan descensos en los años de instalación obligatoria de catalizadores así como en 2001 por la prohibición de la venta de gasolina con plomo en España.

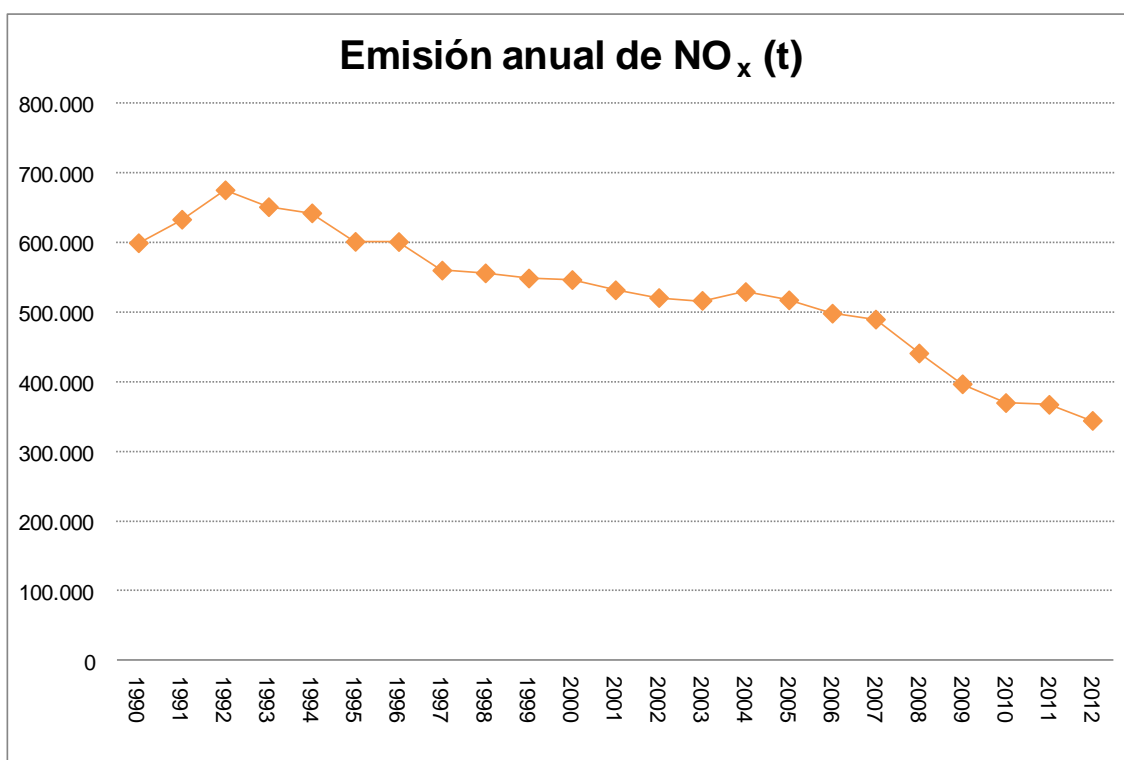
Las emisiones de CH<sub>4</sub> tienen una relevancia mínima en este apartado. Su evolución temporal se ha explicado en el apartado anterior y también debe su reducción a la mejora tecnológica de los vehículos y de los carburantes.

La reducción del consumo de los carburantes convencionales desde 2008, motivado por el descenso de la actividad socioeconómica, y la introducción de los biocarburantes en el mercado a partir de 2007 son condiciones también responsables de la reducción de las emisiones de estos gases en los últimos años.

### 6.3 Evolución de los contaminantes acidificantes

Respecto a los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), son contaminantes multiefecto y aparte de ser precursores el ozono troposférico, también actúan como sustancia acidificante. Suponen más de la mitad de las emisiones de gases acidificantes en peso. Su evolución y condicionantes, descritos en el apartado anterior, responden a las mejoras tecnológicas de los vehículos (entre ellas instalación obligatoria de catalizadores), a la renovación del parque de vehículos y la caída del consumo en los últimos años.

Figura 13: Evolución de las emisiones de NO<sub>x</sub> en España



Fuente: Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera (MAGRAMA) hasta 2010 y estimaciones con datos CNE entre 2011 y 2012

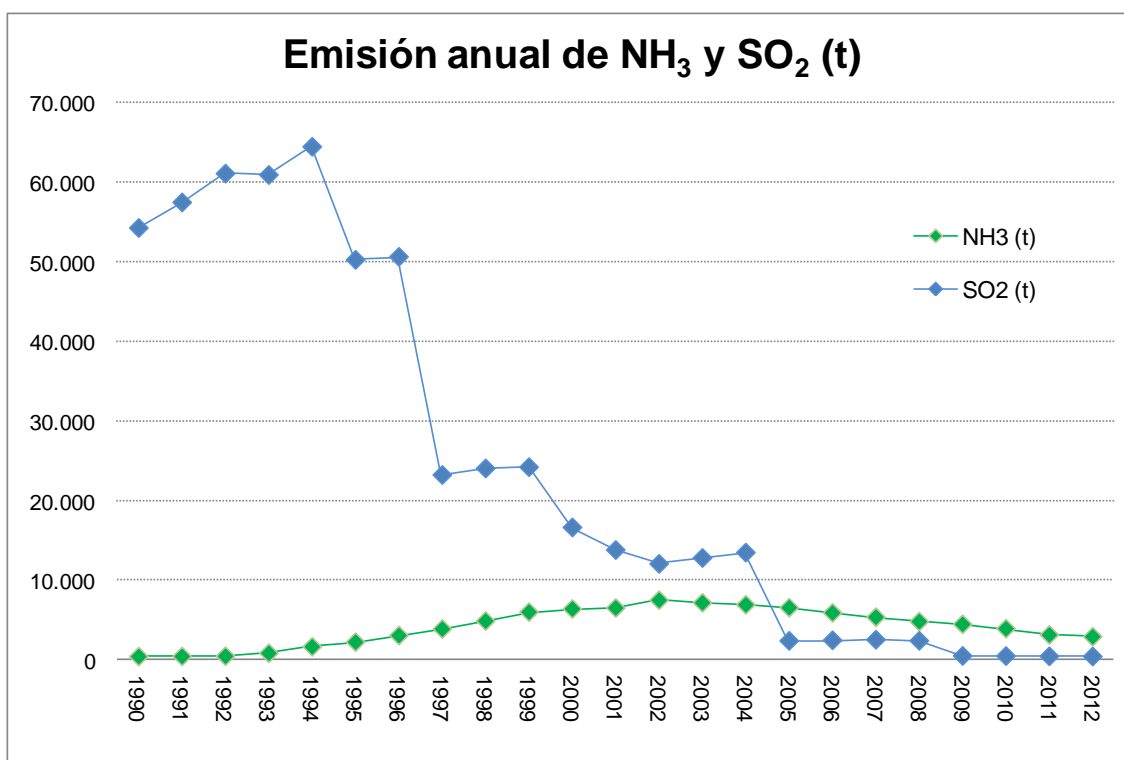
En cuanto a la evolución de las emisiones de SO<sub>2</sub> debidas al transporte por carretera, se observa un incremento desde 1990 hasta 1994, que alcanza su máximo histórico con 64.491 toneladas emitidas a la atmósfera. A partir de este año comienza un descenso vertiginoso hasta la actualidad, reduciéndose las emisiones de SO<sub>2</sub> con una tasa promedio anual negativa del -25%.

El principal motivo de este gran descenso consiste en la mejora de la calidad de los carburantes, limitando su contenido en azufre, así como la mejora tecnológica de los motores. En 2005, mediante la directiva europea 2003/17/CE, se instala en las estaciones de servicio la venta de gasóleo A y gasolina sin azufre (con un máximo de 10 mg por kilo de combustible), coexistiendo con los carburantes anteriores con un mayor contenido en azufre.

Este suceso supone un descenso en las emisiones de SO<sub>2</sub> de un 477% en 2005 respecto al año anterior. En 2009, se implanta definitivamente este contenido en azufre para todos los carburantes convencionales, suponiendo un nuevo descenso de las emisiones de SO<sub>2</sub> hasta su estabilización en niveles mínimos históricos en los últimos años.

Para el caso del amoniaco (NH<sub>3</sub>) se observa un incremento considerable de sus emisiones desde 1990 hasta 2002. A partir de entonces comienza un descenso progresivo y continuo, consecuencia de la mejora tecnológica de los nuevos vehículos.

**Figura 14: Evolución de las emisiones de NH<sub>3</sub> y SO<sub>2</sub> en España**



**Fuente: Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera (MAGRAMA) hasta 2010 y estimaciones con datos CNE entre 2011 y 2012**

## **7 ESTADÍSTICA CNE SOBRE CONSUMO DE CARBURANTES EN EL TRANSPORTE POR CARRETERA Y SUS EMISIONES**

Como complemento a este estudio, la CNE pone a disposición de los interesados toda la información disponible sobre el consumo de carburantes en el transporte por carretera, así como la estimación de las emisiones analizadas. Esta información se facilita en un documento en formato Excel que permite descargarse gratuitamente los datos históricos del consumo de carburantes y



sus emisiones, junto con las estimaciones de las mismas para el año 2011 y 2012.

Los datos están vinculados a la Estadística de Productos Petrolíferos y son transformados en las emisiones analizadas a través de los factores de emisión indicados en este estudio para los años 2011 y 2012. Para el resto del periodo se indican las emisiones del Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera por el transporte por carretera.

El documento se compone de las siguientes tablas:

1. Consumos mensuales de carburantes a nivel nacional desde 2003 hasta 2012.
2. Consumos mensuales de carburantes a nivel provincial desde 2003 hasta 2012.
3. Emisiones de los gases contaminantes estimadas mediante la metodología de la CNE, expresadas en kilotoneladas, para 2011-2012.
4. El histórico de emisiones 1990-2010 procedente del transporte por carretera en España, del los Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera (MAGRAMA).

**Figura 15: Imagen de la pestaña de inicio de la Estadística CNE sobre consumo de carburantes en el transporte por carretera y sus emisiones**

