



**GRUPO DE TRABAJO 13  
INCORPORACIÓN DE CRITERIOS DE AHORRO, EFICIENCIA Y ENERGÍAS  
RENOVABLES: EL CASO DEL TRANSPORTE**

**Documento Final**

**GT 13 “Incorporación de criterios de ahorro, eficiencia y energías renovables: el caso del transporte”**

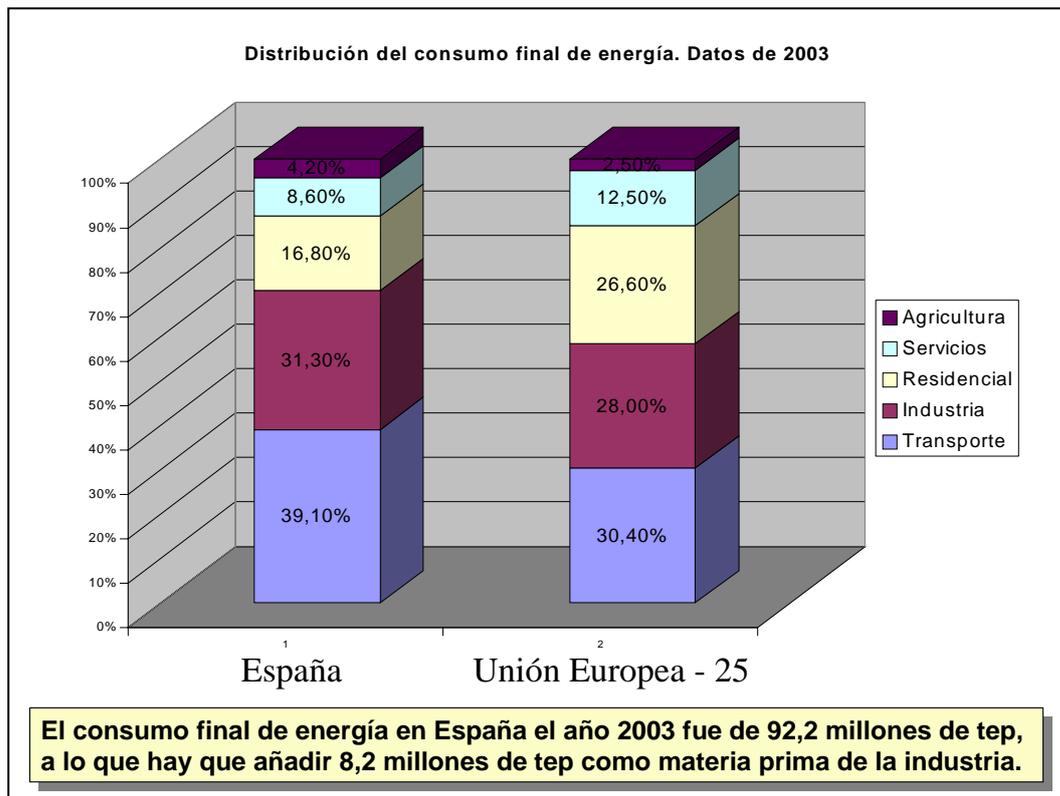
**ÍNDICE**

<b>I. Presentación. Aspectos generales.....</b>	<b>2</b>
<b>II. La energía y el transporte en España. Datos de partida.....</b>	<b>9</b>
<b>III. Análisis ambiental y percepción social.....</b>	<b>26</b>
<b>IV. Análisis de los modos de transporte en España.....</b>	<b>37</b>
<b>V. Nuevas tecnologías y combustibles en la automoción.....</b>	<b>44</b>
<b>VI. Conducción Eficiente.....</b>	<b>66</b>
<b>VII. Etiquetado energético de vehículos.....</b>	<b>61</b>
<b>VIII. Urbanismo, estructura urbana y transporte.....</b>	<b>62</b>
<b>IX. Fiscalidad ambiental del transporte.....</b>	<b>68</b>
<b>X. Conclusiones.....</b>	<b>73</b>

**I.- PRESENTACIÓN. ASPECTOS GENERALES**

**Planteamiento**

El transporte supone uno de los conceptos de mayor peso en la demanda de energía en las sociedades desarrolladas, para el caso español es el primero de ellos con el 40% del consumo final de energía, mientras que en el promedio de la Unión Europea representa el 30% de ese global. Figura nº1. Hay que resaltar que esa diferencia de consumo energético en transporte entre España y la Unión Europea es un hecho significativo, sobre el cual habrá que reflexionar.



**Figura nº1.- Desglose de los consumos finales de energía en España y la Unión Europea**

A lo largo de los últimos años, en particular desde la definición del Compromiso de Kioto, año 1997, se ha incidido en el binomio energía – industria, incluida la generación de electricidad; ahora se hace hincapié ya sobre el problema que nos presenta la automoción y el transporte. En el caso español es preocupante en la medida que indica que no se ha reflexionado sobre los números energéticos que afectan a nuestro país. Tenemos una fuerte dependencia energética del exterior, del orden del 80%, mayoritariamente ligada a la demanda de petróleo, y nuestra intensidad energética ha sobrepasada a la europea, y esto último tiene mucha relación con el transporte.

Esta demanda energética tiene una ligazón clara con problemas ambientales de los cuales hacemos hincapié en dos:

- Contaminación atmosférica urbana. Es un fenómeno complejo de química y física atmosférica, en el cual intervienen varios agentes emisores, siendo el transporte uno de ellos y una amplia variedad de contaminantes que interactúan entre ellos.

En nuestro entorno de países desarrollados se ha reducido en gran medida el contenido de elementos nocivos en los carburantes, y hay revisión de seguir avanzando en ello. No obstante hay que mantener la atención a las emisiones de óxidos de nitrógeno y a su transformación en ozono.

En los países menos desarrollados, donde el crecimiento urbano ha sido exponencial, y donde además se utilizan carburantes no muy limpios, en adición a vehículos con una larga vida de uso, el problema se agrava y aparecen problemas de contaminación atmosférica importantes.

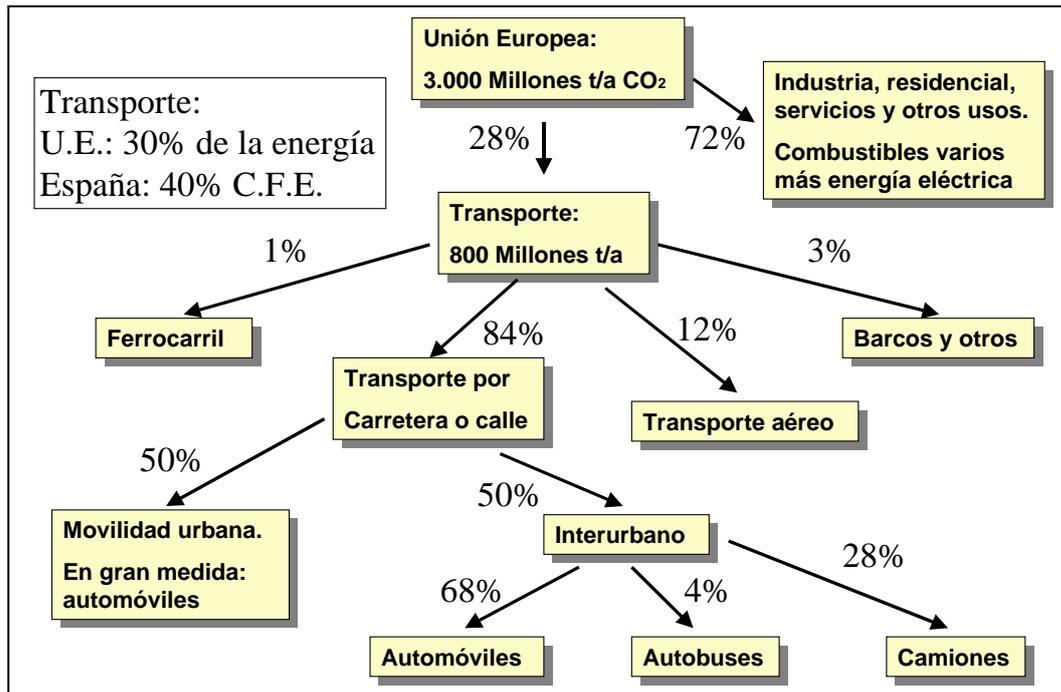
En cualquier caso se puede considerar un problema ambiental añadido la congestión y el ruido. En las grandes ciudades españolas este es un problema importante, que aparte de otros aconseja reducir la circulación urbana.

- Cambio climático, que es uno de los grandes problemas de la Humanidad en el siglo XXI, ya que sus consecuencias sobre las poblaciones de: África, América Central y Asia Meridional, pueden ser dramáticas. La pérdida de habitabilidad de determinados entornos, bien por fenómenos meteorológicos intensos, huracanes por ejemplo, bien por penetración del agua salada en deltas u otras zonas costeras, a causa del previsible incremento del nivel del mar, será un factor determinante en el aumento de los flujos migratorios humanos.

En CONAMA siempre ha habido grupos de trabajo relacionados con el cambio climático, en este VIII Congreso también lo hay, por lo que no nos extendemos en el tema. Si que hay que indicar que el transporte con vehículos automóviles que utilizan derivados de los combustibles fósiles, en especial del petróleo, es una de las causas primeras de las emisiones de CO<sub>2</sub>, y consecuentemente de la deriva negativa del clima.

La Unión Europea ya comenzó a reflexionar sobre ello hace unos años, mostrando donde nos encontrábamos con los problemas más significativos, en primer lugar en el transporte terrestre por carreteras o en vías urbanas, tal como muestra la figura nº2, en la cual se hace un desglose de emisiones de CO<sub>2</sub> entre diferentes líneas de movilidad y las emisiones asignadas. De acuerdo a ese gráfico, en la Unión Europea el transporte supone un 28% de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Se hace preciso evolucionar hacia modelos de transporte inteligentes, tanto en ciudades como en recorridos interurbanos, que supongan menos consumo de carburantes de origen fósil, y desde luego menos emisiones finales. Hay cuestiones relacionadas con la creación de infraestructuras, con la evolución de la tecnología del transporte, pero también y muy importante con el cambio de modelo de comportamiento frente a la movilidad, tanto de ciudadanos, como de las administraciones públicas.



**Figura nº2.- Emisiones de CO<sub>2</sub> ligadas a diferentes modos de transporte. Unión Europea al inicio de esta década.**

En este documento se analizará el binomio: consumo de energía – incidencia ambiental. Se tratará de darle al problema las dimensiones que corresponden al caso español y valorar las tendencias de evolución, estudiando cuales son las alternativas para mejorar esa deriva, tanto de tipo tecnológico como de comportamiento social.

El problema tiene algunas componentes críticas adicionales, tal es la ligazón entre transporte y consumo de derivados del petróleo, en un momento en el cual se ven posibilidades de que haya problemas en el suministro de este combustible fósil en el futuro, dependiendo de aspectos políticos internacionales y también en relación con los límites físicos de las reservas y recursos de petróleo.

El tema del ahorro o del uso eficiente de la energía en el transporte aparece ahí, pero también el de la sustitución de los derivados del petróleo por otras fuentes energéticas. Esto se analizará a lo largo del documento, viendo en añadido cuales son sus incidencias ambientales.

En España nos encontramos en una mala situación, tanto en lo que respecta al cumplimiento de los objetivos del Compromiso de Kyoto, ligados a establecer frenos a las emisiones de gases de efecto invernadero y al cambio climático, como en nuestra dependencia exterior del suministro de energía, donde nuestra dependencia es de casi el 80%, más de la mitad de la cual se une a la importación de productos petrolíferos.

Pero además en nuestro país el transporte es un factor económico importante, no sólo por que su contribución directa al Producto Interior Bruto sea del orden del 6%, sino por que además induce o participa en otras actividades que se unen a nuestra economía: turismo y servicios, exportación de productos agrícolas e industriales; sin olvidar que la industria del automóvil, de equipo auxiliar y talleres de mantenimiento supone más del 10% del PIB.

Estamos unidos al transporte por vehículos automóviles en la medida que esta parte consume el ochenta por cien del consumo total de energía en el concepto transporte. La correspondiente a los ferrocarriles de cercanías e interurbanos consume una parte pequeña de la energía total. Y hay que reseñar que la aviación comercial incrementa a buen ritmo su participación en la demanda de energía.

En este contexto se van a analizar a lo largo de este documento diferentes aspectos que inciden en la cuestión ambiental, que evidentemente es el objeto prioritario de este trabajo, en sus respectivos capítulos. En éste se hacen a continuación unas pequeñas reflexiones sobre cuestiones a tener presentes en esos capítulos.

### **Eficiencia tecnológica**

Hay un cierto grado de confianza en que distintos aspectos relacionados con el transporte, tanto ambientales como de disponibilidad de fuentes energéticas, se van a ver solucionados por la evolución tecnológica, de los propios medios de transporte como de acceso a nuevas fuentes energéticas.

Evidentemente hay nuevos desarrollos que van a contribuir a paliar esas cuestiones. Aquí en este documento se van a analizar algunas de ellas, pero no se quiere contribuir a crear falsas expectativas que hagan olvidar otros esfuerzos institucionales y ciudadanos para dar la respuesta que claramente necesita el futuro del transporte y la movilidad en España.

Entre las líneas de análisis que se van a considerar podemos establecer los siguientes grupos de soluciones:

- a) Nuevos combustibles que palien los posibles problemas de disponibilidad de derivados del petróleo, y si es posible supongan emisiones menores de contaminantes y de CO<sub>2</sub> y otros gases de efecto invernadero.

El gas natural en diferentes opciones, tanto las ya utilizadas de gas licuado, como otras alternativas, por ejemplo las derivadas de la tecnología “Gas to Liquid”, puede suponer una línea de abastecimiento de carburante, que además supone menores emisiones específicas de CO<sub>2</sub>. Queda limitado por la disponibilidad de este combustible fósil en el mercado internacional, que hoy presenta algunas incógnitas.

Los carburantes derivados del carbón pueden ser otra opción. La seguridad de suministro de esta línea es menos problemática pero también supondrá unas mayores emisiones de CO<sub>2</sub> en toda la cadena completa desde la extracción del carbón al uso del carburante en el vehículo.

La tracción eléctrica de los vehículos es una solución factible, pero debe considerarse en toda su extensión, desde donde procede la electricidad y que inversiones y problemas de suministro primario introduce, así como los niveles de emisiones de CO<sub>2</sub> en su ciclo de vida.

Las energías renovables y otros vectores energéticos como el hidrógeno se citan más adelante en otro apartado.

- b) Vehículos más eficientes es una línea en la cual hay que trabajar con ahínco, sabiendo que la maduración tecnológica, desde que se diseña un prototipo

hasta que es una opción comercial supone un tiempo de maduración largo, de varios años o incluso de más de una década.

Ya se está viendo una evolución en los diseños de automóviles, por ejemplo los híbridos de motor de combustión y electricidad, que los medios de comunicación especializados siguen en su desarrollo y extensión, contrastándose lo lento de su penetración en el mercado.

Las opciones de utilizar hidrógeno y celdas de combustible se ven más lejanas en el tiempo, quizás tengan que pasar tres décadas para que comiencen a considerarse alternativas comerciales.

- c) Desarrollo de modos e infraestructuras de transporte. Es una cuestión que debe llevarnos hacia esquemas que impliquen mayor eficiencia energética y a la vez otros aspectos positivos, como un menor riesgo laboral, una comodidad de los viajeros o una amplia flexibilidad en la disponibilidad de mercancías en los lugares de destino.

La siniestralidad es un concepto crítico. Cinco mil personas mueren en España en accidentes de tráfico, de ellas una tercera parte en los desplazamientos a los centros de trabajo, incluyendo aquí los accidentes de trabajo de los transportistas.

La Unión Europea se ha propuesto que en el conjunto de los veinticinco países que la integran se reduzca el número de muertos en accidentes de tráfico a 25.000 personas al año. Se partía de una cifra en torno a 70.000 muertos en el principio de la década de los noventa, que en la actualidad ya se sitúa en torno a 40.000 fallecidos al año.

El transporte por barco o por ferrocarril son opciones que exigen la creación de infraestructuras adecuadas a cada medio y a la conjunción de ambos o con terceros. Los centros de logística están teniendo una consideración importante en la concepción futura del transporte y aquí los hemos de ver reflejados en nuestras reflexiones.

En España se ha aprobado un Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte, al cual se hará mención a lo largo de este documento. Es una opción de mejora, pero desgraciadamente no supone un cambio drástico.

## **Energías renovables y transporte**

Una parte importante del CONAMA se dirige hacia el análisis de cambio del modelo energético, el desarrollo y aplicación de las energías renovables. En el tema de transporte tenemos tres líneas de posible actuación:

- a) **Biocarburantes.**- Se está extendiendo su utilización comercial en España y otros países europeos, aunque de momento a pequeña escala. Brasil fue el país pionero donde hace un par de décadas se desarrolló el uso del bioacohol procedente de la caña de azúcar.

En nuestro caso y en el de otros países con un consumo elevado de carburantes y una superficie pequeña disponible para cultivos energéticos, y por tanto con restricciones para producir biocarburantes, la penetración de esta energía renovable de forma autóctona tendrá limitaciones.

Es previsible que se importen materias primas o productos elaborados desde otros países. Habrá que analizar o al menos hacer una referencia a lo que social y ambientalmente puede significar un comercio de este tipo, sobre todo en los países que tomen la decisión de exportar en base a agroenergía en grandes extensiones, con monocultivos que introducen distorsiones en la propiedad y trabajo de la tierra, a la vez que pueden afectar a la biodiversidad o a otros aspectos ambientales.

Es una alternativa de utilización próxima, aunque no parece que pueda significar una contribución destacada a la sustitución de combustibles convencionales en el transporte.

- b) **Electricidad de origen renovable.**- La tracción eléctrica ya se tiene en los ferrocarriles, tranvías y trolebuses; y nos aparece como una alternativa en los vehículos automóviles.

Si la electricidad proviene de una mezcla de generación con alta participación de las centrales térmicas de combustible fósil nos encontramos que las emisiones de CO<sub>2</sub> van a ser mayores que las correspondientes a la utilización de los carburantes convencionales.

Es preciso por lo tanto llegar a modelos de generación con elevada participación de las renovables en ellos. La carga eléctrica de los vehículos en horas nocturnas, cuando la demanda eléctrica al ser baja origina problemas de penetración a las renovables en la red, es un tema a considerar.

La contaminación atmosférica urbana es posible que favorezca la extensión de los automóviles eléctricos en ciudades. Por ello es preciso ese análisis de la generación global y de los sistemas de carga de los vehículos eléctricos.

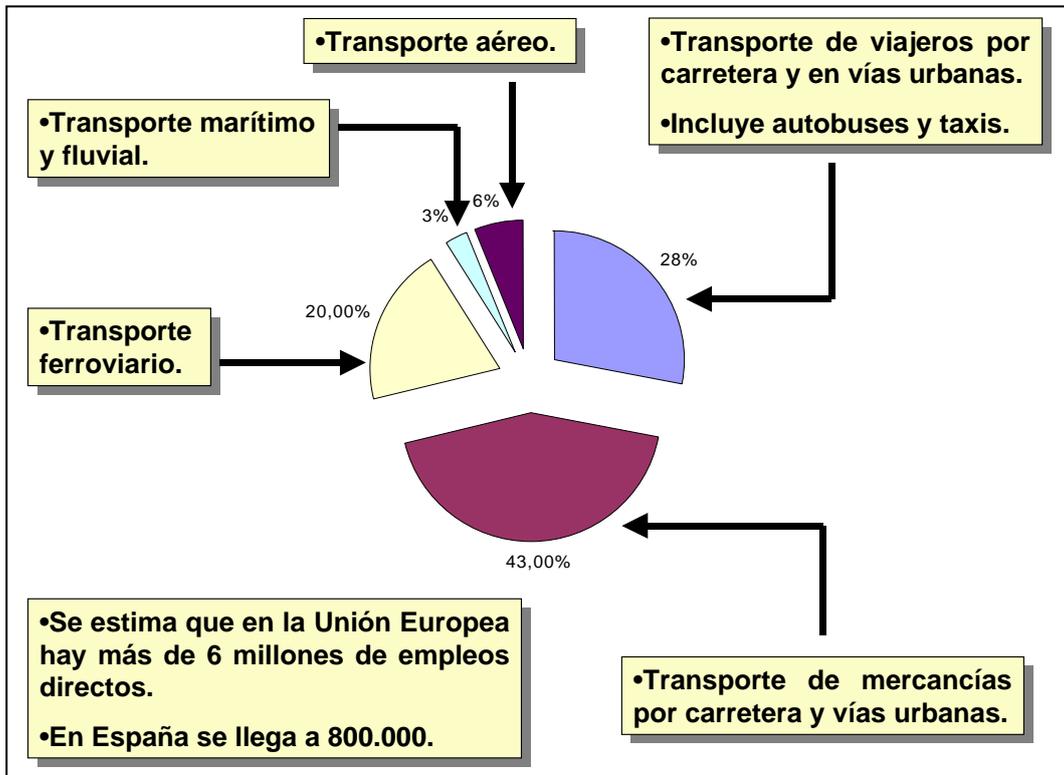
- c) **Hidrógeno con energías renovables.**- Es una opción que no parece que vaya a ser comercial antes de tres décadas. Hay un tiempo para desarrollar la conexión entre energías renovables e hidrógeno, pero hay que comenzar a trabajar en ello. Bien sea por electrolisis del agua con electricidad de origen renovable, bien por nuevas tecnologías de descomposición solar del agua.

## **Respuesta social**

La percepción social del problema de la automoción es la gran cuestión. Por un lado hemos de entender lo que representa el uso de vehículos automóviles como parte de la realización personal de muchos ciudadanos, y derivado de ellos cuales son las actitudes sociales al respecto, que se constata suponen consumos crecientes de combustibles y por lo tanto problemas ambientales conexos.

La evolución de ciertos fenómenos, en particular el cambio climático, cuando la sociedad sea más consciente del problema, pueden contribuir a que las respuestas sociales se dirijan hacia la demanda y uso de nuevos modelos de movilidad. Pero ahí necesariamente van a mirar a los gestores públicos para que haya en paralelo

propuestas globales de actuación e imagen social, así como de creación de las correspondientes infraestructuras para el transporte eficiente.



**Figura nº3.- Desglose del empleo directo en el sector transporte en la Unión Europea**

Es un tema que se ha de analizar en sus diferentes caras, del cual se viene hablando desde hace décadas, pero en el cual se avanza poco, o a veces se ven caminos contrarios hacia esa movilidad inteligente que todos deseamos.

Pero adicionalmente a la respuesta particular de los ciudadanos se ha de reflexionar que hoy el transporte por carretera supone un número significativo de empleos directos, figura nº3. A los que se une otro volumen elevado de empleos indirectos, en muy diversas actividades relacionadas con el propio transporte y con el mantenimiento de los vehículos.

Para que podamos avanzar en la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> es preciso cambiar también el transporte de mercancías, llevarlo hacia un mayor uso del ferrocarril. También habría que tender a cambiar uso de autobuses por ferrocarril, y reflexionar sobre el creciente uso de aviones en el movimiento de personas. Todo ello introducirá cambios en los modos de empleo, y posiblemente reducciones en el número total de los mismos.

No vamos a estudiar aquí el tema laboral, en este documento que es básicamente una aproximación a las cuestiones ambientales relacionados con el transporte. Pero no por ello dejamos de lado que el lector tenga presente la cuestión del empleo, más cuando en España estimamos que el empleo total relacionado con el sector transporte se sitúa en unas 800.000 personas.

## II.- LA ENERGÍA Y EL TRANSPORTE EN ESPAÑA. DATOS DE PARTIDA

### Datos energéticos básicos

Hay motivos suficientes para preocuparse por la situación actual del sistema energético español, en nuestro caso, en lo que afecta a este documento, lo unimos a lo que en la demanda energética representa el transporte, que ya se ha indicado que es el 40% del consumo final de energía.

A continuación se citan algunos aspectos de nuestro esquema económico y energético a tener en cuenta en esta fotografía inicial.

- **Dependencia energética del exterior.**- Adquirimos el 80% de la energía primaria que consumimos en países fuera de la Unión Europea. Adicionalmente tenemos una baja interconexión con las redes de transporte de gas y electricidad europeas. No es el tema de este grupo de trabajo pero es preciso mencionarlo.

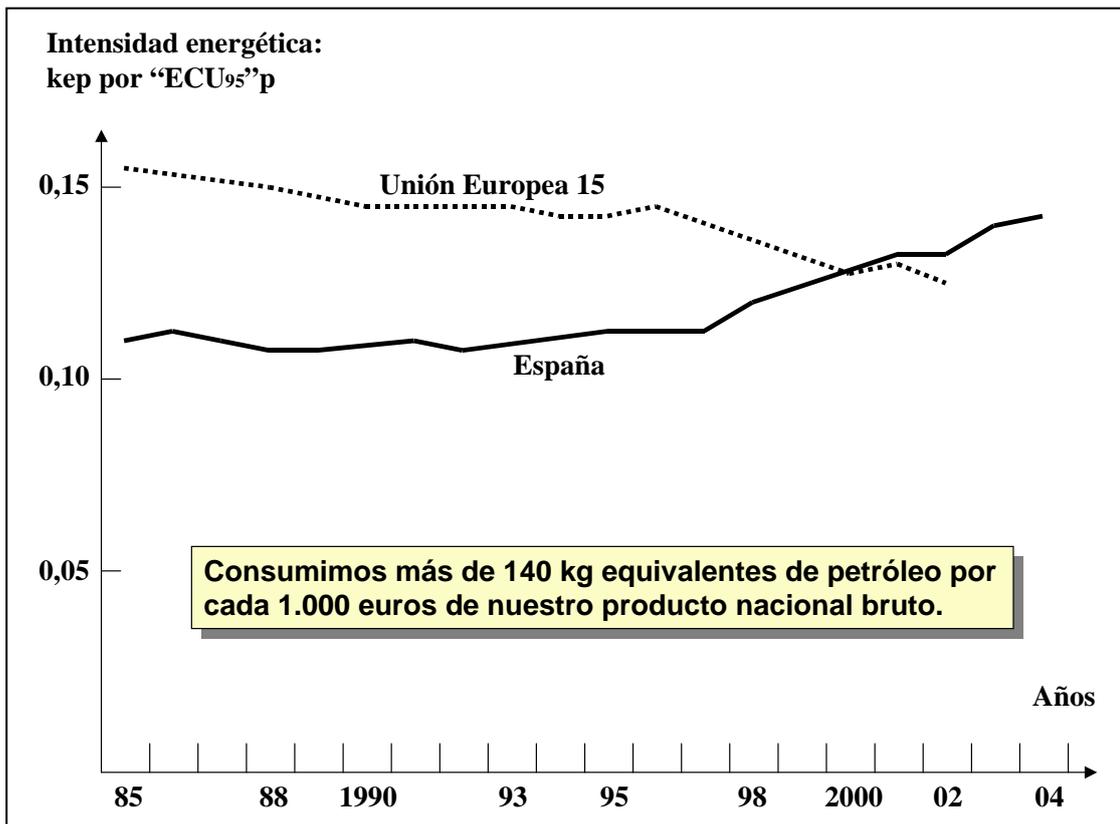
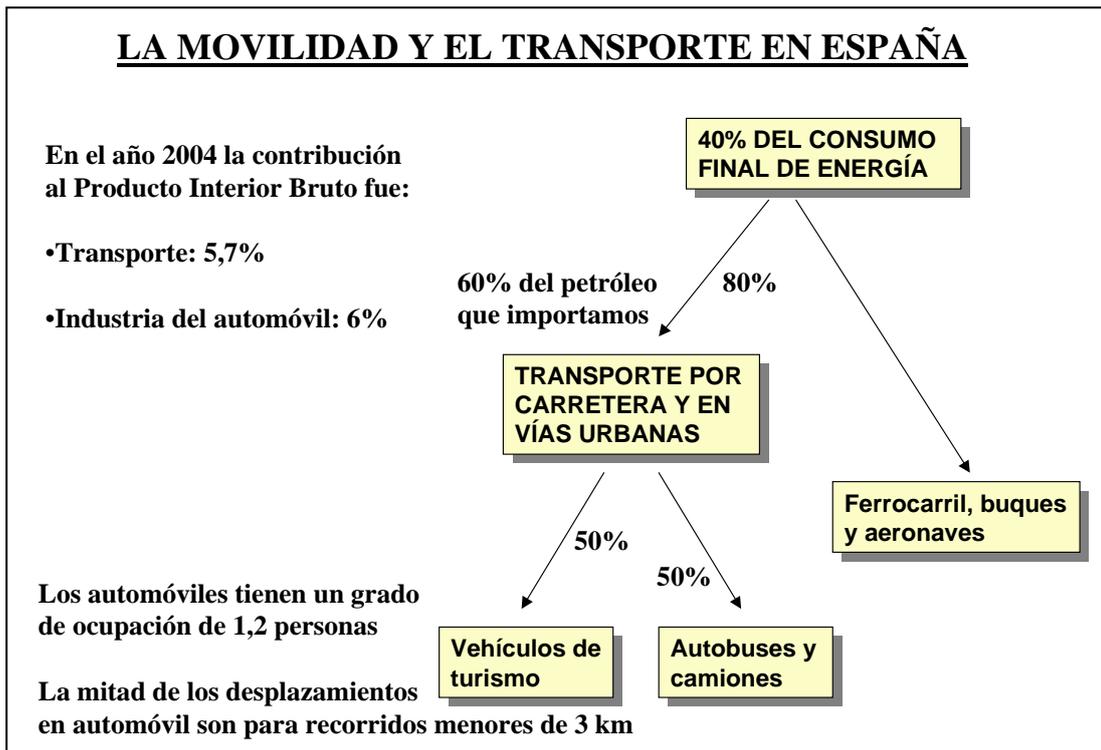


Figura nº4.- Evolución de la intensidad energética en España y la Unión Europea

- **Intensidad energética.**- Este parámetro mide la cantidad de energía que se consume por unidad de producto interior bruto que se genera. Ha crecido significativamente en los últimos años, ya presenta un valor por encima del de la media de la Unión Europea de 15 países. Figura nº4.

Esa evolución negativa hay que ligarla en buena medida a nuestro creciente consumo energético en transporte y movilidad, que son conceptos que dan reducido valor añadido al producto interior bruto, sobre todo parte de eso que llamaremos la “movilidad no obligada”.

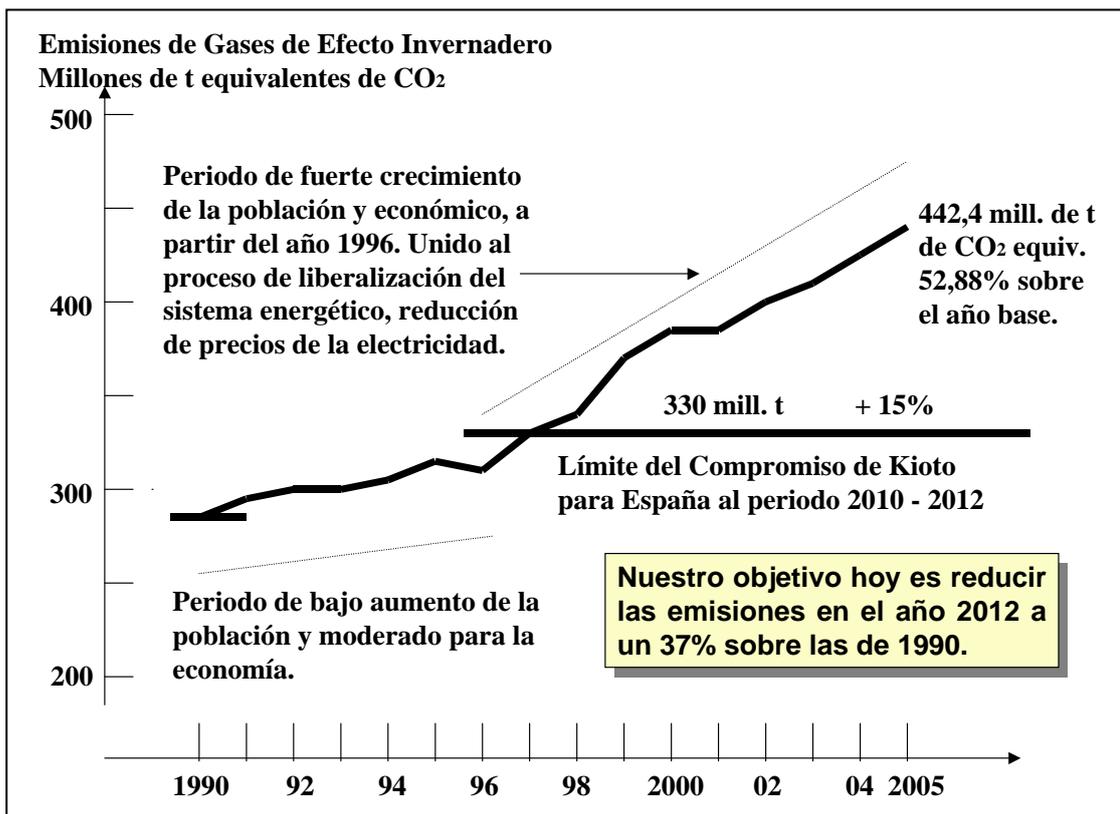
- **Consumo de energía en transporte.**- Ya se vio en el capítulo I que tenemos una clara diferencia con la Unión Europea en este concepto, en nuestro caso el 40% del consumo final de energía corresponde a este concepto, mientras que en la Unión Europea sólo representa el 30%. La movilidad en carretera y ciudad en vehículos automóviles se lleva el 80% de nuestro consumo energético en transporte. Una estimación de su desglose en conceptos se recoge en la figura nº5.



**Figura nº5.- Distribución del consumo energético en el transporte en España**

Hay dos aspectos en los que incidir para cambiar esta situación: mejora de las infraestructuras de transporte eficiente, ferrocarriles de distinto tipo y camino hacia una cultura de ahorro energético en el transporte. Ambos son difíciles de conseguir, al menos a corto plazo. También sería importante conocer con más detalle cual es el peso energético de los diferentes conceptos del transporte, comparemos esta figura nº5, sencilla respecto a lo que es la media europea, figura nº2.

- **Incumplimiento del Compromiso de Kioto.**- Es notorio que hemos sobrepasado los valores de emisión de gases de efecto invernadero en valores muy por encima de nuestro Compromiso de Kioto, que admitía un incremento del 15% respecto a las emisiones del año 1990.



**Figura nº6.- Evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero en España**

Nuestras emisiones de gases de efecto invernadero, para el año 2010, o el promedio del 2008 al 2012, en conjunto, no debieran sobrepasar la cifra de 330 millones de toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub>, pero en el año 2005 ya sobrepasaron los 440 millones de tep..

Las emisiones de los sectores incluidos en la “Directiva de Emisiones”: generación de electricidad y diversas actividades industriales, representan menos del 45% de las emisiones totales, mientras que los sectores no incluidos en ella: transporte, usos domésticos y otros, representan más del 55% del total. Esto hace difícil una actuación correctora, esos denominados “sectores difusos” han incrementado sensiblemente sus emisiones y sobre el consumo energético de ellos no es fácil introducir medidas coercitivas. Figura nº6

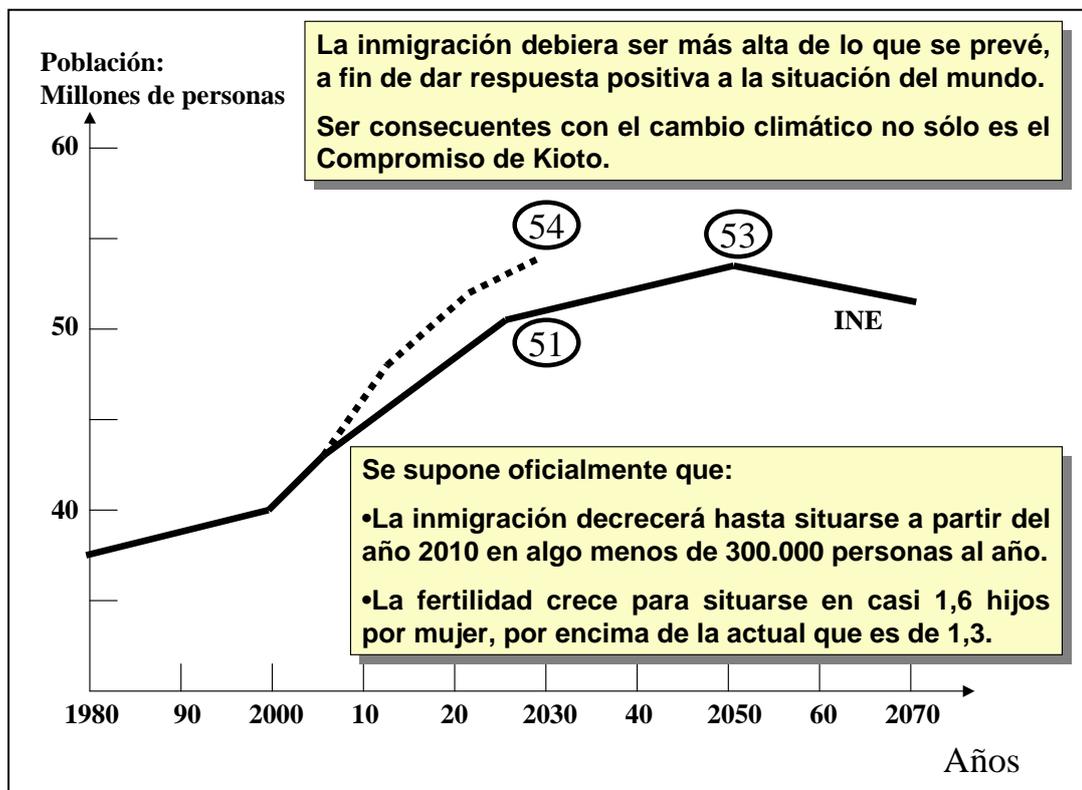
Es lamentable que no haya habido una clara formulación de cuál sería nuestra evolución del consumo de energía y las consideraciones que se hacían al respecto, es decir de alguna manera un “Plan Energético y de Transporte Integrados”.

En la actualidad se propone que en el año 2010 nuestras emisiones sólo sobrepasen a las del año de referencia, 1990, en un 37%. Es posible que en la preparación de la Cumbre de Kioto se pensara que nuestra población crecería poco o se quedaría estancada en el valor de entonces, unos 39 millones de habitantes. Hoy sobrepasamos los 44 millones, es decir ha habido un crecimiento del orden de un 12%, y eso, entre otros aspectos, conlleva un incremento de la demanda energética.

## Condiciones para dibujar el futuro

En el análisis de cuales pueden ser los aspectos que incidirán en la evolución energética y en particular la del transporte y la automoción hay que señalar los siguientes:

- a) **Evolución de la población.-** Como se ha indicado más arriba, la población de derecho ha crecido con rapidez en los últimos años, en buena medida gracias a la llegada de inmigrantes, que por un lado han ocupado puestos de trabajo en áreas donde su presencia era necesaria, como agricultura y servicios, y por otro han contribuido, mediante sus cotizaciones laborales, a que tengamos equilibrados los balances económicos de la seguridad social.



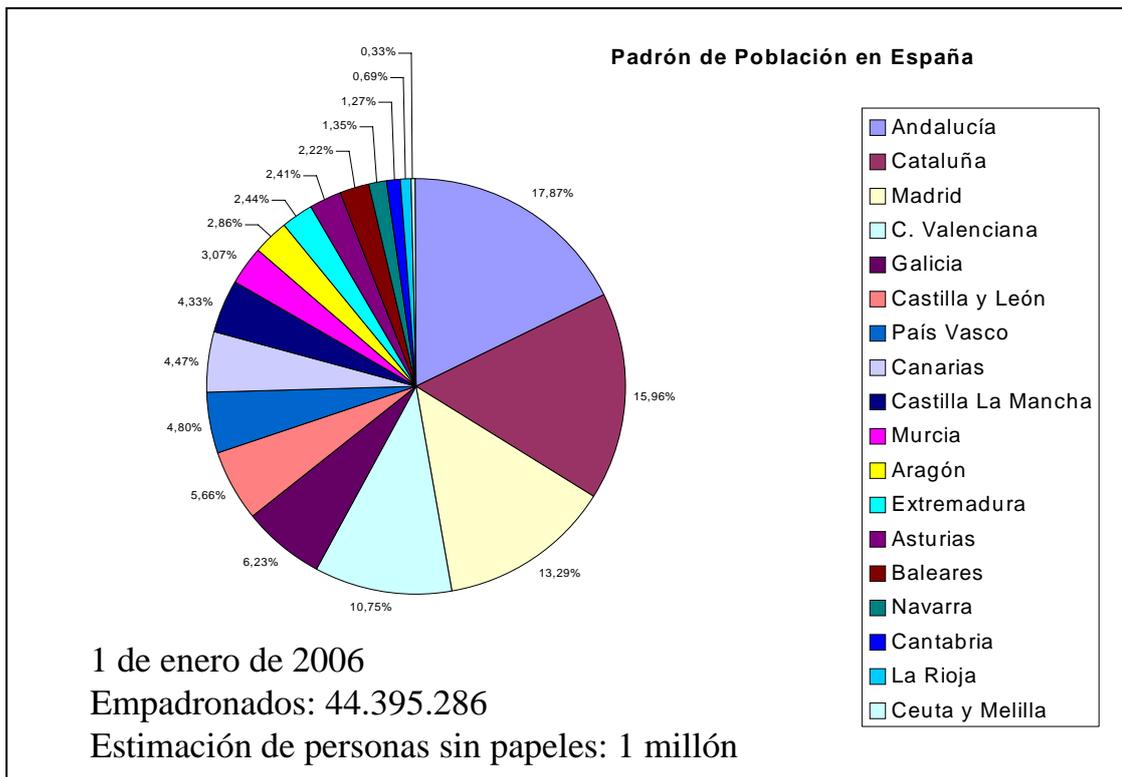
**Figura nº7.- Una estimación de la evolución de la población española. (INE)**

En un informe de la Unión Europea de 2006, los datos comparados entre la Europa de los 25 y España para el período que va desde 1995 a diciembre de 2004, muestran que en el conjunto de la Unión el crecimiento de la población ha sido de un 3%, y la información referente a España propone un valor del orden del 10%, el más elevado de la Unión.

En la figura nº7 se recoge una estimación de la evolución de la población española, tomada de datos del Instituto Nacional de Estadística, para las próximas décadas. Son valores estimados para mantener el equilibrio del sistema económico, en particular las cotizaciones y prestaciones sociales. Se supone que la población alcanzará los 50 millones de personas antes del año 2030.

**A más población más movilidad, sobre todo en la medida que nuestro desarrollo se centra en el amplio sector servicios**

b) **Asimetría territorial.-** España está experimentando un proceso de crecimiento económico que nos acerca a la media europea. Ahora bien, en nuestro territorio hay claras asimetrías y diferencias económicas entre Comunidades Autónomas, que por un lado se manifiestan en el “vaciado” de ciertas áreas geográficas, y de otro el intento de las Comunidades con menor renta de buscar el crecimiento en base a los servicios, el turismo en primer lugar, y en paralelo en la construcción se segundas viviendas.



**Figuranº8.- Distribución geográfica de la población en España**

En primer lugar hay que citar que la población se está concentrando en unas autonomías, todas las que tienen costa, más la de Madrid. Se está configurando un anillo exterior de alta densidad de población, con un núcleo central también muy denso, junto con unas amplias áreas casi vacías, salvo unas pocas ciudades en ellas. Este es un factor a tener en cuenta en los desplazamientos que conectan unas y otras poblaciones, y el consumo energético que ello conlleva. Figura nº8.

A lo largo de las dos últimas décadas se ha configurado una red de autovías, que sigue en desarrollo, que permite esa comunicación, en el transporte de personas y de mercancías. El crecimiento económico de esas Comunidades Autónomas, periféricas y central, tiene un efecto llamada para el resto de la población española, acrecentando la diferenciación demográfica.

Al analizar la situación de las Comunidades Autónomas se pueden mencionar diversos aspectos para reflexionar sobre la asimetría de nuestro país. Aquí se

recoge la capacidad propia de cada una de ellas, con sus propios impuestos para atender los presupuestos de su Administración. Figura nº9.

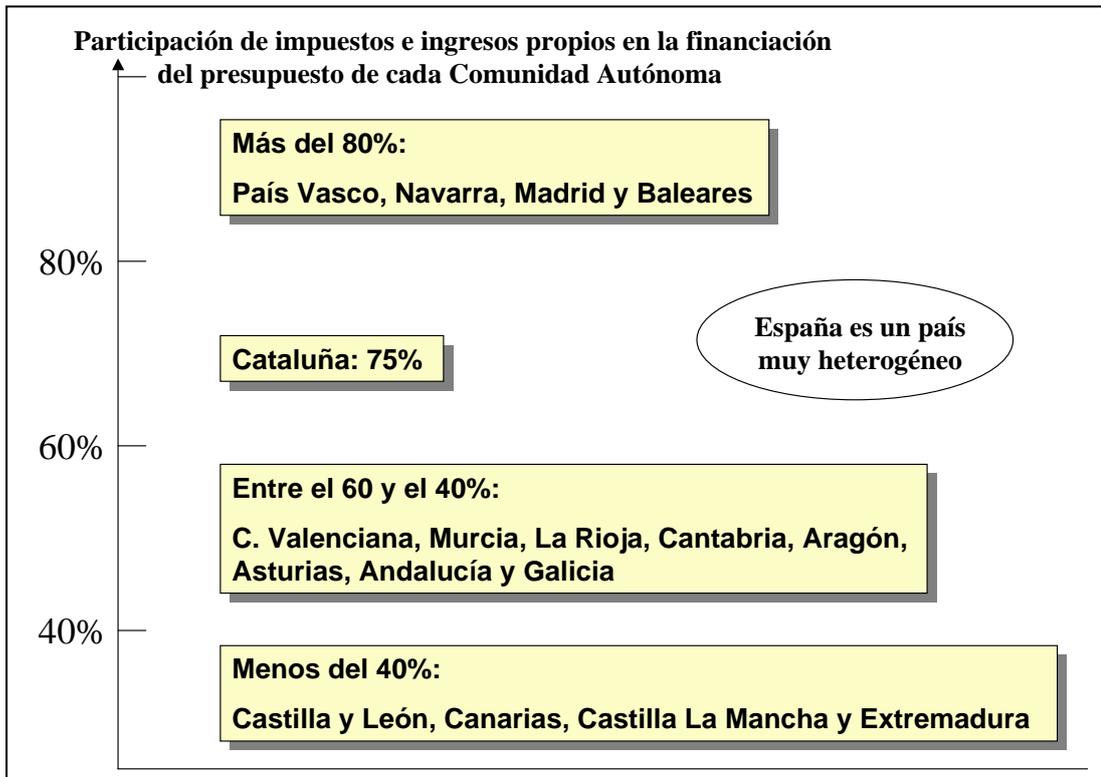


Figura nº9.- Capacidad de las Autonomías para atender sus presupuestos con ingresos propios.

Una parte importante de nuestras Autonomías atienden sus presupuestos con transferencias del Estado y de la Unión Europea. Hay que llamar la atención de los dos grupos de la parte baja de la figura nº9, en especial el de aportación propia de menos del 40% de su presupuesto. Estas Autonomías han de incrementar las actividades que les den ingresos propios en el futuro, es decir han de conseguir un desarrollo económico, y eso significa, en cierta medida, un incremento en el consumo energético.

- c) Ciudades y Áreas Urbanas.-** Un tema a tener en cuenta es el fuerte crecimiento que han tenido las grandes áreas urbanas en nuestro país, a veces alrededor de una gran ciudad, otras por un desarrollo turístico. Estos entornos en general no han tenido una evolución urbana adecuada, sobre todo pensando en la movilidad, y no cuentan con un transporte interior eficiente.

Las ciudades grandes tienen un efecto dominante sobre su entorno y concentran en ellas o sus alrededores, "ciudades dormitorio", un conjunto de actividades de servicios que fomentan la movilidad, desde áreas más o menos lejanas, o simplemente la interior. Se pueden citar entre ellos los eventos singulares que desarrollan los atractivos turísticos, temporales o permanentes. Por ejemplo grandes exposiciones, juegos deportivos, congresos, etc. Barcelona, Bilbao, Madrid, Sevilla, Valencia o Zaragoza, son muestra de ello.

De otro lado hay que referirse a grandes corredores urbanos, bien fomentados por el desarrollo turístico, costas de Málaga, Murcia, Alicante y algunos otros; o bien por el crecimiento del asentamiento, con alguna incidencia turística, costas del País Vasco, de Asturias, Corredor Atlántico Gallego, etc.

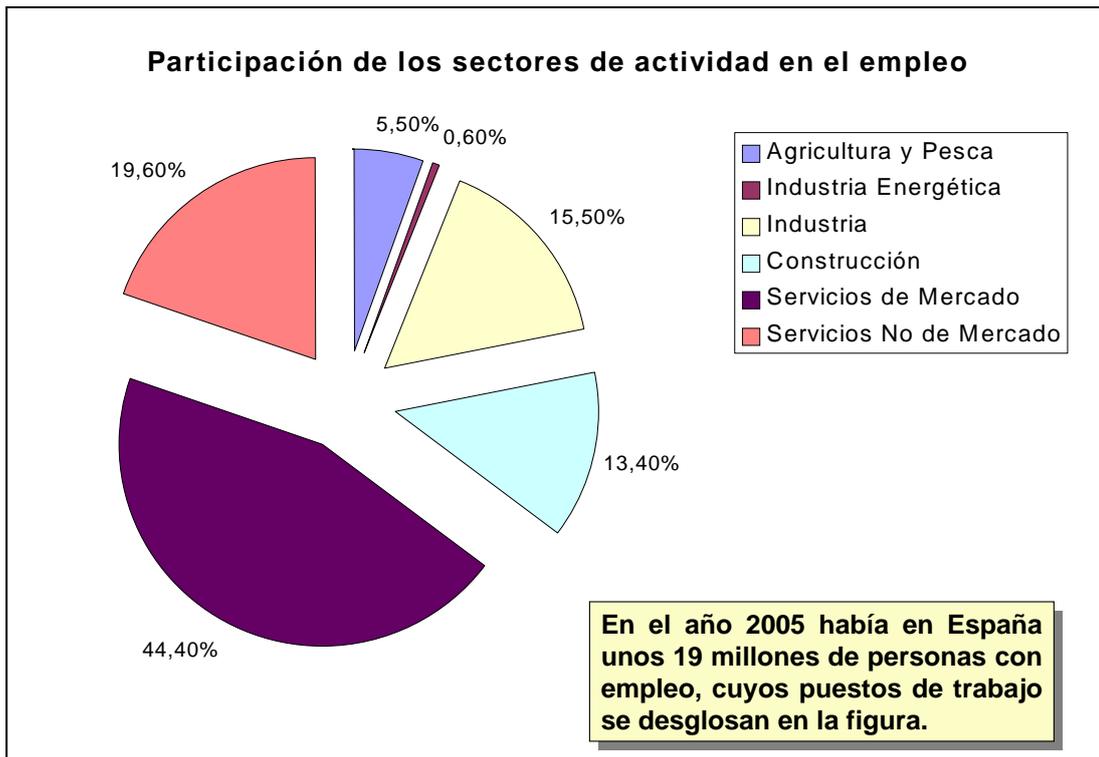
Este conjunto que reúne a los dos tercios de la población española, y a gran parte de los visitantes, obliga a una reflexión sobre su futura movilidad, en ella se encuentra la clave de nuestro esquema energético, de la futura actividad económica, que puede verse dañada en un escenario de carestía de petróleo y restricciones en la disponibilidad de carburantes; y finalmente en la gran cuestión de las emisiones de gases de efecto invernadero.

- d) **Economía de servicios.-** La economía española presenta imágenes que se prestan a visiones diferentes, desde las más optimistas a otras más pesimistas. El crecimiento del Producto Interior Bruto es elevado, ha llegado en el segundo trimestre del año 2006 al valor del 3,7%, el más elevado de los cinco últimos años. Estamos en un contexto mundial en el cual hay un crecimiento económico importante en diferentes países, entre ellos los de la Unión Europea.

El análisis de la economía española debe tener en primer lugar una visión de su componente de empleo, es la que se recoge en la figura nº10, que nos muestra cómo los servicios de mercado son con diferencia el primer concepto de actividad en nuestro país, que en gran medida se relacionan directa o indirectamente con el turismo.

Los servicios de no mercado, es decir, aquellos que en gran medida se relacionan con lo que se llamaba “El Estado del Bienestar”, o en lo que debiéramos calificar de “Servicios a la Ciudadanía”, que incluyen sanidad, educación y otras actividades de las administraciones públicas y organismos privados, son el segundo concepto de contribución al empleo.

Hay que citar que los servicios de no mercado son poco intensivos en movilidad, o pueden serlo si ésta se hace de forma racional, por ejemplo compartiendo el vehículo al ir al centro de estudios, o mejor usando el transporte colectivo. En España estos servicios tienen un déficit de desarrollo de todos conocido, y por ejemplo en lo que respecta al empleo ocupan en proporción la mitad de trabajadores que los correspondientes a la media de la Unión Europea de quince países, lo que se corresponde con que dedicamos menos gasto público a este concepto que otros países europeos.



**Figura nº10.- Desglose del empleo en España por sectores de actividad**

La construcción es una parte importante del empleo en nuestro país, aquí la citamos en esa línea de reflexión realizada en estos apartados, que conlleva a fomentar la movilidad excesiva. Evidentemente hay otras cuestiones de todos conocidas, desde especulación y corrupción, a demandas irracionales de agua, o excesiva ocupación de espacios, que merecen reflexiones sociales y políticas, que aquí no es el lugar de hacer.

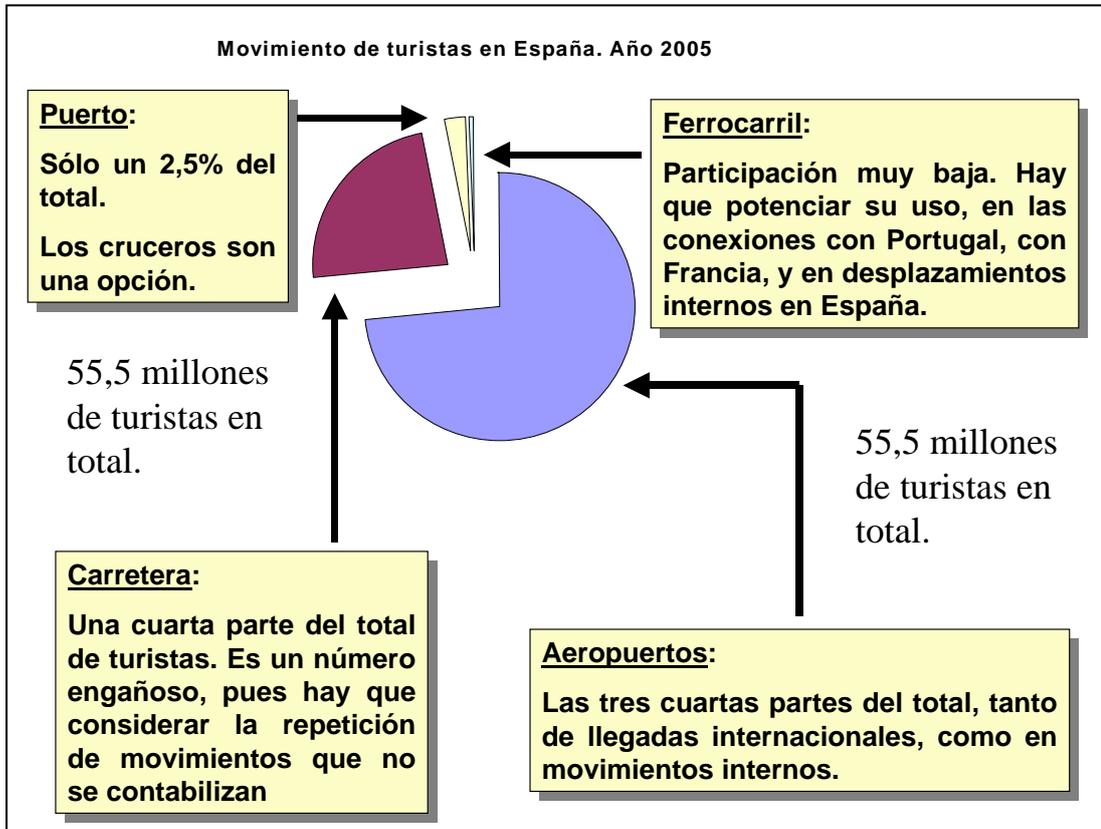
Sí que esa construcción, en las ciudades y grandes áreas urbanas, no va acompañada de manera previa en el tiempo, o paralela a su finalización, de planes de movilidad eficiente. De otro lado la mayor edificación en diferentes municipios sólo es una salida de segunda vivienda, que fomenta la movilidad de fin de semana, y deja los entornos rurales como "pueblos fantasma" en los periodos laborales, resuelve ciertas cuestiones de desarrollo municipal y crea otros problemas.

### **Turismo y transporte**

En turismo, España es un país significativo. Ocupamos el segundo lugar en el mundo por ingresos derivados de él, después de Estados Unidos, y el segundo lugar en número de visitantes, después de Francia. Por aportación directa e indirecta supone la sexta parte de nuestro Producto Interior Bruto, lo cual implica que es una actividad a cuidar.

Es una actividad que implica una importante demanda energética, en buena medida unida al transporte, tanto de los trabajadores del sector, como en la movilidad de los turistas, su medio de llegada a destino y los transportes alrededor de este. Hay que

señalar que se están incrementando el número de viajes para pocos días de duración de la actividad turística, esto supone una mayor participación del transporte en la actividad total.



**Figura nº11.- Movimientos de turistas desglosados por medios de transporte**

En la figura nº11 se incluye el desglose de los movimientos de turistas en España, cincuenta y cinco millones de turistas anuales, con algunos comentarios al respecto. Los aeropuertos y las carreteras son los conceptos más significativos, y que se unen a un consumo energético importante. Los destinos se reflejan en la figura mº12.

Es importante señalar el escaso peso del transporte por ferrocarril. Es un medio a recuperar, debiera pensarse en corredores de alta velocidad para un potencial alto uso, por ejemplo el que recorriera la costa mediterránea, desde Cataluña a Andalucía, o la cornisa cantábrica, desde el País Vasco a Galicia.

Hay que comenzar a pensar ya en ese momento en que puede descender la oferta de derivados del petróleo, utilizados en el transporte, tal como se comentó en el capítulo I, al que podemos llegar en un par de décadas, tiempo que se emplearía en la construcción de esos ferrocarriles. Se vuelve a este tema más adelante.

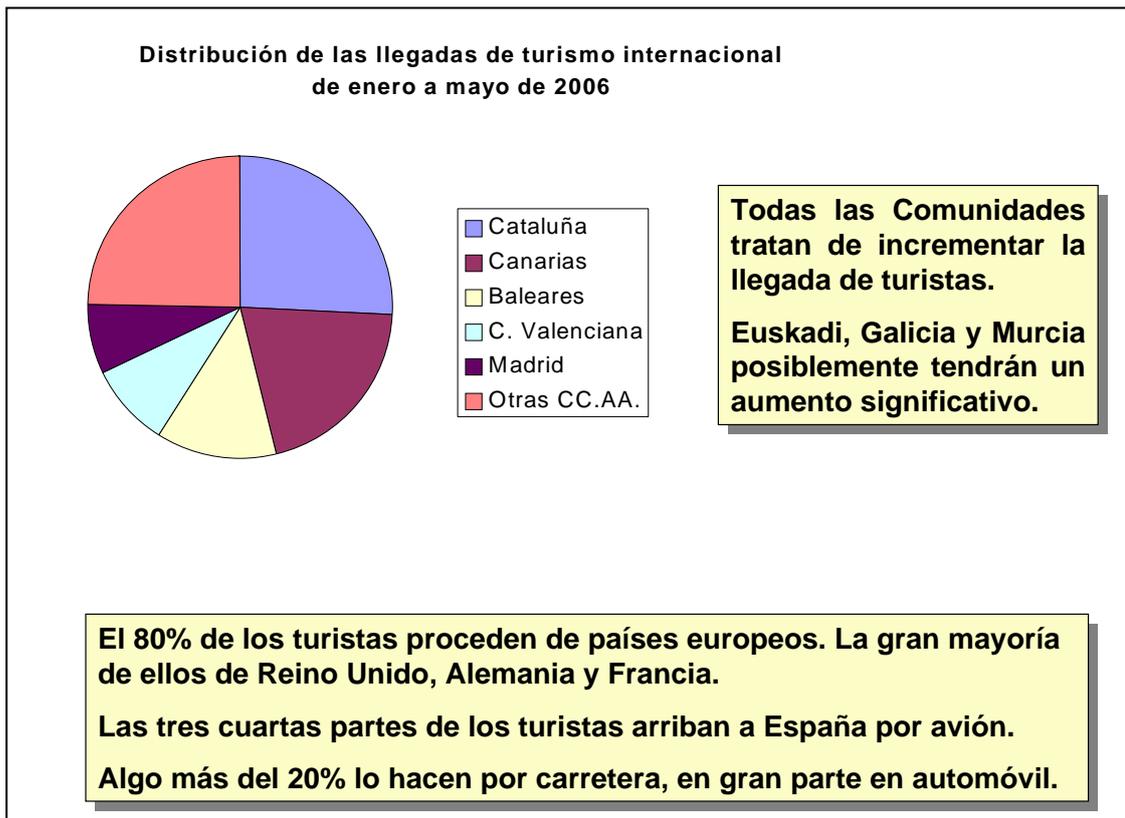


Figura nº12.- Distribución de la llegada de turista a España y sus CC.AA.

Otro fenómeno es el incremento del turismo de congresos y cultural, el primero suele tener más gasto unitario, y lo buscan las ciudades que se han promocionado con diferentes actividades, desde exposiciones o foros, a juegos olímpicos u otros eventos. Es el caso antes citado de Madrid, Barcelona, Valencia, Sevilla, Zaragoza o Bilbao. Esto supondrá un incremento de los viajes en avión y un consumo energético importante.

Hay que señalar que el turismo conlleva una actividad de exportación incluida en él, todas las compras que hacen los visitantes, o una parte de ellas. Los productos de alto valor añadido en el área alimentaria, los textiles y el cuero, y también la cerámica, son ejemplos a tener en cuenta.

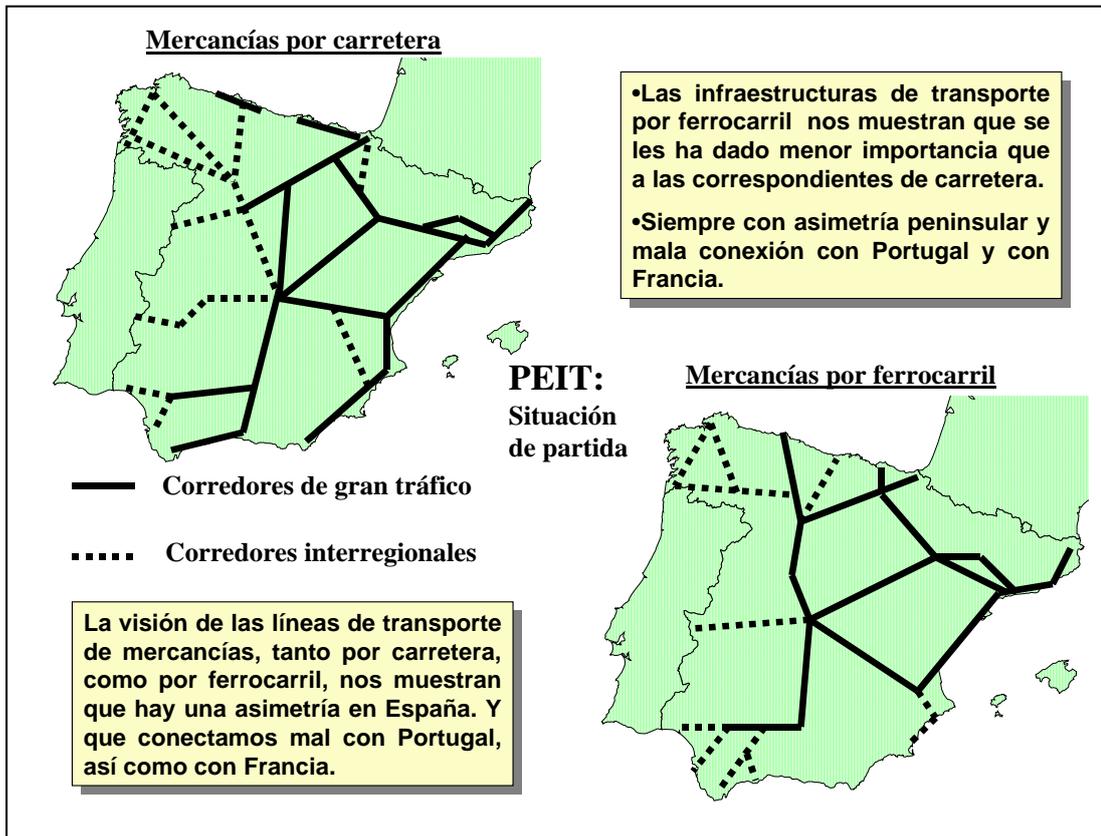
**El turismo es una actividad en la cual se han especializado España como país, y las empresas en particular, por tanto es conveniente conservarlo y potenciarlo. Aunque en general es una actividad que conlleva un uso intensivo de energía que está unido a la movilidad; parece necesaria una reflexión sobre cómo modificar paulatinamente este aspecto para conseguir una menor intensidad energética, e incluso prepararse para mantener turismo aunque haya problemas con la energía en el futuro.**

### **Visión global del transporte en España**

La entrada de España en la Unión Europea en el año 1985 supuso, entre otras cosas, un aporte de fondos desde ella que se dirigió a mejorar las infraestructuras de

comunicación. Ese impulso no se ha detenido. Presenta un aspecto positivo cual es la vertebración del territorio, pero con matices discutibles en su ordenación final.

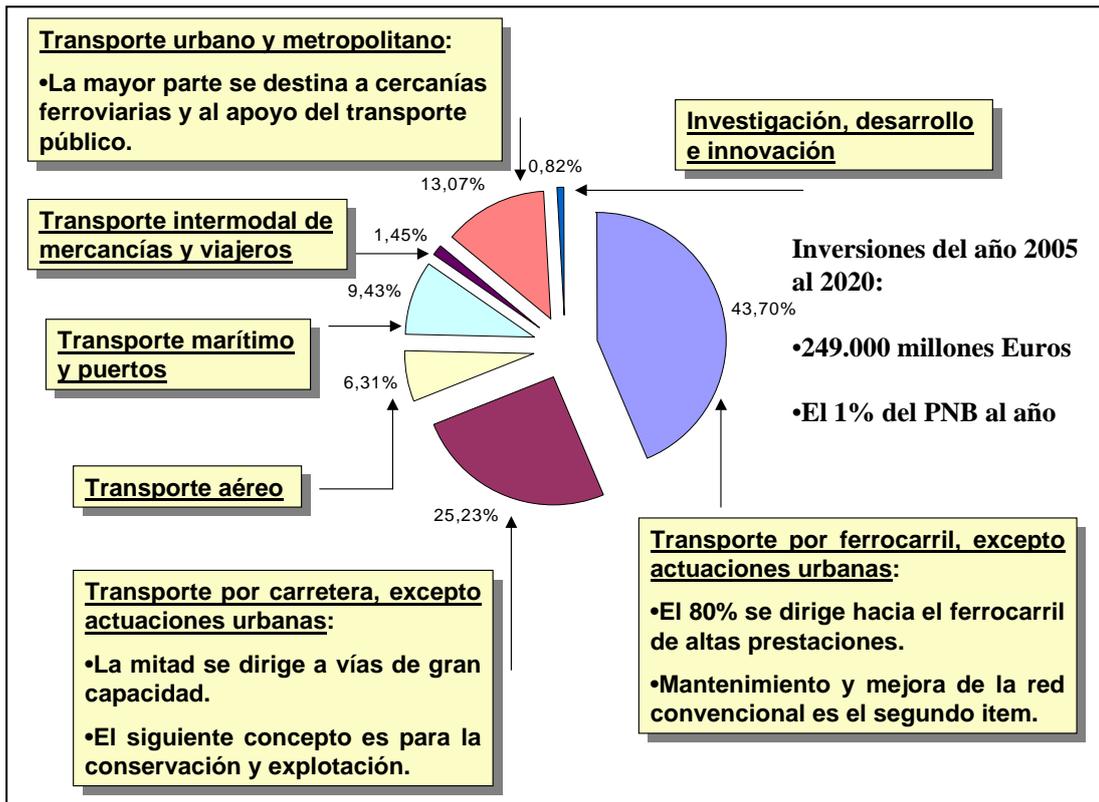
Sí que hay que señalar que esas inversiones han incrementado sensiblemente el transporte y la movilidad, y por lo tanto el consumo de energía. El hecho de que las actuaciones se dirigieran de forma preferente a carreteras y autovías ha disparado la demanda de carburantes, fundamentalmente gasóleo.



**Figura nº13.- Infraestructuras de transporte de mercancías por carretera y ferrocarril**

En ese desarrollo, tanto de carreteras como de ferrocarril, ha primado la estructuración del lado este de la Península, aunque no se han conseguido conexiones con Francia por el Pirineo Central; se ha olvidado en cierta medida potenciar las conexiones con Portugal. A título de ejemplo obsérvense la valoración de las infraestructuras de transporte de mercancías. Figura nº13.

A finales del pasado año 2005 publicó el Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte, PEIT, que significa ante todo un esfuerzo inversor muy significativo, equivalente al 1% del Producto Nacional Bruto en un periodo de quince años, desde el actual al 2020. El desglose de inversiones se recoge en la figura nº14.



**Figura nº14.- Desglose de inversiones por conceptos en el PEIT**

Es necesario señalar que se hace un esfuerzo significativo en el desarrollo del ferrocarril, el de altas prestaciones, que va a unir una serie de ciudades o áreas urbanas del país a velocidad alta. Es una opción para que hubiera un cierto cambio de modos de transporte, al menos de personas, éstas pueden sustituir los viajes de avión por los de ferrocarril, o incluso, y de forma deseable, los de automóvil por línea férrea.

- El cambio de avión por ferrocarril puede suponer un menor consumo energético, pero sobre todo introduce el cambio de derivados del petróleo por electricidad, más fácil de obtener ésta por energías renovables; aparte de que ayuda a descongestionar los aeropuertos. Es una opción válida para los movimientos ciudad a ciudad.
- La sustitución de la carretera por el ferrocarril provoca una mayor eficiencia energética, sobre todo en los automóviles con poco grado de ocupación, y cambia además derivados del petróleo por electricidad. Es útil en el turismo urbano, que ahora se está promocionando. Ahora bien, se han de considerar dos temas: el coste del billete de ferrocarril, y la necesidad de disponer de una movilidad colectiva fácil y flexible en los entornos urbanos, para así incitar al cambio.

La situación de partida es asimétrica en dos aspectos. En la actualidad tienen más peso las conexiones por carretera que las de ferrocarril, y además en ambos casos hay un mayor desarrollo en el lado mediterráneo que en el del Atlántico.

Hacia futuro hay que pensar sobre qué opción se le da al Norte de África, si se mantienen las conexiones con barco entre los dos lados del Estrecho de Gibraltar, con las frecuentes situaciones de congestión, o hacer unas ligazones por carretera y

ferrocarril, el túnel o el puente, lo que daría una mayor posibilidad de movilidad y comercio a los pueblos del Magreb.

Sea como sea hay que esperar un aumento del transporte en esa conexión de África a Europa, lo cual, entre otras cosas, significa un mayor consumo de energía. En este sentido sería interesante tanto un mayor peso de la unión por ferrocarril, que ahora es débil, como muestra la figura<sup>13</sup>, como una conexión mediante corredores marítimos, bien por el Mediterráneo, bien por el lado atlántico de Europa.

En relación con el transporte marítimo, que es más eficiente que la carretera en el uso de la energía, hay que señalar que se están estudiando y promocionando las terminales de contenedores como alternativa para el transporte de mercancías frente a las vías terrestres, sobre todo cuando las distancias a recorrer superan los 500 km. En este sentido se debieran considerar las dos alternativas costeras españolas, que ya se incluyen en el PEIT:

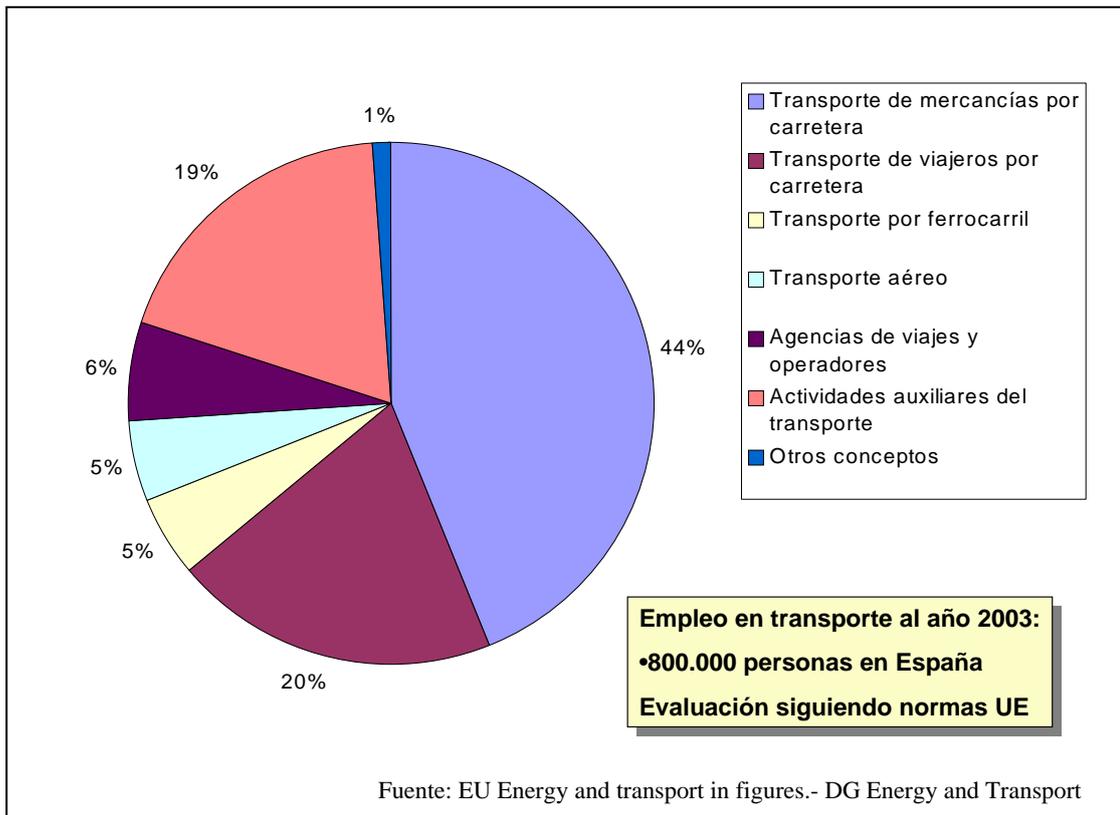
- Puertos del corredor mediterráneo, que pueden atraer el tráfico desde y con el Norte de África, también con otros destinos: Algeciras, Cartagena, Valencia, Tarragona y Barcelona, que son los de mayor volumen de tráfico, pero que están en entornos geográficos de cierta congestión en tierra.
- Puertos del Cantábrico y Galicia, que debieran atraer parte del tráfico de Marruecos y África Occidental, pero también de América y otros destinos: Bilbao, Gijón, Ferrol, A Coruña y Vigo, entre otros, que todavía no están aprovechados en todo su potencial. Pero que demandan una buena línea férrea para todo el Norte de España.

El transporte aéreo ha crecido significativamente en toda Europa en los últimos años. En España hay un cierto interés por el control de los aeropuertos más importantes, y por la construcción de otros nuevos, bien con inversión pública, el posible de Camporeal en Madrid, bien con inversión privada, caso de Ciudad Real.

La creación de centros logísticos de transporte será un condicionante para la evolución del transporte por carretera y ferrocarril, conexiones con puertos y con aeropuertos. El planteamiento alrededor de Zaragoza es significativo, es el centro de los cuatro pilares del desarrollo económico de este país, las Comunidades Autónomas de: Cataluña, Euskadi, Madrid y Valencia; se encuentra en lo que un clásico de los estudios de la economía española dio en llamar "Los centros de gravedad de la economía española" ya en los primeros años setenta del pasado siglo.

Aquella visión hablaba ya de varias Españas. En primer lugar estaba el cuadrante noreste, definido por los vértices de Barcelona, Bilbao, Madrid y Valencia, pero con un vacío interior marcado por Aragón y áreas aledañas. Luego las otras regiones españolas que se quedaban retrasadas, pero muy distintas entre sí. No parece que las cosas hayan cambiado mucho desde hace treinta años.

En cualquier caso, y aparte de las disgresiones sociales e históricas, hay que señalar que las diferentes modalidades de transporte en España van a tener opciones para incrementar su volumen, lo que ineludiblemente supondrá un aumento del consumo energético.



**Figura nº15.- Empleo ligado al sector transporte en España, año 2003**

El transporte es un sector sobre el cual habrá que incidir a la hora de caminar hacia un consumo más eficiente de la energía y de conseguir un cierto ahorro. Pero es un entorno a estudiar cuidadosamente, supone al menos 800.000 puestos de trabajo, lo cual representa en torno al 4% del empleo en España.

En nuestro caso hay que estudiar el esquema empresarial, donde por ejemplo hay más de 125.000 empresas de transporte de mercancías por carretera, y más de 65.000 de pasajeros también por carretera, lo que significa, en relación al empleo generado, que hay una elevada presencia de trabajadores autónomos.

Por otro lado hay que considerar que el transporte, y en especial la carretera, es un motivo de accidentes mortales; en el caso de la carretera sobrepasamos los 4.000 fallecidos al año, una parte importante en "accidentes *in itinere*", y otra de trabajadores del propio transporte. Nos encontramos en ratios de mortalidad superiores a la media europea. Por ejemplo, en el año 2003 hubo en España 126 fallecidos por cada millón de habitantes, mientras que en la Unión Europea fueron 102.

Se están tomando medidas para reducir la siniestralidad. En el caso de los conductores particulares parece que están siendo positivas; pero hay que llamar también la atención sobre la situación de los profesionales, con presiones negativas en su trabajo sobre horarios a cumplir o número de viajes, etc.

## **Consumos energéticos en el transporte**

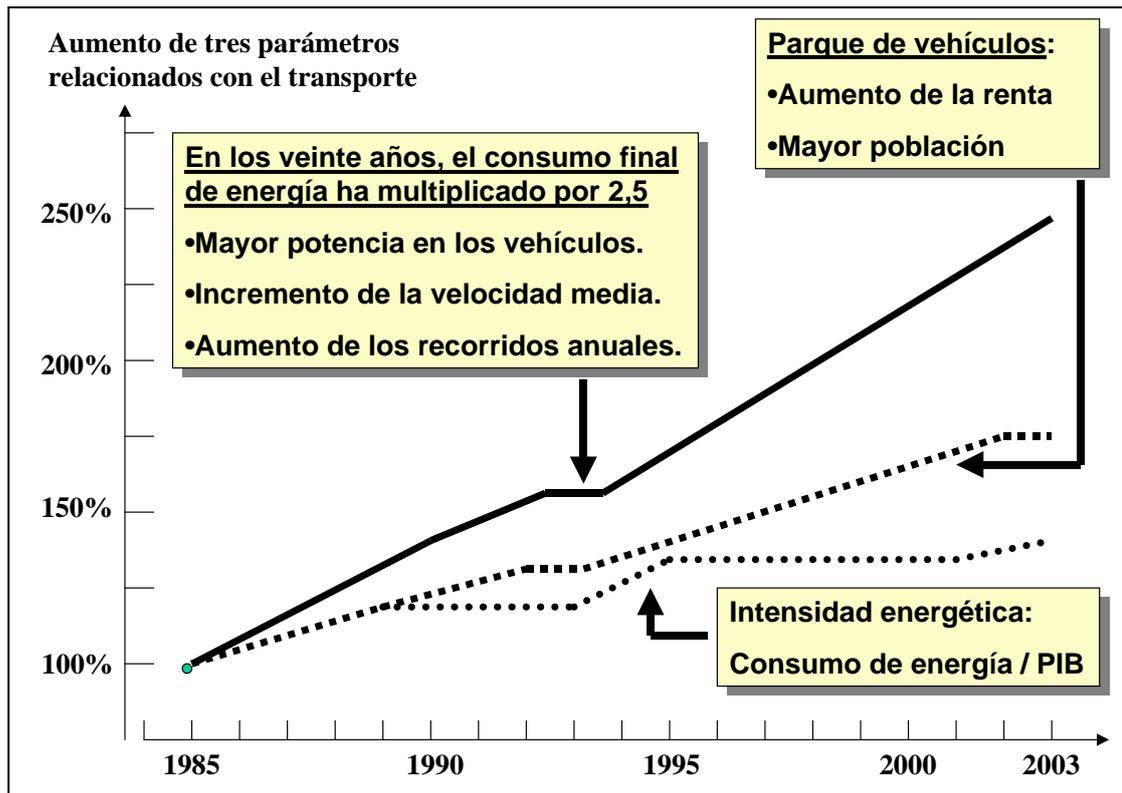
Ya se ha indicado repetidas veces, de forma intencionada, que el consumo energético del transporte es casi el 40% del total del consumo final en España. La carretera se lleva el 80% del total en transporte, pero hay que señalar que el aéreo ya supera el 12% del mismo; es decir el transporte aéreo supone el 5% del total del consumo final de energía en nuestro país.

La intensidad energética del sector transporte, algo más de 0,06 kep por euro de 1995 es muy superior a la media de la Unión europea, 0,04 kep por euro de 1995. Por encima de la de la mayoría de los países de la Unión, salvo Portugal y Grecia, también periféricos; este aspecto de estar en la periferia es un factor determinante.

También hay que tener en cuenta el escaso peso del ferrocarril en nuestros movimientos de personas y mercancías. Pero además es preciso resaltar que se mueven muchas mercancías en largos recorridos, con valores económicos añadidos no significativamente elevados, en un esquema de competencia alta entre las empresas.

Si analizamos el sector veremos que es factible ahorrar energía en transporte, en primer lugar con racionalización del mismo, a nivel personal reduciendo la velocidad de desplazamiento u ocupando mejor los automóviles privados, en líneas generales buscando las formas de utilizar más el ferrocarril, etc. Pero hoy por hoy priman aspectos que no lo favorecen por ejemplo:

- En transporte de mercancías se busca rapidez y flexibilidad. Esto hace por ejemplo que las furgonetas ligeras con un solo conductor desplacen a parte de los camiones pesados, que han de tener dos chóferes y van más despacio, aunque ese cambio induzca más siniestrabilidad en la ruta.
- En la movilidad de personas, el factor de realización personal se une cada vez más al automóvil de alta cilindrada, y a la velocidad; a lo cual no es ajeno la excesiva muestra de las competiciones deportivas de automóviles en los medios.



**Figura nº16.- Evolución del consumo energético y otros parámetros del transporte**

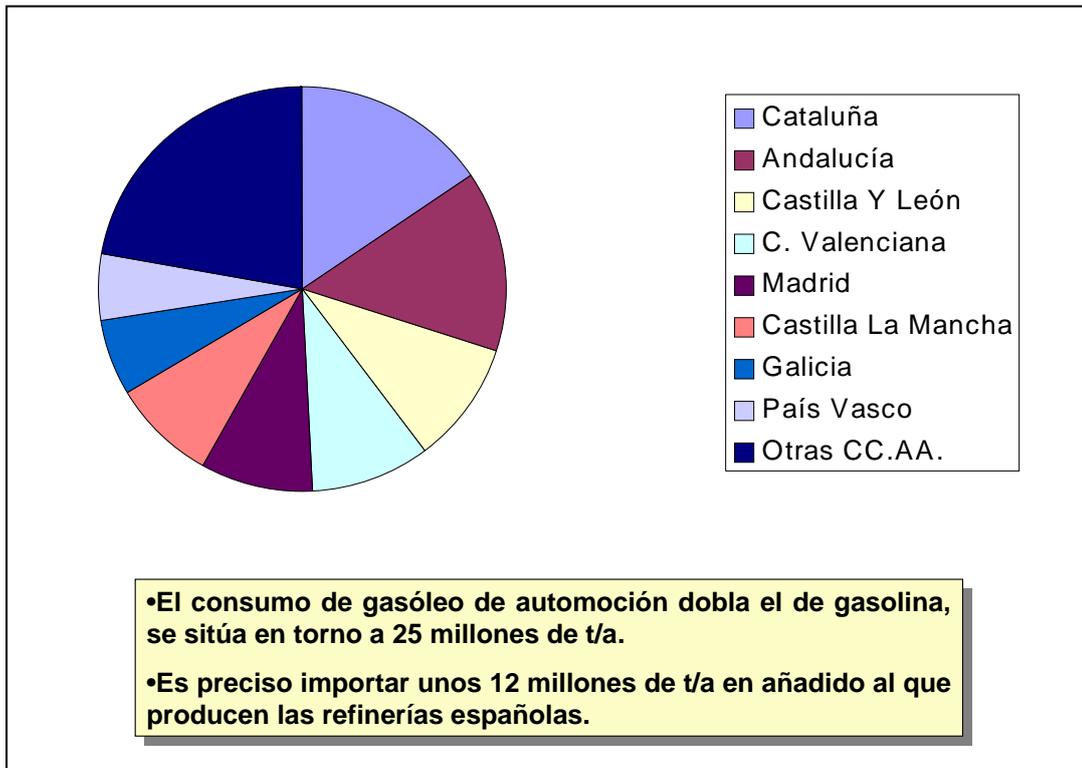
Nos encontramos así con que el consumo energético en transporte ha crecido de forma significativa en los últimos años, se ha multiplicado por 2,5 en unos veinte años. En la figura nº16 encontramos esa evolución.

Otros aspectos que no se ven en ella es que entre los derivados del petróleo que utilizamos, el gasóleo dobla el consumo de gasolina, y que entre ambos llegan casi a 35 millones de tep. Si analizamos el consumo de gasóleo desglosado por Comunidades Autónomas nos encontramos con un esquema como el de la figura nº17, que nos permite hacer algunas reflexiones.

- Cataluña y Andalucía ocupan primeros lugares dentro del esquema global de consumo, son acordes con su participación en la población del país. Pero también son autonomías con peso significativo del turismo, y de paso de vehículos desde o hacia otros países.
- Castilla Y León, así como Castilla La Mancha, que tienen una baja participación en la población total del país presentan un elevado consumo de gasóleo, está relacionado con ese hecho ya citado de los “vacíos interiores” dedicados a ser corredores de transporte.
- La Comunidad Valenciana tiene un consumo proporcionalmente mayor que su participación en la población total en razón de ser un territorio de paso y a la vez por su desarrollo turístico.
- Madrid tiene un peso en el consumo menor que el correspondiente a su población, en cierta medida es una Comunidad de llegada y salida, así como de paso; pero

hay que señalar que por su propia densidad de población y circulación, los conductores tiende a repostar en estaciones de servicio fuera de su aglomeración.

- **Por otro lado hay una serie de Autonomías más pequeñas, que tienen participaciones en los consumos de gasóleo acordes con sus poblaciones.**



**Figura nº17.- Desglose del consumo de gasóleo de automoción por Comunidades Autónomas**

En esa figura nº17 no se ha querido resaltar el número de orden de la participación concreta de cada autonomía, pues aparecen algunas pequeñas discrepancias a la hora de la valoración exacta de los consumos asignables a automoción. Pero los datos comparativos son válidos a los efectos que se quieren resaltar, tanto en la importancia del transporte en nuestro país, como sobre ese vacío interior, salvo el representado por la Comunidad de Madrid, que nos trae una preocupación por la ordenación y uso del territorio.

También se quiere manifestar que esa clasificación de Comunidades Autónomas según su incremento de emisiones de CO<sub>2</sub>, que a veces se quiere presentar a la hora de valorar el cumplimiento o no del Compromiso de Kioto, no tiene ningún sentido, y que hemos de mirar el todo uno del país.

En ese conjunto del país no sólo cuenta el transporte sino también donde se genera la electricidad, en especial con combustibles fósiles, o donde se encuentra la siderurgia integral, la que utiliza carbón, o las fábricas de cemento, etc.

### III.- ANÁLISIS AMBIENTAL Y PERCEPCIÓN SOCIAL

#### Reflexión inicial

En 1974 se inaugura la M-30, poniendo en circulación a 500.000 automóviles en la ciudad de Madrid. En 1997 se inaugura el último tramo de la M-40 y en el 2002 la M-45. Entre 2000 y 2006 se construye la M-50 y ya están proyectadas la M-60 y la M-70. Sólo en esta comunidad autónoma se construyeron entre 1996 y 2004, 290 kilómetros de autopistas.

¿Qué implican estas cifras? ¿Qué nos dicen en el plano ambiental y en el social?

Este crecimiento exponencial en la construcción de carreteras en los últimos años en las grandes ciudades choca frontalmente con el hecho ya evidenciado en 1963 por Buchanan en su "Traffic in Towns" de que las infraestructuras generan más tráfico del que absorben. Al contrario, poniendo a prueba esta afirmación, el transporte por carretera en nuestro país no hace sino crecer y significar más en el reparto final de consumo energético y de emisiones de efecto invernadero.

Las emisiones del sector transporte, en su mayor parte debidas al transporte por carretera (tanto interurbano como urbano) suponen el 22,6% de las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y el 37% de óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>). (Plan estratégico de Infraestructuras y Transporte. Documento propuesta. Diciembre de 2004).

Esto plantea un desafío, a nivel global, nacional y local. A nivel global, en el contexto de los compromisos adquiridos en el Protocolo de Kyoto, de los que España se encuentra muy alejada. España es el país de la UE que más se aleja de su compromiso adquirido en este protocolo, aumentar sus emisiones un 15% respecto de las de 1990. Tal como se vio en la figura nº5.

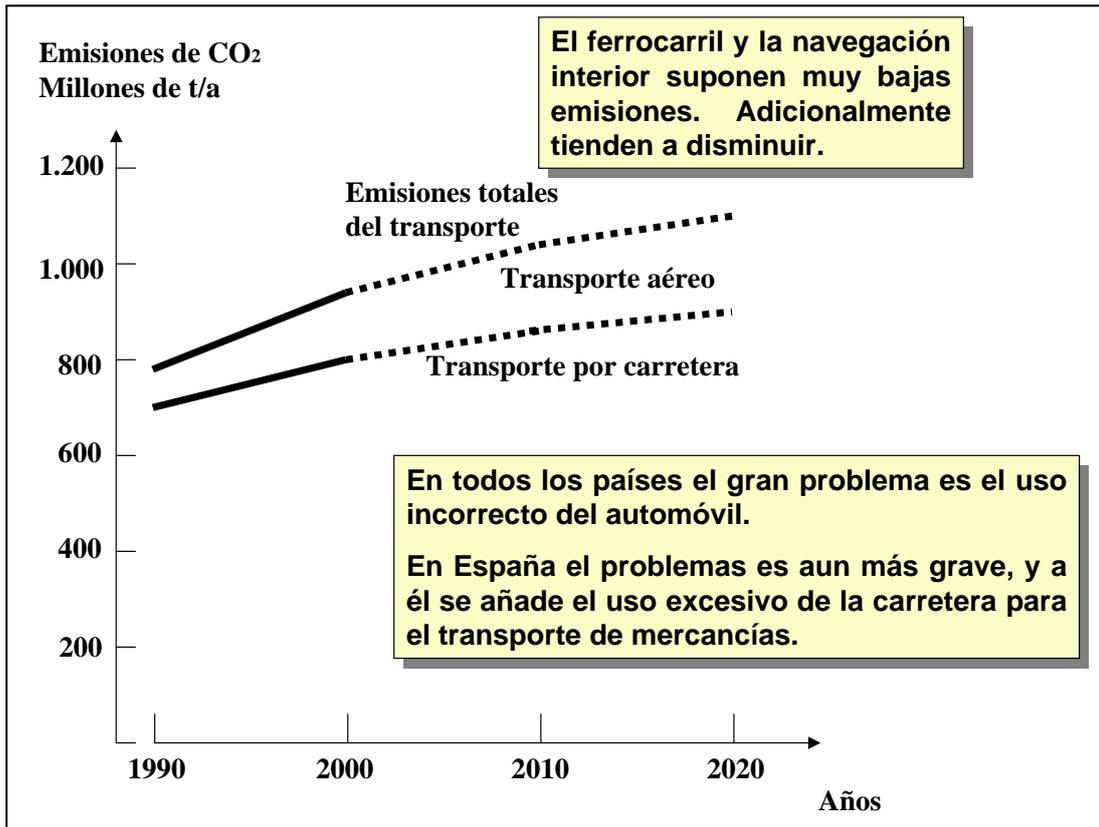
Para alcanzar estos compromisos debemos trabajar tanto a nivel nacional y local, y el transporte va a ser uno de los sectores donde más incidir. Es además un desafío complicado, en el que deberán tratarse distintas soluciones que permitan, desde el marco de la sostenibilidad, alcanzar las condiciones apropiadas para satisfacer demandas, mejorar la calidad del aire y permitir un crecimiento sostenido de las infraestructuras.

Y es que son muchos los problemas vinculados al transporte, tanto de índole ambiental como social. El tráfico es el problema más evidente derivado del transporte, pero no el único ni el más importante. El ruido y la contaminación atmosférica también se relacionan fácilmente. Pero hagamos un pequeño resumen tanto de los problemas ambientales como de los sociales derivados del uso de los medios de transporte, desde los más globales a los locales:

#### Cambio Climático

En cuanto al principal gas causante del efecto invernadero, el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el sector del transporte es responsable en la UE del 28% de estas emisiones. La mayor parte de esta cantidad, el 84%, proviene de los vehículos de carretera y un 13% de los aviones. Se prevé que en 2010 sean casi 40% superiores a las de 1990 a pesar del objetivo global de la UE de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 8% en este período.

En este contexto, un nuevo concepto aparece cada vez con mayor frecuencia en los periódicos, el de refugiado ambiental. Naciones Unidas anuncia que el mayor desplazamiento de personas ya no se produce ni se producirá por los conflictos armados, sino que vendrán provocados por el cambio climático y los desastres de origen natural, como sequías e inundaciones. Y no sólo esto, la Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que el calentamiento de la Tierra tiene influencia directa en alrededor de 150.000 muertes anuales y cinco millones de enfermos. ¿Es posible que nuestras acciones cotidianas tengan repercusiones a tan gran escala? Ya no nos cabe la duda de que realmente sí.



**Figura nº18.- Estimación de evolución de las emisiones de CO<sub>2</sub> en el transporte en la Unión Europea**

En la valoración de las emisiones de gases de efecto invernadero en los pasados años se ha hecho hincapié en lo que afectaba a los llamados “sectores de la directiva”, básicamente generación de electricidad e industriales, que suponen menos del 45% del total de emisiones; se olvidaban en cierta medida otros sectores como el transporte, cuyas emisiones siguen creciendo.

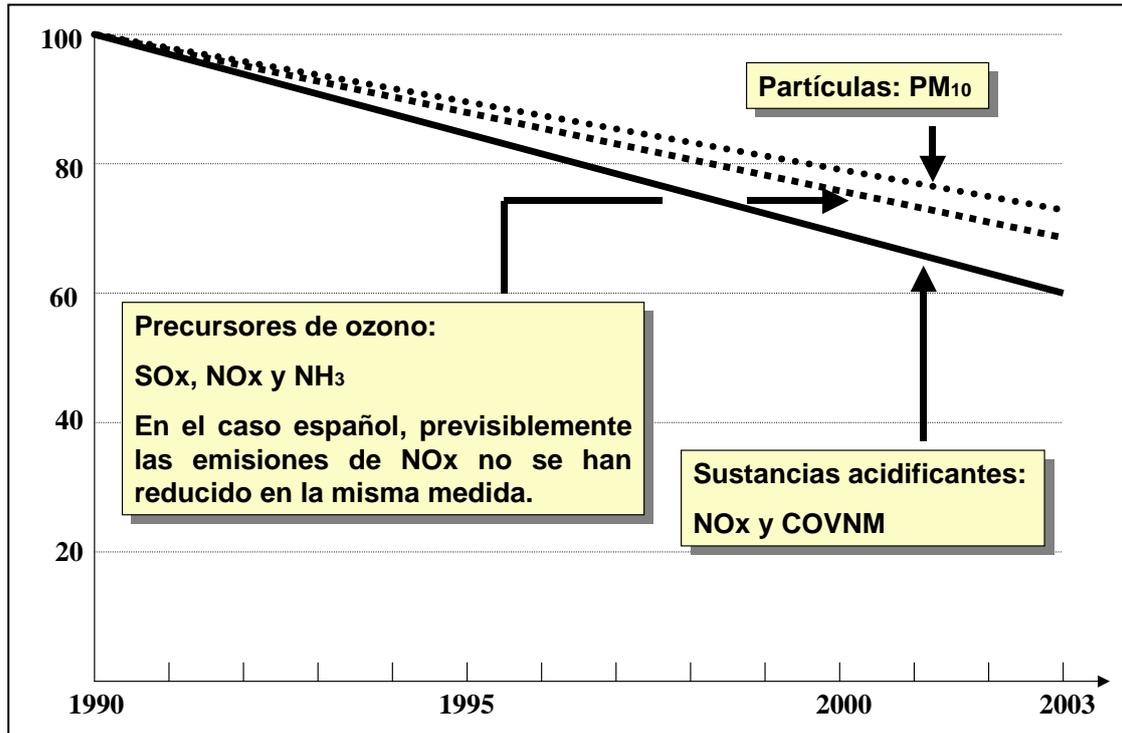
En la figura nº18 se recogen los valores de evolución ya habidos en la Unión Europea, junto con las previsiones para la próxima década, el dibujo no es nada halagüeño, las emisiones en el transporte por carretera siguen creciendo, pero además van tomando peso las correspondientes al transporte aéreo, “olvidadas” en el Compromiso de Kioto.

**Sería importante que en España tuviéramos estimaciones de evolución previsible del conjunto de emisiones para el transporte, posiblemente nos**

asustáramos más aun. Veríamos que no se puede hablar con tanta ligereza de cumplir con el Compromiso de Kioto.

### Contaminación atmosférica en el entorno de las ciudades

En los países desarrollados la preocupación por la calidad del aire se ha convertido en un objetivo de primera magnitud, quizás en opinión de algunos de forma exagerada, ya que tapa la preocupación por otros problemas, en particular las emisiones de gases de efecto invernadero, o lo que acontece en los entornos del Tercer Mundo.



**Figura nº19.- Reducción de las emisiones contaminantes en la Unión Europea**

En cualquier caso se está produciendo un devenir positivo en los que respecta a reducción de emisiones de contaminantes, como muestra la figura nº19 para el promedio de la Unión Europea, que quizás no es así para todos los países, en particular en lo relativo a emisiones de óxidos de nitrógeno en entornos congestionados, como ocurre en la mayoría de las ciudades españolas, donde el tema de contaminación por ozono es importante.

La introducción masiva de catalizadores y de gasolinas sin plomo ha provocado la disminución progresiva de ciertas emisiones contaminantes de los vehículos españoles, óxidos de azufre, plomo o monóxido de carbono. Sin embargo en la actualidad, prácticamente todas las grandes ciudades presentan, en mayor o menor medida, algunos episodios de superación de los límites de calidad del aire establecidos por la normativa europea y nacional en cuanto a partículas en suspensión inferiores a 10 micras, óxidos de nitrógeno u ozono troposférico.

La circulación de los vehículos supone el lanzamiento a la atmósfera de más de un millar de diferentes sustancias químicas: monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre, plomo, metales pesados, etc. Algunos de los efectos ambientales de

estos contaminantes van desde la destrucción de la capa de ozono hasta la lluvia ácida, además de alergias, enfermedades respiratorias, etc. Pero además también debemos tener en cuenta que no sólo se producen problemas en la fase de circulación de los vehículos sino también en la de fabricación y en la de mantenimiento.

### **Ocupación del territorio**

Todas las ciudades utilizan gran parte de superficie para el uso viario y de aparcamiento. En una ciudad como Los Ángeles, un 60% de su superficie urbana está dedicada a los automóviles. Pero no nos hace falta irnos tan lejos, cualquier desarrollo urbano reciente en una ciudad española puede dedicar fácilmente un 40% de su espacio útil a estos usos. Además, debemos tener en cuenta que la incidencia de las infraestructuras de transporte sobre el territorio, especialmente los ecosistemas naturales, no se limita a la ocupación del mismo sino que provoca la fragmentación de los ecosistemas, factor importante de degradación ecológica muy ligado a la pérdida de biodiversidad.

Por todo esto, el planteamiento urbanístico debe ir orientado a la proximidad, a crear ciudades densas y no difusas en las que sus servicios y actividades sean accesibles en transporte público. Una de las prioridades que se presenta en la actualidad es frenar la terciarización de las ciudades y la desclasificación de suelos aptos para urbanizar que procedan de suelos urbanizables protegidos. Por medios de transporte, el ferrocarril convencional es el modo que provoca una menor afección sobre el territorio.

### **Tráfico y Accidentes**

Cada día se producen atascos de 7.500 kilómetros de carreteras europeas. Sólo en España, hay 24 millones de vehículos, de los cuales 18 millones son turismos, cifra superior a la suma de coches de India y China. No es de extrañar por tanto y como veremos más adelante, que el tráfico sea uno de los primeros problemas ambientales que nos vienen a la mente a los españoles.

Los accidentes de tráfico son la principal causa de muerte en la población entre los 6 y los 25 años. En España, el número de víctimas mortales en accidentes interurbanos ha descendido desde el año 1990, aunque la siniestralidad española en relación con el parque automovilístico y con la movilidad existente, resulta todavía elevada, 14 muertos por cada mil viajeros-kilómetro.

En España mueren anualmente más de 7.000 personas a causa de los accidentes de tráfico, muchos de ellos peatones o ciclistas. Ningún grupo terrorista en el mundo, ni siquiera el ataque terrorista del 11 de septiembre, causan tantas muertes como el automóvil. Cerca de medio millón de personas mueren anualmente en el mundo a causa del automóvil, cerca de 40.000 al año en la Unión Europea. En este sentido, la Dirección General de Tráfico, mantiene un trabajo continuo para la sensibilización de los conductores y peatones en el tema de la seguridad vial.

### **Ruido**

Provocado en los entornos urbanos principalmente por el tráfico, va incrementando en nuestro país en los últimos años. Se considera que el 74% de la población española

está sometida a niveles sonoros altos. El ruido deriva en problemas de salud claros como molestias, perturbaciones del sueño y el descanso y en el desarrollo de los niños, hipertensión, influencia en enfermedades cardiovasculares, perturbaciones en la comunicación y un incremento de las conductas agresivas.

España es el segundo país del mundo, tras Japón, en niveles de ruido y el primero entre los países de la Unión Europea. El ruido causado por el tráfico depende fundamentalmente de los ruidos de los motores y del contacto de las ruedas con la calzada. Los camiones, motos y autobuses son los vehículos que más ruido producen. Un camión provoca un ruido equivalente al de diez coches. También influye el estilo de conducción, un sólo coche a 4000 revoluciones por minuto hace el mismo ruido que 32 coches que circulen a 2000 revoluciones por minuto.

El mapa acústico realizado por el Ayuntamiento de Madrid en 1992 indicó que el 68% del territorio estudiado se encuentra por encima de los 65 decibelios, límite de tolerancia ambiental aceptado para el ruido. El 0.5% de la población de la OCDE soporta niveles de ruido superiores a los 65 decibelios debido a los aeropuertos.

### **Problemas en la salud por la calidad del aire**

La relación entre transporte y salud es más importante de lo que solemos pensar. En primer lugar nos encontramos con la multitud de contaminantes que producen los motores de los vehículos cuando queman los carburantes. Entre estos contaminantes están los óxidos de nitrógeno, el monóxido de carbono, compuestos orgánicos volátiles, partículas en suspensión, etc. Todos estos contaminantes producen dos tipos de efectos sobre nuestra salud:

- **Efectos agudos:** Debidos a exposiciones con concentraciones muy elevadas que agravan los problemas respiratorios sobre todo en personas que sufren problemas pulmonares, producen alteraciones de las mucosas, asma e incluso enfermedades cardiovasculares.
- **Efectos crónicos:** se desarrollan a lo largo del tiempo después de exposiciones prolongadas, afectan a todos pero tienen especial relevancia en niños y personas mayores.

En la UE, las emisiones procedentes del tráfico han disminuido considerablemente en la última década, tal como se mostraba en la figura nº19; principalmente debido a la introducción de tubos de escape catalíticos en los nuevos vehículos y a la utilización de carburantes que contaminan menos el medio ambiente. Esta innovación tecnológica es una parte de la solución a este problema pero también se hace imprescindible la disminución del uso del coche privado sobre todo en las ciudades.

**Esta preocupación europea por nuestro entorno la debiéramos hacer extensiva a las grandes ciudades del Tercer Mundo, en ellas el problema es muy importante, y debiéramos establecer mecanismos de colaboración para que puedan avanzar hacia un tráfico más limpio.**

### **Segregación espacial**

La segregación espacial producida por el transporte tiene que ver con la creación de nuevas ciudades cada vez más difusas en las cuales se hace más necesaria la utilización del transporte motorizado, más concretamente del automóvil, el cual

requiere para su funcionamiento una gran cantidad de espacio. Además, estos nuevos enclaves están diseñados de forma que las diferentes actividades se emplazan en lugares exclusivos para las mismas de forma que se incrementan considerablemente las distancias entre los distintos usos, haciendo necesario el uso del automóvil para realizar distintas tareas debido a la distancia existente entre ellas.

Como resultado, dependemos mucho más del transporte motorizado para realizar nuestras actividades cotidianas. La segregación espacial va más allá de la transformación espacial de las ciudades ya que se han realizado estudios que han demostrado la disminución de las relaciones sociales a nivel de barrio con el aumento del nivel de tráfico en una calle y de cómo casi ha desaparecido la independencia de los niños para realizar sus desplazamientos diarios al colegio o a los parques.

### **Percepción social**

Que el transporte es un problema importante es obvio, pero no sólo para expertos, sino para todos los ciudadanos. En una encuesta realizada a 1224 españoles por Juan Díez Nicolás en el Dilema de la supervivencia. Los españoles ante el medio ambiente, cuando se pide a los ciudadanos que señalen los problemas medio-ambientales más importantes en el barrio o ciudad en que viven, más de la mitad se refieren respectivamente al ruido, al tráfico excesivo, así como a problemas derivados de las basuras.

Es decir, los dos primeros problemas señalados tienen que ver con el transporte, puesto que gran parte del ruido que soportamos en las grandes ciudades procede del tráfico. Además, al referirse igualmente a problemas en las ciudades, también es mencionada la contaminación atmosférica en proporción similar a los anteriores, que a su vez está totalmente relacionada con el transporte.

Pero no sólo en el entorno de las ciudades y del barrio. Cuando se pregunta a los encuestados sobre los problemas ambientales de España, los más mencionados vuelven a ser la contaminación atmosférica y el tráfico excesivo, por más del 60% de los entrevistados. Los incendios forestales también se encontraban dentro de los tres más citados. Vemos que los españoles siguen insistiendo en el tema del tráfico.

Intentando explicar estos resultados, el autor explica que el tamaño del hábitat de residencia es la variable que más contribuye a la explicación del número de problemas ambientales relativos a las grandes ciudades que son percibidos por el individuo en el barrio o ciudad de residencia. El hecho de que la mayor parte de la población española resida en núcleos urbanos o metropolitanos, y creciendo, explica también que a nivel nacional se perciban como grandes problemas los también percibidos en las ciudades de residencia.

Como ejemplo de percepción social de los problemas ambientales en las ciudades, también nos pueden valer los resultados obtenidos en una encuesta realizada a la comunidad universitaria de la Universidad Autónoma de Madrid (Sánchez Herrera, S. 2004). El tamaño de este campus, 35.000 “habitantes” y su situación geográfica la convierten en una ciudad dormitorio, pero al revés, porque sólo se sale de ella para dormir. Por tanto, podemos compararla con una pequeña-mediana ciudad española.

En esta encuesta, realizada para conocer las actitudes y creencias ambientales en la universidad, en una muestra de 570 personas, la mayoría estudiantes, pero también a

personal trabajador e investigador, se obtuvieron algunos resultados que nos interesan en los temas que andamos tratando.

Al preguntar a los encuestados acerca de si estarían dispuestos a dejar de usar el transporte privado para ir a la universidad, un 37% contestó estar muy dispuesto. Del mismo modo, un 52% estaba muy dispuesto a viajar en tren y más del 75% estaban muy (53%) y bastantes (24%) dispuestos a utilizar transporte público para trasladarse por la ciudad.

En cambio por ejemplo, un 50% estaba nada dispuesto a dejar de usar el avión. Aunque un 30% estaría muy dispuesto a usarlo únicamente en trayectos superiores a los 1.000 kilómetros. No queremos renunciar a la comodidad de tardar unas horas en recorrer miles de kilómetros o quizás la mayoría percibimos más el problema del transporte vinculado a las caravanas en las entradas y salidas de las grandes ciudades y en el interior de las mismas y no a una escala supranacional.

A la luz de los datos obtenidos en estos estudios expuestos aquí brevemente, parece ser que tanto a nivel local como a una mayor escala nacional, el transporte se percibe como un problema.

¿Dónde están las soluciones? Desde este grupo de trabajo intentaremos subrayar que deberán venir tanto desde el campo científico-tecnológico como del legislativo, fiscal, político y por supuesto social.

**Por ahora, podemos citar varios ejemplos de buenas prácticas en materia de gestión energética relacionada con el transporte. En el año 1.996 se puso en marcha la Red para peatones y ciclistas y fomento del transporte público en San Sebastián-Donostia. Se creó una red de itinerarios peatonales y ciclistas articulada por vías e intersecciones donde la prioridad es para peatones y bicis, se apoyó el transporte público y el uso de la bicicleta como alternativa al vehículo particular, y se peatonalizaron varias zonas. Para compatibilizar con intereses de comerciantes y algunos vecinos, se realizaron semipeatonalizaciones con el fin de no reducir el número de aparcamientos y se dotó de ciertos privilegios a las personas residentes. Estas medidas han conseguido que la ciudadanía solicite la extensión de las zonas peatonales a otras partes de la ciudad.**

En el sector privado encontramos el Plan de movilidad alternativa para los trabajadores de la empresa Canguros S. A., Velilla de San Antonio. En este municipio la red de transporte público no es eficiente, por lo que los trabajadores dependían del vehículo particular para desplazarse al centro de trabajo. La empresa puso en marcha una ruta-lanzadera para los trabajadores, se incentivó el uso del coche compartido y se crearon infraestructuras para el uso de la bicicleta. Los resultados hablan solos. Con estas medidas se ha pasado de un 7% al 33% de trabajadores que emplean coches compartidos, y el 56 % del total usan la ruta para acudir al centro de trabajo. En resumen, del 70% se ha pasado a un 4% de trabajadores que utiliza el transporte privado en la actualidad para ir a trabajar.

### **Movilidad, consumidores y medio ambiente**

Conciliar el desarrollo de la libertad de movimiento del consumidor con el cuidado del medio ambiente no es tarea fácil. Hay que encontrar un equilibrio que nos permita

seguir disfrutando de las comodidades que ahora tenemos tratando de cuidar al máximo el medio ambiente. Los aspectos que afectan a la movilidad y los desplazamientos son especialmente delicados, puesto que los medios de transporte, y en particular los automóviles, son una de las principales fuentes de contaminación.

Sin embargo, ya no podemos concebir nuestra vida sin libertad de movimientos, y menos aún sin automóvil. Además, los consumidores deben de tener la libertad de poder moverse por donde deseen. Sin embargo son ellos mismos los que tienen que concienciarse, y utilizar esa libertad que les permite elegir el medio que usan para desplazarse para optar por el transporte que contamine lo menos posible.

En las últimas décadas hay una serie de factores que han modificado el comportamiento del consumidor respecto a la movilidad:

- Se ha multiplicado el número de automóviles por familia, llegando a casi uno por cada dos personas. En muchos casos están parados sin moverse prácticamente a lo largo del año, pero el mero hecho de existir genera una contaminación durante la fabricación y unos residuos durante la vida del coche. Además ocupan plazas de aparcamiento, muchas veces en la calle, y obliga al resto de conductores a gastar más combustible buscando dicha plaza de aparcamiento.
- Se ha creado un nuevo modelo de vida, con urbanizaciones con pocas o ninguna zona comercial y deficientes medios de transporte, y a su vez grandes zonas con centros comerciales accesibles sólo con vehículo. La aparición de estos centros comerciales además supone el cierre de algunos comercios tradicionales, por lo que la situación negativa para el medio ambiente se realimenta ella sola. Esto supone que existe un gran número de personas necesitan el automóvil para comprar, y otras personas que, aunque tiene comercios cerca de su domicilio, prefiere ir a los centros comerciales por su mayor oferta concentrada en un espacio reducido.

Una de las consecuencias es la saturación de las carreteras que pasan cerca de las zonas comerciales durante los fines de semana, lo que implica que, además de la contaminación que general los automóviles que acuden al centro comercial, hay que añadir la contaminación de los automóviles que utilizan las carreteras de las zonas comerciales como lugar de paso y tienen que sufrir los atascos.

- Algunas empresas se han trasladado del centro de las ciudades a la periferia, pero no eligen zonas bien comunicadas por transporte público, sino polígonos industriales con malas comunicaciones, lo que ocasiona que trabajadores que antes utilizaban el transporte público, no tengan más remedio que utilizar el automóvil, porque no existe otra forma de llegar hasta allí. Esto ha generado nuevos atascos. Si hace años los atascos eran de la periferia al centro por la mañana y en sentido contrario por la tarde, en la actualidad, ya hay atascos en ambos sentidos tanto entrada como salida en los dos períodos, generados por las personas que van a trabajar del centro u otras zonas de la periferia al polígono industrial mal comunicado.
- El consumidor español ha perdido el miedo a salir de España por su cuenta por motivos de turismo. Hasta hace unos años, los viajes al extranjero eran mayoritariamente circuitos organizados por agencia, y su alto coste suponía que pocas personas accedían a ellos y, en caso de hacerlo, se hacían con poca frecuencia. En la actualidad, dos factores han hecho que se viaje al extranjero mucho más frecuentemente: el primero es la espectacular bajada de precios de las

tarifas aéreas, con la aparición de las compañías low-cost y el aumento de la competencia; el segundo: la mayor preparación en idiomas de las personas, que ha ocasionado que hayan perdido el miedo a viajar sin el apoyo de una agencia de viajes; estos viajes son más económicos que la contratación de un paquete organizado, y permite que las personas puedan viajar a varios destinos por el mismo dinero.

- El fuerte incremento del precio de la vivienda ha ocasionado que las personas vivan cada vez más lejos del centro de las ciudades, que normalmente son las zonas más caras. Esta situación es especialmente crítica en las grandes ciudades españolas, donde se venden nuevas promociones de viviendas en lugares con pésima o nula comunicación por transporte público y alejados del centro de la ciudad varias decenas de kilómetros. Además, estas nuevas urbanizaciones carecen prácticamente de servicios, lo que obliga a utilizar el transporte público casi para todo.
- **No hay que dejar de hablar de un fuerte componente psicológico en el comportamiento de los consumidores. Ahora hay una gran parte de las personas que consideran el hecho de cambiar la vivienda del centro de la ciudad por otra situada lejos de los centros de las ciudades pero de un mayor tamaño como síntoma de calidad de vida. Este modelo es completamente diferente al tradicional modelo de ciudad española, donde primaban las viviendas agrupadas en torno al centro de las ciudades, con comercio tradicional.**

**Si se pregunta a los consumidores que definan qué es calidad de vida, muchas veces no saben qué contestar, simplemente es una percepción subjetiva que, como tal, puede cambiar. No siempre una vivienda con mayor superficie, pero que realmente no se utiliza y con un mínimo jardín ofrece mayor calidad de vida que otra con la superficie justa pero con transporte público y locales comerciales.**

- Otro caso curioso de la sociedad española y europea en general es el cambio de tendencia en la compra de un automóvil de gasolina o de gasóleo. En 1990 más del 85 % de los automóviles eran de gasolina. En la actualidad, sólo el 30 % de los coches vendidos en 2006 lo son. Es cierto que una de las causas para que las ventas de los coches diesel hayan aumentado han sido las mejoras que la generalización del turbo y la inyección directa han supuesto para la potencia máxima y el consumo de combustible de estos motores, pero este hecho no justifica que la situación se haya invertido totalmente.

En 1990 había personas que compraban un automóvil de gasolina recorriendo una gran cantidad de kilómetros, y ahora hay personas que compran un vehículo diesel para utilizarlo en recorridos cortos los fines de semana. ¿La causa? Se ha creado en la sociedad la imagen de diesel=calidad y gasolina= tirar el dinero. Habría que tratar de equilibrar el mercado diesel-gasolina, y penalizar los vehículos diesel nuevos que no dispongan de filtro de partículas

- **También conviene analizar el fuerte crecimiento de las ventas de vehículos todo terreno. Durante muchos años, el hecho de poseer un automóvil de unas determinadas marcas consideradas “de lujo”, era un modo de representar un cierto estatus social. Con la proliferación de compras por parte de las familias medias de este tipo de automóviles, las personas con**

**más recursos económicos han trasladado sus preferencias a los vehículos todo terreno de marcas de lujo.**

**El fenómeno se repite y cada vez más personas de nivel económico normal se decantan por este tipo de vehículos para tratar de aparentar el estatus. En este caso, el futuro es optimista, y en unos años, el hecho de poseer una u otra determinada marca no tendrá que ver con el hecho de reflejar recursos económicos, como ha pasado con las gamas más bajas de las marcas de lujo. De este modo, los todo terreno dejarán de ser comprados por este motivo, pero quedará aún el hecho de que los consumidores los consideran vehículos más seguros, siendo esta afirmación incorrecta: Esta claro que son más seguros para los ocupantes en caso de impacto frontal contra un turismo tradicional, aunque son más inseguros para el contrario. En cambio, en otras circunstancias de la conducción proporcionan menos seguridad que los turismos tradicionales (gran altura, fuertes inercias...). Por ello, se precisa una campaña de información sobre este tipo de vehículos, acerca de su alta contaminación y su falsa percepción de seguridad.**

Desde las Organizaciones de Consumidores se piensa que hay algunas acciones que permitirían conciliar de un mejor modo la movilidad con el medio ambiente. Son las siguientes:

- Se debería concienciar a las personas de que, al igual que cualquier otro objeto o bien, el hecho de tener un coche para no utilizarlo o usarlo muy poco supone un gran gasto de dinero, así como un perjuicio para el medio ambiente.
- Habría que informar a los consumidores de los inconvenientes de vivir en zonas mal comunicadas, tanto de cara a costes derivados del uso obligatorio de uno o varios automóviles por familia, como de cara a la incomodidad que esto supone.
- Es conveniente insistir más a menudo en el hecho de que los automóviles de gasóleo sólo son rentables económicamente respecto a los de gasolina para recorridos que superen los 15000 o 20000 km al año.
- Otra acción importante que se debería tomar consiste en formar a los conductores en conducción eficiente, esto es, conducir tratando de reducir el consumo de combustible del automóvil y, de paso, su nivel de emisiones. Para lograrlo, sería necesario dar mayor importancia a este tipo de contenidos en las materias incluidas en el examen teórico para obtener el permiso de conducción.
- Se debería de cambiar la sensación que tienen las personas de que el hecho de poseer un coche muy grande y potente es un símbolo de estatus social, por la de que el hecho de no contaminar sin necesidad y viajar en otros medios como el transporte público, a pie o en bicicleta es un síntoma de país desarrollado.
- Habría que establecer un sistema de control de la publicidad de automóviles para evitar la inclusión de actitudes antiecológicas, al igual que no se permiten anuncios que hagan apología de la velocidad excesiva.
- Una acción fácil de llevar a cabo sería conseguir que el 100 % de los automóviles diésel que se vendan dispongan de filtros de partículas. Para acelerar la incorporación de estos filtros, sería deseable implantar incentivos (tipo Plan Prever aumentado) a quien cambie un automóvil de gasoil sin filtro por uno con filtro. De

esta forma, los fabricantes se apresurarían a incluir los filtros de serie en todos sus modelos, para no perder su cuota de mercado.

- Se debería mejorar el diseño de las ciudades y los nuevos barrios para reducir la necesidad de desplazamientos; para ello se evitará la concentración de los distintos usos (residencial, industrial y comercial) en áreas diferenciadas y separadas, que obligan a continuos desplazamientos entre ellas.
- Las empresas pueden colaborar a mejorar la movilidad y el medio ambiente fomentando la mejora de los desplazamientos al lugar de trabajo. Este objetivo se concreta en varias medidas:
  - Facilitar el teletrabajo.
  - Poner autobuses a disposición de los trabajadores.
  - Favorecer el uso de coches compartidos.
  - Fomentar los horarios flexibles, para evitar la coincidencia de los horarios de entrada y salida que suponen atascos y aglomeraciones en los transportes públicos, y las jornadas continuas.
- Los Organismos competentes deberían potenciar el transporte público, con políticas de tarifas ajustadas que favorezcan el uso habitual, y facilitando el intercambio entre diferentes tipos de transporte, coordinando horarios y lugares de parada.
- Es importante incentivar la compra y el uso de los automóviles menos contaminantes, independientemente del tipo de combustible que utilicen. Para ello, hay que fomentar su compra mediante medidas:
  - Un Plan Prever que bonifique la sustitución de automóviles antiguos solamente cuando se adquieran coches del grupo de los menos contaminantes (categoría energética A).
  - Modificar la clasificación energética de los automóviles para que no tenga en cuenta sólo las emisiones de CO<sub>2</sub>, como en la actualidad, sino todos los contaminantes que se producen en el proceso de combustión.
  - Reformar los impuestos que gravan el vehículo privado de forma que, en lugar de depender de la cilindrada como ocurre actualmente (12 % de impuesto de matriculación para vehículos diesel de más de 2000 cc o gasolina de más de 1600 cc y 7 % para el resto), tengan en cuenta sobre todo la potencia máxima y/o la contaminación, penalizando de forma importante las grandes potencias e incentivando los vehículos más limpios, como los híbridos.

#### **IV.- ANÁLISIS DE LOS MODOS DE TRANSPORTE EN ESPAÑA**

Lo planteado hasta ahora en este documento nos lleva a la necesidad de que el transporte tenga lecturas globales y en sus diferentes apartados, analizando temas estructurales, económicos y ambientales.

Aquí se vana recopilar unas reflexiones sobre tres de las formas de transporte que de forma especial debieran entrar en esa reflexión global, en la cual no se deben olvidar otras como el transporte marítimo que aquí no recogemos.

##### **Situación del transporte en autobús urbano en España:**

Los autobuses urbanos son el medio público de transporte más utilizado en España, especialmente en las ciudades que no disponen de Metro, que sólo son cuatro: Barcelona, Bilbao, Madrid y Valencia. En las ciudades que disponen de algún tipo de red de cercanías, algunas de sus estaciones pueden ser un complemento al transporte urbano; sin embargo en la mayor parte de nuestras ciudades las redes de autobuses son el único tipo de transporte urbano posible. Según el Instituto Nacional de Estadística se producen en España 1.700 millones de desplazamientos cada año en autobús urbano.

Desde el punto de vista medioambiental, cuantos más desplazamientos en autobús se produzcan, menos se harán en transporte privado, lo que significa una reducción importante de las emisiones contaminantes. Considerando una ocupación del coche privado media de 2 personas por automóvil, los 1700 millones de desplazamientos han evitado el movimiento de 850 millones de automóviles. Lógicamente, para que las personas se decidan a dejar el coche y utilizar el transporte público, deben de existir unas condiciones de precio y calidad que les compense, y que son diferentes para cada individuo; hay personas que nunca renunciarán al transporte privado aunque el público tenga más ventajas; en cambio, otro tipo de personas siempre intentarán utilizar el transporte público.

Cada ciudad española tiene unas características propias de tamaño, población, estructura de sus calles, tráfico, etc. Esto implica que la red de transporte se debe de adaptar a esta estructura; no es lo mismo una red de autobuses urbanos para una ciudad de 30.000 habitantes que para una ciudad de 3.000.000. A mayor tamaño, existe una mayor complejidad a la hora de planificar una red de transporte urbano eficiente.

Uno de los condicionantes más importantes a la hora de utilizar el autobús es el precio que tiene que pagar el ciudadano por el viaje. El precio del billete sencillo en un autobús no suele superar el euro en la mayor parte de las redes de transporte españolas. Teniendo en cuenta tan solo el gasto en consumo de combustible de un automóvil, con este euro se pueden recorrer entre de 8 a 14 km en coche. Sin embargo, la mayor parte de las ciudades disponen de títulos de transporte pensados para personas que utilizar regularmente el autobús, como billetes para múltiples viajes o tarjetas de transporte semanal o mensual, lo que baja el precio por trayecto considerablemente. Si suponemos que una persona realiza 50 viajes al mes, el precio medio de la opción de transporte más barata en cada ciudad sería de unos 25 euros al mes (50 céntimos por trayecto). Con esta cantidad, se pueden recorrer en coche de 4

a 7 km por trayecto, lo que significa que la opción vehículo privado siempre es más cara excepto para los trayectos muy cortos o en ciudades muy pequeñas. Otro factor importante a la hora de reducir el precio del billete es el hecho de que se permita el trasbordo gratuito entre líneas con un mismo billete. Aunque hay muchas ciudades que lo permiten, aún existe un número importante de ellas que no, lo que supone que, si hay que coger 2 autobuses, hay que pagar el doble de dinero.

El número de kilómetros de línea por cada 1000 habitantes en España es de 1,4 existiendo casi 2 paradas por cada 1000 habitantes; por otro lado, la flota de autobuses por cada 10.000 habitantes es de 3,6.

Otro de los factores importantes a la hora de que las personas se decidan por este tipo de transporte es el tiempo que se tarda en hacer el recorrido en autobús respecto al que se tardaría en automóvil. Aunque exista una cierta ventaja económica utilizando el autobús, si esto supone una pérdida importante de tiempo, no compensará su utilización a una parte de la población, que preferirá pagar más dinero en combustible que emplear más tiempo en desplazarse.

En la mayor parte de las líneas de autobús urbano que existen en España, éste circula por las mismas calles y carriles que los automóviles, por lo que sufre idénticos atascos, es decir, que emplea más tiempo en recorrer el trayecto, ya que el autobús debe detenerse en las paradas, mientras que el coche no. Además hay que sumar al tiempo de trayecto el tiempo empleado hasta llegar a las paradas, y el tiempo de espera. Si existe una infraestructura de carriles bus que permitan que el autobús sea más rápido que el coche, es posible que el trayecto dure menos que en automóvil. Sin embargo, en general, la velocidad media de los autobuses urbanos es baja, sólo 13 kilómetros por hora. A pesar de ello, el trayecto en autobús también tiene una importante ventaja respecto al coche en los casos en los que haya que trasladarse a zonas de difícil aparcamiento, como suelen ser los centros de las ciudades.

El número de viajes realizados por habitante y año en España es de unos 80. En este apartado sí hay diferencias significativas según el tamaño de las ciudades. Cuanto más grande es la ciudad, más se utiliza el transporte en autobús.

La antigüedad de los autobuses influye decisivamente en la comodidad, por ejemplo, si tienen aire acondicionado en verano... pero también influye de manera notable en la contaminación: los autobuses más nuevos se han visto afectados por normas europeas anticontaminantes más estrictas y, por lo tanto, contaminan menos que los antiguos. La edad media de los autobuses en España es de 6,5 años. También ha mejorado en los últimos años el porcentaje de autobuses adaptados para minusválidos, existiendo ya ciudades con el 100 % de su flota adaptada. En cuanto a nuevas tecnologías, cada vez son más numerosos los vehículos con motores poco contaminantes como híbridos o de gas natural.

En resumen: El autobús urbano es un elemento esencial para la movilidad en las ciudades. Por ello, se debería cuidar que la cantidad, calidad y precio fueran óptimos para que haya un mayor número de personas que se decante por el transporte público a la hora de efectuar sus desplazamientos dentro de las ciudades. Esto pasa por mejorar los siguientes puntos:

- Se debería adecuar la oferta de transporte urbano a las necesidades reales de los vecinos, tanto en recorridos y número de líneas de autobús como en frecuencias de paso. Cuantas más facilidades se den a este tipo de transporte,

más personas decidirán abandonar el transporte privado y utilizar el transporte público.

- La forma de disponer de un transporte urbano ágil y rápido pasa por construir carriles bus. De lo contrario, los autobuses tendrán los mismos problemas de tráfico que los automóviles.
- Es importante instalar las paradas de autobús en lugares cómodos y accesibles. También mejora la calidad del servicio el hecho de que las paradas estén limpias y bien conservadas y que ofrezcan una información clara sobre tiempos de espera, trayectos, planos, conexiones entre líneas...
- Un factor decisivo en el uso del autobús es el cumplimiento de los horarios. Si las personas no saben a qué hora van a llegar al destino porque los autobuses tardan mucho en llegar y no tienen horarios fijos, tendrán un motivo más para decantarse por el transporte privado. En el tiempo empleado en el transporte urbano hay que tener en cuenta el tiempo desde el punto de origen y destino hasta las paradas, que se puede mejorar situando paradas del modo más eficiente posible, el tiempo de espera, que se puede reducir aumentando la flota, el tiempo de transporte, que se puede reducir creando carriles bus y el tiempo de trasbordo, que se puede reducir creando intercambiadores de transporte que permitan el intercambio entre líneas.
- Se debería fomentar el uso del autobús mediante tarifas más baratas. Esto supone subvencionar aún más este tipo de transporte. El dinero necesario se podría obtener de las tasas que gravan el transporte privado.
- Por último, y aunque el autobús es mucho menos contaminante que los automóviles a los que reemplaza, no es un medio limpio. Se debería potenciar la renovación de los autobuses más antiguos y, por lo tanto, más contaminantes. También se deberían potenciar las tecnologías menos contaminantes: uso de vehículos híbridos, de gas natural comprimido, hidrógeno, o que utilicen biodiesel. Por otra parte, tan importante como la antigüedad de la flota es el correcto mantenimiento de los vehículos.

### **Transporte ferroviario interurbano y eficiencia energética**

En este documento se ha manifestado reiteradamente la necesidad de potenciar el transporte por ferrocarril, tanto como una de las soluciones a la dependencia del petróleo en España, a nuestra elevada intensidad energética, y a las fuertes emisiones de gases de efecto invernadero. A continuación se incluyen tres reflexiones al respecto.

#### **El reparto modal del sistema de transporte**

El Libro Blanco de Transportes 2001 de la Unión Europea, recientemente revisado, expresa la necesidad de una transferencia modal efectiva hacia el ferrocarril, en aras de alcanzar un modelo sostenible de transporte en el ámbito europeo.

En España, el modelo actual de transporte interurbano dista aún mucho de la calificación de sostenible, basándose fundamentalmente en el transporte por carretera, que tiene una cuota del 86% de mercancías y 88% de viajeros en el

transporte terrestre<sup>1</sup>. En el ámbito de viajeros, el transporte aéreo interno va cobrando también una gran importancia, con un fuerte incremento de vuelos domésticos (impulsado por las compañías de bajo coste). En este escenario, la participación del ferrocarril en el transporte se encuentra relativamente reducida, con un 5% de viajeros y un 4% en mercancías.

También cabe mencionar aquí la gran importancia que posee el vehículo privado en el transporte de viajeros por carretera. El uso masivo del mismo trae consigo, en los niveles urbano e interurbano, una serie de problemas entre los cuales cabe destacar: Altos niveles de congestión en carreteras, accesos y vías urbanas, accidentalidad elevada y, desde un punto de vista ambiental, contaminación atmosférica y acústica junto con elevados niveles de emisión de gases de efecto invernadero. Todos estos efectos se producen en relación, o más bien como consecuencia, con un sistema de movilidad que es muy intensivo energéticamente, poco eficiente en conjunto y, en suma, insostenible.

Ante esta situación, es evidente la necesidad de fomentar modos de transporte público que son por definición más eficientes energética y económicamente hablando: Un solo vehículo puede transportar a un número de personas mayor, lo que reduce el consumo y el precio por unidad transportada. Además, desde un punto de vista energético, el uso del transporte público es eficiente en sí mismo, con el consiguiente ahorro de energía y de la dependencia del petróleo.

En este ámbito, la realidad del ferrocarril es muy positiva, tanto en el transporte urbano, donde los trenes de cercanías ejercen un papel fundamental en la movilidad de las áreas urbanas, como en el interurbano, con los servicios de trenes regionales, de larga distancia y alta velocidad.

En lo que se refiere al transporte de mercancías, el fuerte predominio del transporte por carretera genera una problemática similar a la del automóvil particular. El gran volumen de mercancías que pueden ser transportadas por unidad de transporte ferroviario, así como el ahorro energético que esto supondría, soportan la idea de fomentar el transporte de mercancías por ferrocarril.

Por otro lado, es necesario destacar la importancia de la interoperabilidad y la intermodalidad como condiciones imprescindibles para sacar el máximo rendimiento al ferrocarril y a otros medios de transporte público. De esta forma se facilitarán las conexiones entre unos y otros modos de transporte tanto en las cadenas logísticas como en las soluciones al transporte urbano y metropolitano de viajeros. Llegados a este punto, el fomento del ferrocarril y la intermodalidad del mismo con otros modos de transporte se presenta como una acción necesaria para lograr una movilidad más sostenible (hecho que han reflejado tanto el Libro Blanco como el PEIT).

### **El ferrocarril como transporte eficiente energéticamente**

El transporte es el sector de mayor consumo de energía en España, representando un 40% del total. A pesar de las mejoras en el consumo por vehículo, las previsiones en el sector son crecientes en valor absoluto. La dependencia de nuestro sistema de movilidad basada en el petróleo, fundamentada en el predominio de modos de transporte que son dependientes de estas fuentes de energía, supone un riesgo en cuanto a la seguridad energética y a los efectos sociales y ambientales derivados.

En términos energéticos, la principales ventajas del ferrocarril frente a otros modos de transporte son su menor dependencia del petróleo, su gran eficiencia energética y su bajo impacto sobre el medio ambiente. Esto se debe en gran medida a las características intrínsecas del mismo, ya que:

---

<sup>1</sup> Datos del PEIT, Plan Estratégico de Infraestructuras de Transporte 2005-2020. Ministerio de Fomento

- El bajo coeficiente de rodadura, metal sobre metal, permite que las pérdidas de energía generadas por el rozamiento que se produce entre la rueda y la vía sean mucho menores que las que se producen entre la rueda y el asfalto.
- Las dimensiones de un ferrocarril convencional permiten transportar en una unidad de transporte un volumen mayor de viajeros o mercancías que en una unidad de transporte por carretera, con el consiguiente ahorro energético.
- El uso preferente de energía eléctrica por parte del ferrocarril facilita considerablemente la posibilidad de emplear un alto porcentaje de energías renovables, en función del *mix* de generación eléctrica, lo cual no sería posible si sólo se empleasen fuentes energéticas derivadas del petróleo.

Un análisis del consumo energético necesario para el transporte de viajeros y mercancías en ferrocarril frente a otros medios de transporte refleja que<sup>2</sup>:

- En España, transportar una tonelada-km por ferrocarril consume 4 veces menos litros equivalentes de gasolina que hacerlo por carretera y 1.380 veces menos que por avión.
- Un viajero que utiliza el tren consume entre 3 y 10 veces menos litros equivalentes de gasolina por km que viajando en coche, y 20 veces menos que en avión. En relación a la alta velocidad ferroviaria cabe destacar que, frente a lo afirmado en ocasiones, la experiencia demuestra su elevada eficiencia energética. Los trazados de las nuevas líneas suponen recorridos menores y por tanto menos consumos, al tiempo que los trenes de alta velocidad son más ligeros y ofrecen menos resistencia mecánica.

En la línea Madrid-Sevilla los trenes de alta velocidad cumplen puntualmente su horario, sin utilizar energía eléctrica para tracción durante cerca del 50% de su recorrido. Esto es posible gracias al uso de la energía cinética acumulada por el tren, ya que éste sólo circula con la potencia máxima en momentos puntuales. A título gráfico y en unidades equivalentes de gasolina, un viajero que utiliza la última generación de trenes de alta velocidad sólo consume 0,5 litros a los 100 km,.

En suma, para transportar el 5% del total de viajeros y el 4% de mercancías, Renfe tan sólo consume algo menos del 1% del total de energía en todo el sector del transporte en España.

### **Ferrocarril sostenible y energía: ahorro, eficiencia y energías renovables**

Junto a las ventajas energéticas del ferrocarril como modo de transporte, cabe destacar que el uso eficiente de los recursos energéticos en Renfe no sólo es una consecuencia clara de su compromiso con el desarrollo sostenible. También constituye un objetivo estratégico de la empresa, puesto que Renfe es el mayor cliente eléctrico español.

Con este fin Renfe está centrando sus esfuerzos en alcanzar una mayor eficiencia energética, por medio de actuaciones en el diseño de vehículos más ligeros y

---

<sup>2</sup> Según datos de la UIC (Unión Internacional de Ferrocarriles) y la CER (Comunidad Europea de Ferrocarriles)

aerodinámicos, que presentan menores niveles de consumo y nuevas tecnologías en tracción y en electrónica, aumentando el rendimiento de los equipos.

En el ámbito de las energías renovables, Renfe está estudiando la posibilidad de emplear energía solar fotovoltaica para servicios auxiliares, solar térmica para refrigeración y biodiesel para la tracción de locomotoras. Además, el ferrocarril puede ser en sí mismo una fuente de energía renovable. Mediante el frenado, el ferrocarril -y en particular la alta velocidad- es capaz de generar energía eléctrica utilizando frenos regenerativos, devolviendo la energía cinética del tren a la red eléctrica.

Las inversiones en nuevas líneas que contempla el Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte 2005-2020 (PEIT) constituyen una oportunidad para facilitar el trasvase modal hacia un modo más eficiente. El sector ferroviario se ve así impulsado a través de un compromiso real, donde casi la mitad de la inversión en infraestructuras va destinada al desarrollo del sistema ferroviario.

En resumen, por razones técnicas el ferrocarril es un modo de transporte extremadamente eficiente desde el punto de vista energético. Ello supone una ventaja estratégica frente a sus competidores, pero significa sobre todo una aportación esencial para el sector del transporte en su conjunto. Ya que el tren es intrínsecamente un modo de transporte que contribuye al objetivo de la movilidad sostenible, este proceso de transferencia modal hacia el ferrocarril es, por consiguiente, muy deseable en términos ambientales, energéticos, económicos y sociales.

### **Situación del transporte aéreo**

El transporte aéreo es el medio de transporte público más utilizado para medias y largas distancias. En la actualidad se encuentra en plena expansión en el mundo. El 2005 hubo en todo el mundo 2.000 millones de pasajeros, de los que 700 millones volaron sobre suelo europeo, en más de 9 millones de vuelos. Esto supone un crecimiento de más del 7,5 % respecto al año anterior. Una de las causas de este boom, es la bajada de las tarifas, debido principalmente a la liberalización del sector, que ha propiciado la entrada de compañías aéreas que han originado una gran competencia en muchas de las rutas que antes operaba una sola compañía. Esta reducción de precios se ha producido principalmente en las rutas en las que operan compañías de bajo coste. En los últimos 10 años el precio medio del billete ha bajado un 33 % en Europa; por otra parte el producto interior bruto per cápita en Europa ha subido en esa época un 20 %. Esta es la razón por la que personas que antes no se planteaban este tipo de transporte debido a que no disponían de capacidad económica para hacerlo, ahora lo utilicen, y que otras vuelen con mayor frecuencia, o se decanten por viajes a unas distancias más grandes.

La situación del transporte aéreo en España es la siguiente: Según datos del Ministerio de Fomento, en la actualidad existen 30 compañías aéreas españolas con licencia tipo A, que permite la explotación de servicios aéreos en aparatos de más de 20 plazas y 10 Tm al despegue. El número total de aeronaves de cualquier tipo matriculadas en España es de más de 5000.

Las cifras de utilización del transporte aéreo en España son las indicadas a continuación: en 2005 más de 180 millones de pasajeros utilizaron el transporte aéreo en España, un 9,2 % más que el año anterior, y lo hicieron en más de 2.200.000 de operaciones de aterrizaje o despegue en aeropuertos españoles. En los años 2004 y 2003, el número de pasajeros había aumentado un 8 y un 7,4 % respectivamente. La tendencia en 2006 parece que sigue siendo positiva, registrándose en el primer semestre del año un aumento de más de un 7% respecto al primer semestre de 2005. La situación de cara a los próximos años parece ser que va seguir siendo creciente,

puesto que hay varios factores que indican un aumento en el número de viajeros: en primer lugar, la apertura de nuevos aeropuertos y la ampliación de algunos de los existentes va a propiciar el aumento de la oferta de vuelos, con la consiguiente bajada de precios debido a la competencia entre compañías aéreas. Además, nuevas compañías low cost van a elegir algún aeropuerto español como base de operaciones. En segundo lugar, la bajada o estancamiento de precios va a traer como consecuencia que más personas se decanten por este medio de transporte. En cuanto al tráfico de mercancías, en 2005 se transportaron en España más de 600.000 toneladas, una cantidad algo menor a la del año anterior.

Las características que definen al usuario del transporte aéreo son las siguientes: existe un grupo de personas que utiliza este tipo de transporte principalmente por motivos laborales; algunos de ellos muy frecuentemente. El resto de personas lo utilizan por motivos de ocio; la frecuencia de uso es mucho menor que la del usuario por motivos laborales, aunque el número de personas incluidos en este grupo es mayor.

Los aspectos que consideran más importantes los usuarios del transporte aéreo a la hora de elegir una compañía aérea son los siguientes: En primer lugar, sensación de fiabilidad de la compañía, a continuación puntualidad y en tercer lugar que la compañía ofrezca una asistencia adecuada en caso de problemas. Seguidamente se valoran otros aspectos como el espacio entre filas de asientos (más importante cuanto más largo es el vuelo), comodidad y relación calidad/precio.

Los aspectos más importantes para los usuarios a la hora de evaluar los aeropuertos son los siguientes: en primer lugar, la limpieza de las instalaciones, a continuación la información proporcionada acerca de los vuelos, seguidamente la claridad de las señales indicadoras e informativas y en cuarto lugar, la sensación de seguridad que proporcione el aeropuerto.

Entre los problemas más comunes a los que se enfrentan los viajeros son: en primer lugar los retrasos, a continuación, la pérdida o deterioro del equipaje y en tercer lugar el overbooking. El retraso medio que sufren los usuarios en los aeropuertos es de unos 75 minutos, no habiendo grandes diferencias entre las salidas de los aeropuertos grandes y pequeños. En el 7 % de los vuelos se produce algún tipo de problema con el equipaje, sobre todo en los trayectos en los que hay que coger varios vuelos. En cuanto al overbooking, ocurre en el 1 % de los vuelos.

Aspectos ambientales: El transporte aéreo incide en el medio ambiente en los siguientes aspectos:

- Genera emisiones de CO<sub>2</sub>, CO, óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre, partículas, hidrocarburos y vapor de agua
- Reduce la capa de ozono de la estratosfera
- Contribuye a la contaminación de las zonas próximas a los aeropuertos, tanto por el transporte aéreo en sí, como por el transporte terrestre asociado a éstos.
- Genera ruido en las proximidades de los aeropuertos
- Las estelas que dejan los aviones en el aire pueden permanecer durante horas, y se cree que pueden contribuir al calentamiento global.

El 90 % de las emisiones se produce durante el vuelo, mientras que el 10 % se produce durante las maniobras de despegue y aterrizaje y movimiento en el aeropuerto. Sin embargo, el 30 % de las emisiones de hidrocarburos y CO se producen en las proximidades de los aeropuertos.

La renovación de las flotas de las compañías aéreas hace que se adquieran aviones nuevos que son menos contaminantes que los que son sustituidos. Un avión comercial nuevo consume alrededor de un 25 % menos combustible que uno de los años 70 de un tamaño similar, y emite la cuarta parte de hidrocarburos y CO. El nivel de ruido también se ha reducido considerablemente. Sin embargo, cada vez hay un mayor número de compañías operando en el mundo, lo que ocasiona que el mayor número de aviones haya hecho que la contaminación global producida por el transporte aéreo haya aumentando más de un 80 % entre 1994 y 2004, y se prevé que continúe así en los próximos años.

Evitar el aumento de la contaminación producida por el transporte aéreo es muy difícil, sobre todo mientras las tarifas aéreas sigan siendo bajas, ya que la demanda hará aumentar el número de vuelos. En el único punto donde se podría sustituir este tipo de transporte sería en los trayectos en los que el tren de alta velocidad, que es mucho menos contaminante, resulte competitivo.

## **V.- NUEVAS TECNOLOGÍAS Y COMBUSTIBLES EN LA AUTOMOCIÓN**

Una de las vías para mejorar el actual sistema de transporte es avanzar hacia nuevas tecnologías, más limpias y eficientes, así como introducir nuevos combustibles que conlleven menos problemas de abastecimiento o de emisión de gases de efecto invernadero que los que conllevan los derivados del petróleo.

A continuación se hace una revisión de algunas opciones centradas en la evolución de los vehículos automóviles.

### **V.I.- Propulsión híbrida**

#### **Introducción**

Los vehículos de propulsión híbrida utilizan un motor térmico convencional combinado con un motor-generador eléctrico y un sistema de acumulación de energía eléctrica (baterías). La filosofía de esta tecnología se basa en gestionar las energías mecánicas y eléctricas en el sistema de propulsión de forma adecuada, de manera que el motor térmico pueda trabajar la mayor parte del tiempo en condiciones de rendimiento óptimo y de bajas emisiones. Para propulsar las ruedas se emplean el motor térmico y el eléctrico, bien simultáneamente o bien cada uno por su parte según las necesidades. El motor térmico se detiene en las paradas del vehículo, el motor eléctrico ayuda al térmico en los arranques y aceleraciones y el generador recarga baterías en las frenadas y retenciones. La mayor ventaja de los híbridos se da en

condiciones de uso en las que hay importantes variaciones de velocidad como es la ciudad o la utilización fuera de autopista.

Desde principios del siglo XX se plantearon los sistemas de propulsión híbridos eléctricos – térmicos para incrementar la potencia, pero hubo que esperar hasta el año 1997 para que Toyota introdujera la primera producción en serie de vehículos híbridos, con su modelo *Prius* en el mercado japonés, a la que luego siguió la del Honda *Insight* en 1999. En la actualidad, todos los grandes fabricantes de vehículos han sacado al mercado modelos híbridos o lo harán en los próximos años.

En muchos países hay subvenciones y ayudas para este tipo de vehículos, lo que ha contribuido a su popularidad y ha originado largas listas de espera para adquirir varios de estos modelos tanto en EE.UU. como en Europa.

Hoy en día, los coches híbridos disponibles funcionan con motores de gasolina y eléctricos, porque se han desarrollado inicialmente para los mercados japoneses y americanos, además de que los motores diésel son más caros y supondrían un recargo en el precio de los híbridos. Sin embargo, probablemente el en próximo año 2007 se empiecen a comercializarse los primeros turismos híbridos diésel-eléctricos, ligeramente más eficientes.

### **Tecnologías híbridas**

Los sistemas híbridos, que varían mucho en coste, complejidad y eficiencia, se pueden clasificar de la siguiente manera:

**Híbridos Stop-start:** Tienen un motor eléctrico que sirve para arrancar el motor de combustión cuando éste está parado, de forma tal que el motor de combustión se apaga de forma automática cuando el vehículo se detiene (Ej. en un semáforo) y vuelve a encenderse cuando el conductor pisa el acelerador gracias a este motor eléctrico. Generalmente, no se consideran verdaderos vehículos híbridos dado que sus motores eléctricos no propulsan el vehículo. Esta tecnología proporciona un ahorro de combustible en torno al 10% en tráfico urbano, y cuenta con la ventaja de ser relativamente económica.

**Híbridos ligeros:** el motor eléctrico tiene la función de proporcionar potencia extra a la del motor de combustión en determinadas condiciones (aceleraciones, subidas, etc.), siendo el motor térmico la fuente principal de energía. El motor eléctrico, por tanto, no puede propulsar el vehículo por sí sólo. Tienen la función “Stop-start” y la función de freno regenerativo que transforma la energía de la frenada en energía eléctrica que sirve para recargar las baterías.

**Híbridos puros:** Estos vehículos están dotados de un sistema de control capaz de seleccionar en cada momento la fuente de energía más eficiente, eligiendo entre el motor eléctrico, el motor térmico o una combinación de ambos. De esta forma, se logra que el motor de combustión funcione el mayor tiempo posible en su régimen de máximo rendimiento. Así, por ejemplo, durante los arranques el motor de combustión está parado y funciona únicamente el motor eléctrico con la energía almacenada en las baterías, aprovechando el alto par que proporciona este motor en estas condiciones. Este sistema también aprovecha las frenadas para recargar las baterías. Un ejemplo de este tipo de tecnología es el “Hybrid Synergy Drive” de Toyota que emplea en el modelo *Prius*.

También, la casa Lexus en su modelo de tracción a las cuatro ruedas *RX400h* emplea un sistema híbrido parecido, pero con dos motores eléctricos, uno para las ruedas delanteras y otro para las traseras.

Aunque ninguno de los híbridos disponibles en la actualidad puede recargar sus baterías externamente, puede que dentro de algunos años sí existan **híbridos plug-in** que lo permitan. Para ello, deberán disponer de baterías más grandes que las de los híbridos actuales, lo que les proporcionará una autonomía eléctrica mucho mayor.

### **Comercialización de híbridos**

La comercialización de vehículos híbridos está muy ligada a la demanda del mercado y a los precios de venta admisibles. Actualmente existen cuatro tendencias de mercado de vehículos con sistemas de propulsión híbrida más o menos pura: vehículos pequeños de uso urbano y poca potencia como el Honda *Insight* o el Smart; berlinas de tamaño medio y uso mixto urbano y extraurbano como el Toyota *Prius* y el Honda *Civic*; grandes vehículos todo-terreno (SUV: Sport Utility Vehicle) o Pick-ups, donde la propulsión híbrida permite incrementos de potencia manteniendo en lo posible sus consumos; y vehículos deportivos en los que se trata también de incrementar la potencia sin penalizar demasiado el consumo.

### **Prestaciones desde el punto de vista ambiental y energético**

Los vehículos híbridos pequeños como el Honda *Insight* tienen emisiones de CO<sub>2</sub> de 80 g/km, menores que cualquier coche con motor de combustión interna alternativo disponible en el mercado y el Toyota *Prius*, con 104 g/km, es el de menor emisión de todos los turismos berlinas de cinco plazas fabricados en serie. La introducción en el mercado de este tipo de vehículos ayudará a cumplir el acuerdo suscrito en 1999 entre la Comisión Europea y la Asociación Europea de Fabricantes de Automóviles (ACEA) por el cual los miembros de esta última deben procurar alcanzar conjuntamente el objetivo de unas emisiones medias de CO<sub>2</sub> de 140 g/km antes de 2008. En general estos vehículos consiguen ahorrar un 30% de combustible y reducir igualmente las emisiones de CO<sub>2</sub> y de contaminantes (CO, HC, NO<sub>x</sub> y partículas) en un 30% en relación a los vehículos de gasolina análogos.

### **Economía**

Los vehículos híbridos tienen en el mercado precios superiores a sus equivalentes no-híbridos pero conllevan un importante ahorro de combustible. En la mayoría de los países de la UE, al igual que en muchos estados y ciudades de los EE.UU. estos vehículos cuentan con ayudas para su compra y/o reducción de impuestos respecto a sus homólogos con sistema de propulsión convencional y similares prestaciones.

Actualmente, los costes de producción de estos vehículos son bastante altos sobre todo por el coste de las baterías y los motores eléctricos, aunque se espera que bajen a medida que los niveles de venta y fabricación de estos vehículos aumenten.

### **Penetración en el mercado**

Las ventas de los vehículos híbridos siguen siendo escasas en comparación con los vehículos convencionales por su elevado coste, aunque actualmente están limitadas más por el suministro que por la demanda. Con lo cual, hay listas de espera para la mayoría de los modelos de EE.UU. y de los mercados europeos. A corto y medio plazo

se espera que estas tecnologías vayan ganando cada vez más cuota de mercado con lo que los precios de venta previsiblemente se reducirán.

### **Situación en España**

El número de vehículos híbridos comercializados en España durante el año 2005 alcanzó el millar, correspondientes a fabricantes japoneses.

## **V.II.- Vehículos eléctricos**

### **Introducción**

Los vehículos eléctricos se agrupan en dos clases: los totalmente eléctricos, que a su vez se dividen entre los que son alimentados únicamente por baterías, los que aprovechan la energía solar, y los que utilizan pilas de combustible; y por otro lado los vehículos híbridos. En este capítulo sólo se van a analizar los vehículos eléctricos alimentados exclusivamente por baterías.

Los primeros vehículos eléctricos datan de la década de 1.830, pero ha sido en los años 90, cuando muchos fabricantes como Citroen, Ford, Honda, GM, Peugeot, o Toyota han llevado a cabo programas de fabricación de este tipo vehículos. Sin embargo, las ventas nunca han dejado de ser muy limitadas y desde finales de esa misma década se ha trasferido gran parte del interés y de los recursos destinados a investigación de los vehículos eléctricos puros a los híbridos, que combinan motores eléctricos con motores de combustión interna, lo que les confiere más potencia y mayor autonomía, que es justo el punto débil de los vehículos eléctricos.

Sin embargo, los vehículos eléctricos son ideales para algunas aplicaciones.

### **Propiedades de la batería**

Las baterías son el sistema de almacenamiento de la energía en los vehículos eléctricos, lo que equivale al combustible en vehículos con motor térmico. Hasta el momento, las baterías presentan el inconveniente de su gran peso y baja autonomía. Así, por ejemplo, si en un automóvil de combustión, el carburante representa aproximadamente el 5% del peso del vehículo, en uno eléctrico puede suponer el 40%.

La batería ideal para un vehículo eléctrico debería tener una alta energía específica (kWh/kg), una alta densidad de energía (kWh/m<sup>3</sup>), una alta potencia específica (W/kg), un ciclo largo de vida útil, un tiempo de recarga corto y también debería ser segura, reciclable y económica.

Sin embargo, actualmente todavía ninguna batería cumple todas estas características, siendo los tipos más comunes de batería los que se resumen a continuación.

### **Tipos de batería**

Las **baterías de plomo-ácido** se usaron por primera vez hace 170 años y siguen siendo por ahora las baterías más usadas en los vehículos eléctricos. Son muy económicas y fáciles de reciclar; sin embargo, tienen baja energía específica y baja densidad de energía, con lo que son grandes, pesadas, y con una autonomía limitada.

Las **baterías de níquel-cadmio** (Ni-Cd o nicad) se han utilizado durante bastantes años. Tienen mayor energía específica (cerca de 55 Wh/kg) y mayor densidad de energía que las baterías de plomo-ácido, sin embargo debido a que el cadmio es un metal pesado contaminante, en el año 2002 una Directiva europea prohibió la instalación de estas baterías en vehículos eléctricos nuevos a partir de finales del año 2005.

Las **baterías de níquel-metal-hidruro** tienen una energía de alrededor de 90Wh/kg y ciclos de vida útil muy largos. Son reciclables y relativamente benignas con el medioambiente dado que el ánodo está hecho con una aleación de metales no pesados. Las baterías más pequeñas de níquel-metal-hidruro se están empleando actualmente en algunos vehículos híbridos.

Las **baterías de iones de litio** tienen una energía específica muy alta, de aproximadamente 150Wh/kg y ciclos muy largos de vida útil. Se han fabricado varios prototipos de vehículos eléctricos de batería de litio, aunque desgraciadamente, por ahora, las baterías de litio siguen siendo prohibitivas para su uso en vehículos.

### **Prestaciones desde el punto de vista ambiental**

Los vehículos eléctricos, al no tener emisiones atmosféricas en el punto de uso, son una alternativa a los vehículos de motor térmico muy atractiva para zonas urbanas de mucho tráfico donde la calidad del aire entraña problemas de salud.

Sin embargo, un análisis completo de los beneficios medioambientales de los vehículos eléctricos, ha de considerar las emisiones asociadas a la producción y suministro de la electricidad empleada para recargar las baterías. Estas emisiones, lógicamente varían de un país a otro, en función del modo de producir su electricidad (centrales térmicas de combustibles fósiles, energías renovables, etc.). En cualquier caso, la contaminación global asociada a estos vehículos es algo inferior a la de los vehículos térmicos de combustibles convencionales.

### **Economía**

Al igual que muchos otros tipos de vehículos alternativos, los vehículos eléctricos se caracterizan por tener precios de adquisición más elevados, pero costes inferiores de utilización.

En muchos países de la Unión Europea este tipo de vehículos goza de algunos beneficios fiscales, como la supresión del IVA o la exención del impuesto de circulación.

Los principales mercados potenciales de los vehículos eléctricos son las flotas cautivas de servicios de transporte urbano de viajeros y de recogida de basuras, flotas cautivas de vehículos ligeros de organismos públicos y en menor medida vehículos para uso particular.

### **V.III.- Vehículos a gas natural**

#### **Introducción**

El gas natural usado en la automoción está compuesto mayoritariamente por metano y es el mismo gas que el de la red de suministro con el que está familiarizada la mayoría de la gente para su uso doméstico en cocinas y calefacción. Concretamente y siendo más precisos,

El gas natural es un combustible fósil extraído de yacimientos, que no en todos los casos están asociados a los del petróleo y se compone de entre 83 y 98% de metano (según la procedencia), con otros gases, como son etano, propano y butano principalmente.

#### **Vehículos a gas natural**

La mayoría de los vehículos a gas natural (VGN) funcionan con motores de combustión interna de encendido provocado (MEP) o de ciclo Otto. (aunque los modelos de doble combustible emplean motores diésel- véase más abajo) y son similares a los vehículos a gasolina, difiriendo de estos en los mecanismos de almacenamiento y alimentación del combustible.

Dado que el gas natural no se licua por compresión, tiene que almacenarse en los vehículos como gas natural comprimido a alta presión (GNC), normalmente a 200 bares, o como gas natural licuado (GNL) por debajo de  $-160^{\circ}\text{C}$ .. El GNL puede ser más ventajoso en aquellos casos en que se necesite mayor autonomía en el vehículo y se disponga del combustible en esta fase líquida, como es el caso de España, donde más de la mitad de las entradas de gas al sistema se producen en estado líquido. Sin embargo, es el GNC la opción más extendida a día de hoy.

Los depósitos de combustible de GNC tienen que ser capaces de soportar presiones por encima de 200 bares. Tradicionalmente se han fabricado en acero, aunque en la actualidad se han introducido otros materiales como metales más ligeros y fibras, lo que ha permitido reducir notablemente el peso de los mismos, manteniendo la misma seguridad. Los depósitos de GNL son más ligeros, pero son muy voluminosos al tener que contar con un aislamiento suficiente que evite que el GNL se caliente y pase a fase gaseosa.

El gas natural en la automoción se aplica tanto a vehículos pesados (camiones y autobuses) como a ligeros (turismos). Dependiendo del país, está más desarrollado un segmento que otro, fundamentalmente debido a motivos logísticos, estratégicos o fiscales propios del país. Así por ejemplo, en Alemania existen más vehículos a gas natural ligeros que pesados. Sin embargo, de forma general, en una fase inicial, y hasta que exista una red de puntos de suministros razonable, el gas natural se introduce con más facilidad en flotas cautivas de vehículos pesados (autobuses urbanos y camiones de recogida de basuras), que realizan recorridos diarios y vuelven a la misma base, en donde se instala la infraestructura de carga. En España, por ejemplo, la fiscalidad más beneficiosa que se aplica a los vehículos que prestan un servicio público, ha favorecido hasta ahora el segmento de los vehículos pesados.

#### **Sistemas y tecnologías de gas natural**

Hay tres tecnologías del gas natural en la automoción: los VGN monocombustible que emplean únicamente gas natural como carburante; los vehículos bicombustible, que

pueden optar entre gas natural y gasolina; y los VGN a doble combustible que funcionan con una mezcla de gas natural y gasóleo, cuyas proporciones relativas van cambiando en función de la velocidad del motor y de la carga.

Los VGN **monocombustible** pueden optimizarse para que funcionen con GN utilizando relaciones de compresión superiores, lo que generalmente implica mejores rendimientos. Esto es posible porque el GN tiene un poder antidetonante u octanaje mayor que el de la gasolina o el gasóleo. La mayoría de los VGN en Europa son monocombustibles.

Muchos VGN de baja potencia (coches y furgonetas) tienen motores **bicombustible** lo que aumenta su autonomía al eliminar el problema de quedarse sin combustible y de no encontrar una estación de servicio de GN. Este aspecto, es generalmente más problemático en vehículos de poca potencia, ya que siguen patrones de utilización menos predecibles que los camiones o los autobuses, y porque particularmente, los vehículos turismo no pueden albergar grandes depósitos de combustible. Sin embargo, el funcionamiento de los motores bicombustible no puede optimizarse como en los monocombustible, siendo sus emisiones contaminantes y de CO<sub>2</sub> superiores a estos últimos.

Los motores a **doble combustible** se benefician de la mayor eficiencia de los motores diésel a cargas parciales. En este tipo de motores el gasóleo prende por compresión y actúa como ignición piloto para que se inflame el gas natural. A bajas cargas (p. ej., cuando el motor está al ralentí) los motores a doble combustible funcionan mayoritariamente o totalmente con gasóleo, pero con cargas mayores utilizan una mezcla de ambos combustibles, hasta una proporción de 80-90% de gas natural a cargas altas.

### **Prestaciones desde el punto de vista ambiental y energético**

El empleo del gas natural como carburante contribuye a reducir la alta dependencia del petróleo que existe en el sector transporte

En general los motores que emplean gas natural como carburante emiten menos contaminantes que un motor de gasolina de prestaciones parecidas. En concreto, el gas natural no contiene plomo, ni trazas de otros metales pesados, no emite partículas sólidas en suspensión, que es uno de los principales problemas ambientales que genera el gasóleo y que afecta a la salud humana, no contiene azufre y, por tanto, no emite dióxido de azufre. Por otro lado, las propiedades químicas del gas natural permiten el uso de catalizadores de tres vías, con lo que se minimizan las emisiones de monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), e hidrocarburos (HC). Las emisiones tan reducidas de estos motores suponen una clara ventaja cuando los VGN sustituyen a los motores diésel, que es generalmente el caso de vehículos industriales.

Los VGN funcionando a cargas razonablemente altas tienen unas emisiones de CO<sub>2</sub> un 25 % inferiores a las de sus equivalentes de gasolina, y entre 5 y 10% en comparación con sus análogos diésel. En el ámbito urbano, sin embargo, debido al mejor rendimiento de los motores diésel a bajas cargas, esta ventaja de los VGN se ve invalidada, y las emisiones de CO<sub>2</sub> en este caso son similares en ambos motores.

### **Economía**

Al igual que con otros vehículos de combustible alternativo, los VGN se caracterizan por costes de inversión más altos pero inferiores en combustible, frente a los vehículos de carburantes convencionales. Esto hace que la rentabilidad de la instalación y en

muchos casos el precio de venta estén muy ligados al número de vehículos y al consumo.

### **Penetración del mercado**

Según la Asociación Internacional de Vehículos a Gas Natural, hay cerca de cuatro millones de VGN en todo el mundo, de los cuales, 1,4 millones están en Argentina y 1 millón en Brasil. La flota de Italia con 382.000 VGN es con mucho la mayor de Europa, seguida de la de Alemania con 27.000 e Irlanda con 10.000.

Alemania, Francia, Suiza y el Reino Unido, han diseñado y puesto en marcha programas específicos de desarrollo del GNV para vehículos ligeros.

Prácticamente todos los principales fabricantes disponen de vehículos a gas natural, como Fiat, Citroën, Opel, Mercedes-Benz, Ford, Iveco, Volkswagen y Volvo.

### **Situación en España**

El empleo de gas natural como carburante en España, comenzó en la década de los años 90 con la introducción de la tecnología de gas natural comprimido (GNC) en las flotas de autobuses urbanos de varias ciudades españolas.

Por el momento, Madrid, Barcelona, Sevilla, Málaga, Valencia, Burgos y Salamanca son las ciudades que ya hacen uso del gas natural comprimido en los servicios de transporte urbano de viajeros. Además, en Madrid, Alcobendas, Pozuelo, Barcelona, El Prat, Tarragona, Reus, Oviedo y Vigo, las empresas adjudicatarias de los servicios de recogida de basuras disponen actualmente de camiones a gas natural comprimido.

Actualmente el número de vehículos funcionando a GNC en España es de 949, de los cuales, 495 son camiones de recogida de basuras, 385 autobuses urbanos y 69 carretillas elevadoras y vehículos ligeros. Por otro lado, el empleo de Gas Natural Licuado (GNL) como carburante en España es mucho más reducido limitándose a 22 camiones de recogida de basura y a 7 camiones cisterna.

Recientemente, la Ley 22/2005 de 18 de noviembre, por la que se incorporan al ordenamiento jurídico español diversas directivas comunitarias en materia de fiscalidad de productos energéticos, estableció un impuesto para el gas natural en su uso como carburante de 1,15 €/GJ, lo que previsiblemente permitiría un desarrollo razonable del uso del gas natural como carburante en el segmento de vehículos ligeros.

## **V.IV.- Hidrógeno como carburante**

### **Introducción**

El hidrogeno como combustible en la automoción tiene dos aplicaciones: las pilas de combustible y los motores de combustión interna alternativos. En ambas aplicaciones este combustible se combina con el oxígeno, generando electricidad en el caso de las pilas de combustible y energía mecánica en el caso de los motores térmicos emitiendo a la atmósfera en ambos casos únicamente vapor de agua, lo que implica grandes beneficios medioambientales.

Sin embargo, el proceso de fabricación del H<sub>2</sub> no esta exento de emisiones contaminantes. Este, puede realizarse mediante diversas tecnologías, como son la electrolisis del agua, el reformado de hidrocarburos, la gasificación de biomasa y de hidrocarburos y otras tecnologías en fase de investigación. La única tecnología hasta ahora sostenible y respetuosa con el medio ambiente es la de electrolisis del agua a partir de electricidad generada mediante fuentes renovables.

### **Vehículos con pilas de combustible**

Una celda o pila de combustible es un dispositivo electroquímico que convierte la energía química de reacción directamente en energía eléctrica y en calor, mientras se suministre combustible y oxidante a sus electrodos, sin más limitaciones que los procesos de degradación o mal funcionamiento de los componentes. Como resultado de la reacción electroquímica se produce agua y electricidad. El agua abandona la pila de combustible a través de los electrodos y la corriente eléctrica pasa a un circuito externo.

En principio, cualquier sustancia susceptible de oxidación química, que pueda suministrarse de forma continua a la pila, puede utilizarse como combustible. Del mismo modo, cualquier sustancia que se reduzca químicamente de forma suficientemente rápida puede servir como oxidante. Hidrógeno y oxígeno gaseosos son el combustible y oxidante elegidos en la mayoría de las aplicaciones de las pilas de combustible.

Una pila de combustible consta de un ánodo y de un cátodo con un electrolito entre ambos. El electrolito tiene la propiedad peculiar de permitir que los iones puedan atravesarlo, pero no así las moléculas (neutras) o los electrones (con carga negativa).

En el caso de las pilas de membrana de intercambio protónico (PEMFC), que se utilizan en aplicaciones de transporte, se proporcionan moléculas de hidrógeno al ánodo de la pila, donde en presencia de un catalizador, normalmente de platino, está molécula se separa en dos protones (2H<sup>+</sup>) y dos electrones (2e<sup>-</sup>). Los protones pasan libremente a través del electrolito para combinarse con moléculas de oxígeno en el cátodo y los electrones circulan por un circuito exterior desde el ánodo al cátodo, donde se suman a los protones y a las moléculas de oxígeno para formar agua. Esta circulación de electrones por el circuito exterior constituye una corriente eléctrica continua de muy baja tensión, pero que puede aumentarse hasta el voltaje requerido, interconectando en serie varias de estas celdas.

Estas pilas de combustible necesitan un suministro continuo de hidrógeno y oxígeno cuando están funcionando, proviniendo este último del aire atmosférico.

### **Tipos de células de combustible**

Hay distintos tipos de pilas de combustible pudiendo clasificarse atendiendo a distintos criterios, como son el tipo de combustible y oxidante que utilizan; el lugar donde se lleva a cabo el procesado del combustible, dentro o fuera de la celda; el tipo de electrolito; la temperatura de operación; el sistema de alimentación de los reactivos, etc. Sin embargo, la clasificación comúnmente utilizada es según el tipo de electrolito que utilizan y por el cual son denominadas.

Las pilas de membrana de intercambio protónico (PEMFC) son muy adecuadas para su aplicación en transporte porque son capaces de trabajar a altas densidades de corriente, con una rápida respuesta a demandas de potencia variable, además de tener una alta densidad de potencia y una temperatura de funcionamiento relativamente baja.

### **Opciones de repostado**

Uno de los aspectos clave en el desarrollo de los vehículos de pila de combustible es el almacenamiento y transporte del hidrógeno en ellos, existiendo diversas tecnologías con sus ventajas e inconvenientes.

Una de ellas, consiste en repostar y almacenar en el vehículo un compuesto que contenga una alta proporción de hidrógeno como por ejemplo, metanol o gas natural para ser reformado a bordo. El inconveniente que tiene es que el hidrógeno así generado puede contener algunas impurezas que haga necesario una limpieza del gas para poder ser utilizado en las pila PEMFC, ya que este tipo de pila requiere hidrógeno de alta pureza.

Otra opción es el empleo del hidrógeno como gas comprimido a 200 b, pero en este caso la densidad energética es muy baja y los recipientes a presión son voluminosos y pesados. El almacenamiento a muy alta presión (700 b) está aun en fase de desarrollo.

El almacenamiento como líquido criogénico a  $-253^{\circ}\text{C}$  presenta una buena densidad energética, aunque no es comparable a la que tienen los combustibles fósiles líquidos como la gasolina o el gasóleo. Esta solución tiene actualmente un coste bastante elevado por la cantidad de energía necesaria para licuar el gas y por las características especiales de los depósitos de almacenamiento que deben estar extraordinariamente aislados y ser capaces de soportar la presión de la fase gaseosa del hidrógeno.

Otro sistema consiste en emplear hidruros metálicos de manera que el hidrógeno queda retenido en la estructura sólida del hidruro metálico y puede liberarse a medida que la pila de combustible lo demande. El principal problema que tienen es su elevado peso.

Además de estas tecnologías existen otras como el empleo de hidruros químicos, o la utilización de estructuras de tubos microscópicos de carbono o de microesferas de vidrio, aunque estas dos últimas están todavía en fase de investigación.

### **Prestaciones desde el tipo de vista ambiental**

Los vehículos de pila de combustible alimentados con hidrógeno no producen más emisiones en el punto de utilización que vapor de agua, sin embargo, el principal

problema medioambiental reside en la obtención de este hidrógeno, ya que no es un recurso natural, sino que es preciso producirlo a partir de un compuesto que lo contenga y la aportación de energía primaria. Actualmente, la mayor parte del hidrógeno se produce a partir de gas natural mediante un proceso de reformado con vapor de agua que genera CO<sub>2</sub>. Este proceso es mucho más eficiente que el proceso de electrolisis del agua a partir de electricidad generada con combustibles fósiles. Sin embargo, a largo plazo, se espera y se desea que la producción de hidrógeno se base fundamentalmente en el uso y aprovechamiento de energías renovables.

### **Economía**

Casi todos los fabricantes de vehículos tienen programas de I+D+i en células de combustible, pues en el medio y largo plazo constituyen una de las mejores alternativas a los motores de combustión interna.

La viabilidad económica de estos vehículos esta ligada a la reducción de los costes de producción de las pilas de combustible, a la mejora del almacenaje del hidrógeno en los vehículos, y al desarrollo de una infraestructura de estaciones de repostaje.

### **Situación en España**

Madrid y Barcelona, junto a otras 8 ciudades europeas (Ámsterdam, Estocolmo, Hamburgo, Londres, Luxemburgo, Stuttgart, Reykjavik y Oporto), son pioneras desde el año 2003 en el empleo de autobuses urbanos equipados con pilas de combustible que utilizan hidrógeno como carburante. Esta iniciativa forma parte del proyecto *Clean urban Transport for Europe (CUTE)*, auspiciado por la UE y liderado por la empresa Daimler Chrysler (Mercedes), que contempla la demostración de 30 autobuses propulsados por pila de combustible en estas 10 ciudades europeas. Los 30 autobuses están equipados con pilas Ballard de 205 kW, que son del tipo de membrana de intercambio protónico (PEMFC).

La ciudad de Madrid, además, participa igualmente desde el año 2003 en otro proyecto, el *CITYCELL*, que liderado por Iveco -Iris bus y por Renault, contempla la demostración de 4 autobuses propulsados por pila de combustible en 4 ciudades europeas (Madrid, París, Turín y Berlín). En el caso de Madrid y Turín, los vehículos empleados son autobuses IVECO dotados de pila de combustible UTC de 62 kW del tipo de membrana de intercambio protónico (PEMFC).

### **Motores de combustión interna de hidrógeno**

El hidrógeno también puede emplearse como carburante en motores de combustión interna alternativos de encendido provocado (como los de gasolina), y aunque esta alternativa es más ineficiente energéticamente que las pilas de combustible, se trata de una tecnología ya sobradamente probada.

Algunos fabricantes de vehículos piensan que los motores térmicos de hidrógeno ayudarán a dar el salto hacia un futuro dominado por las pilas de combustible al crearse una demanda de hidrógeno como combustible y por consiguiente el desarrollo de una infraestructura de estaciones de suministro.

El pensamiento general del sector es que en el futuro a largo plazo se impondrán las pilas de combustible sobre los motores térmicos de hidrógeno, básicamente porque los primeros son más eficientes que los segundos.

## **Ayudas**

Dentro del Plan de Acción 2005-2007 de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004-2012 (E4) el IDAE ha firmado Convenios de colaboración con todas las CCAA para transferirles fondos para que estas lleven a cabo medidas de ahorro y eficiencia energética en todos los sectores demandantes de energía. Para ello, En concreto, dentro del sector transporte, el Plan de Acción define como una de sus medidas prioritarias la renovación de flotas de vehículos industriales y del parque automovilístico de turismos que comprende un programa cuya finalidad es promover la adquisición de vehículos industriales y turismos de propulsión eléctrica, híbrida o alimentados por gas natural, gases licuados del petróleo, o hidrógeno mediante el otorgamiento de ayudas económicas que disminuyen el extracoste en los vehículos alternativos en relación con vehículos equivalentes de diseño y motorización tradicional.

## **V.V.- Biocarburantes**

La Comisión Europea prevé que las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes del transporte serán un 50 % superiores en 2010 con respecto a las de 1990, especialmente debido al aumento del tráfico rodado, que actualmente representa alrededor del 84 % de las emisiones comunitarias de CO<sub>2</sub> del sector. Dada la estrecha relación existente entre el cambio climático y el transporte y la enorme dependencia que tiene el sector del petróleo (en un 98%), la Unión Europea está poniendo un gran esfuerzo en buscar alternativas a los carburantes convencionales, entre los cuales se encuentran los biocarburantes.

Los biocarburantes son combustibles obtenidos a partir de la biomasa que pueden ser utilizados en los motores de combustión interna de los vehículos actuales en sustitución de los derivados del petróleo convencionales, las gasolinas y los gasóleos. Aunque hay varios tipos de biocarburantes, los más desarrollados hasta el momento son sólo dos, el bioetanol y el biodiesel. El primero se obtiene a partir de la fermentación de plantas ricas en azúcares como la remolacha, la caña de azúcar o los cereales, mientras que el segundo se obtiene a partir de la esterificación del aceite vegetal extraído de semillas oleaginosas (colza, soja, girasol...) y de los aceites usados, así como a partir de las grasas animales procedentes de la industria cárnica.

En nuestro país los cereales son la materia prima básica para la producción de bioetanol, sobre todo el trigo y la cebada, debido a su disponibilidad y los precios favorables del mercado, mientras que la mayor parte de la producción de biodiesel procede de la utilización de aceites usados, especialmente en Cataluña, lo que supone un enorme beneficio dado a que se da salida a un producto que hasta no hace mucho era considerado un residuo, si bien la logística de recogida de estos aceites usados todavía no es todo lo eficaz como sería deseable.

Dentro de las alternativas existentes a los combustibles convencionales, los biocarburantes tienen la ventaja de que se pueden utilizar directamente en los vehículos actuales sin necesidad de introducir apenas modificaciones en el motor, a diferencia de otros como los GLP o el GNC, que sí requieren a priori de un diseño específico. Así, el bioetanol puede usarse mezclado en diferentes proporciones con la gasolina, aunque a partir del 15% pueden ser necesarias pequeñas modificaciones en el motor. El bioetanol además se utiliza para la fabricación del ETBE, un aditivo que se

---

<sup>3</sup> Libro Blanco de la Comisión «La política europea de transporte de cara al 2010: la hora de la verdad»

añade a las gasolinas sin plomo como elemento oxigenador. Por su parte, el biodiesel puede utilizarse mezclado con el diesel convencional e incluso llegar a sustituirlo por completo, ya que los vehículos diesel comercializados a partir de mediados de la década de los 90 no presentan ningún inconveniente para utilizar biodiesel puro al 100% (esto es, aproximadamente el 70% de los vehículos que están actualmente en circulación)<sup>4</sup>.

La Directiva 2003/30/CE establece que los Estados miembros deben tomar las medidas necesarias para conseguir que en 2010 el 5,75% de toda la gasolina y el gasóleo comercializados en sus mercados con fines de transporte sea cubierto con biocarburantes<sup>5</sup>. Este objetivo equivaldría a una producción de 18,2 Mtep en toda la UE, cifra muy parecida a la recogida en el Libro Blanco.

Esta indicación de la Directiva fue incorporada en nuestro país a través del nuevo Plan de Energías Renovables 2005-2010 (PER), donde se fija el consumo de biocarburantes en 2,2 Mtep para 2010, con lo que se evitaría la emisión de 5,9 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>. Dicha cantidad supone multiplicar por cuatro el consumo previsto en el anterior Plan de Fomento y representaría el 5,83% del consumo de gasolina y gasóleo previsto para el transporte en ese mismo año, ligeramente por encima del objetivo de la Directiva.

La producción de biocarburantes en la Unión Europea ha experimentado un notable impulso en los últimos años, especialmente debido al régimen fiscal favorable que existe en algunos países con la exención del impuesto sobre hidrocarburos para los biocarburantes<sup>6</sup>. Según EuroObserv'ER<sup>7</sup> en 2005 se produjeron en la UE 3,9 Mtep de biocarburantes, un 65,7% más que el año anterior.

El biodiesel supuso el 81,5% de la producción total, con un crecimiento del 64,7% respecto a 2004. Alemania contribuye en más de un 52% a la producción europea de biodiesel, seguida de lejos por Francia e Italia. En cuanto al bioetanol su producción aumentó un 70,5% con respecto a 2004, un crecimiento mucho más acusado que en años anteriores (+12,8% de media anual entre 2000 y 2004), debido en gran parte al aumento de la producción con alcohol vínico comunitario y a la entrada de nuevos países productores como Hungría, Lituania y la República Checa. España continúa siendo el país que lidera la producción europea de bioetanol (33% del total) gracias al grupo empresarial español Abengoa, seguida por Suecia y Alemania. La disponibilidad de materias primas y la existencia de unas condiciones fiscales favorables (exención del impuesto de hidrocarburos sobre los biocarburantes) explican el favorable desarrollo de la industria del bioetanol en nuestro país.

Sin embargo, a pesar del crecimiento experimentado por el sector no parece probable que se vayan a alcanzar los objetivos propuestos para 2010. El objetivo de 2005 previsto en la Directiva (una cuota del 2% de biocarburantes) no se alcanzó, situándose alrededor del 1,4%<sup>8</sup>. Y según EuroObserver, dada la tendencia actual es de esperar que en 2010 sólo se lleguen a producir en la UE 9,9 Mtep, en lugar de los 18,2 Mtep que se necesitarían para cubrir la demanda prevista en la Directiva.

---

<sup>4</sup> En los vehículos diesel fabricados antes de mediados de los años 90, en cambio, sí es necesario hacer una pequeña modificación en el motor.

<sup>5</sup> Directiva 2003/30/CE, de 8 de mayo de 2003, relativa al fomento del uso de biocarburantes u otros combustibles renovables en el transporte. La Directiva preveía además que en 2005 los biocarburantes alcanzaran una cuota del 2% en los mercados nacionales de gasolinas y gasóleos.

<sup>6</sup> Ley 53/2002, de 30 de diciembre, de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social.

<sup>7</sup> Barómetro de las Energías Renovables 2006, EuroObserv'ER.

<sup>8</sup> Comunicación de la Comisión "Estrategia Europea de Biocarburantes", COM(2006) 34 final.

La situación en España es similar. A pesar de que en 2005 la producción fue un 45% superior a la del año anterior, los biocarburantes apenas cubrieron el 0,44% del mercado español de gasolinas y gasóleos para el transporte, cifra bastante alejada aún del 5,83% del PER y ni siquiera cercana al 2% que fijaba la Directiva para ese año<sup>9</sup>.

Si bien la producción nacional de biocarburantes afronta barreras que es necesario derribar, es importante que se pongan en marcha medidas urgentes para incentivar su demanda y conseguir que en 2010 los biocarburantes puedan suponer para el sector transporte la cantidad fijada en el PER. Dichas medidas deberían ir enfocadas principalmente a resolver y potenciar siguientes puntos:

- El uso de una “obligación para los biocarburantes”, un sistema ya impuesto en muchos Estados miembros según el cual se exige a las empresas suministradoras de combustibles a que incorporen un determinado porcentaje de biocarburantes en los combustibles que ponen en el mercado. Esta obligación debería ser compatible con el mantenimiento de los actuales incentivos fiscales en el tiempo, tal y como prevé el PER.
- Es necesario desarrollar una normativa para que los fabricantes de los vehículos pongan en el mercado vehículos que puedan emplear mezclas de biocarburantes con los combustibles fósiles sin necesidad de modificación alguna del motor.
- Las medidas de dinamización de la demanda deben estar orientadas sobre nichos específicos del mercado, tales como flotas cautivas de la Administración (autobuses urbanos...), empresas de autocares o gremios de taxistas, en los que se promueva el uso de un biocarburante específico en alto porcentaje de mezcla o puro. Y, sobre todo, en el parque nacional de automóviles privados, asegurando la disponibilidad de biocarburantes en toda la red de abastecimiento de carburantes, para facilitar su utilización por parte de los vehículos particulares y flotas de empresas.
- Los biocarburantes pueden utilizar la misma red logística de distribución que los combustibles fósiles, pero ciertas instalaciones necesitan incorporar determinadas medidas de acondicionamiento para mantenerlos en unas condiciones adecuadas. Es urgente, por lo tanto, acometer esta inversión para facilitar el almacenamiento y distribución de los biocarburantes a los puntos de consumo.
- Es importante asegurar que se aplican unas condiciones mínimas medioambientales para la producción de las materias primas utilizadas para biocarburantes, y que estén adaptadas a las condiciones particulares locales de la UE y de otros países. Es necesario asegurar que los cultivos energéticos no producen efectos negativos sobre la biodiversidad, la contaminación del agua, la degradación del suelo y la alteración de los hábitats y especies de zonas de elevado valor ecológico.
- Para poder ser comercializados, los biocarburantes deben cumplir las especificaciones técnicas definidas en el Real Decreto 61/2006, que limitan la comercialización de mezclas superiores a un determinado porcentaje de biocarburante.
- La actual normativa permite que las mezclas hasta un 5% en volumen de biocarburantes con combustibles fósiles puedan comercializarse como un combustible estándar, mientras que mezclas superiores deben ser

---

<sup>9</sup> APPA Info nº 21 (abril 2006) ([www.appa.es](http://www.appa.es)).

comercializadas como producto aparte con su correspondiente surtidor, lo que incrementa las dificultades logísticas y dificulta una mayor penetración en el mercado.

Por otro lado, todavía no existen unos niveles de calidad específicos para las mezclas con altos contenidos de biocombustible, aplicándose en su defecto las especificaciones técnicas del gasóleo y la gasolina, lo cual está limitando el potencial de algunos biocombustibles, como es el caso del bioetanol.

## **V.V.- Regulación de emisiones de vehículos a motor. Programa AUTO OIL**

Desde los años 70, la Comisión Europea viene legislando sucesivas reducciones de los estándares de emisiones de los automóviles. Este esfuerzo legislativo, hoy vigente en las Directivas 98/69/CE y 98/77/CE, derivadas del Programa Auto Oil, han conseguido reducir en un 95% los límites de emisión de contaminantes de los automóviles, desde los años 70.

La aplicación de estas limitaciones para los nuevos vehículos de gasolina ha exigido modificaciones tecnológicas en los motores y, en la mayoría de los modelos, la utilización de catalizadores de post-combustión en el escape. La utilización de estos catalizadores ha obligado a su vez a emplear gasolina sin plomo.

Para los motores diesel, la adaptación ha sido más complicada debido a que la reducción depende principalmente de las características de los motores y en menor medida de la calidad del combustible.

A pesar de las normativas, el impacto producido por el transporte en el medioambiente atmosférico de las ciudades continúa creciendo, debido fundamentalmente al incremento del parque y a una mayor utilización del mismo en los desplazamientos, en detrimento de transporte público. Ello ha hecho que la Comisión Europea haya cambiado su estrategia hacia un tratamiento global del problema, combinando la regulación de la tecnología del automóvil, la especificación de los carburantes, y dando también una gran importancia a una visión estratégica de mejoras no técnicas. Todo ello viene resumido en el Programa Auto Oil.

**El objetivo del Programa Auto Oil es proporcionar a los legisladores de la Unión Europea, de un asesoramiento objetivo del coste-beneficio de cada posible norma de actuación, sobre el sector del transporte; destinada a la mejora de la calidad del aire en las ciudades. Es un programa de trabajo técnico, iniciado en 1992, para establecer los fundamentos técnicos de una normativa que mejore dicha calidad del aire, coordinando esfuerzos en los siguientes campos:**

- Tecnología del automóvil.
- Especificaciones de carburantes.
- Mejoras de rendimiento y durabilidad.
- Otras mejoras no técnicas: fomento del transporte público, potenciación del transporte ferroviario, conciliación del consumidor, etc...

El primer programa Auto Oil marcó un nuevo comienzo en el desarrollo de la política ambiental comunitaria, al implicar a las partes interesadas en un programa técnico dirigido a determinar el modo más rentable de cumplir determinados objetivos acordados de calidad del aire. Este primer programa se tradujo en la definición y entrada en vigor de dos normativas, las cuales se detallaban al inicio del texto.

Recientemente ha finalizado el segundo programa Auto Oil, el cual se ha basado en los principios de rentabilidad, conocimientos científicos sólidos y transparencia. Se ha caracterizado igualmente por la participación de las partes interesadas, como en la primera edición.

Como conclusiones de este programa, se destacan: Las emisiones de los contaminantes tradicionalmente regulados, caerán a menos del 20% respecto a sus niveles de 1995, antes de 2020; mientras que las emisiones de CO<sub>2</sub> continuarán aumentando por lo menos hasta 2005.

Se observa una amplia mejora de la calidad del aire urbano antes de 2010, aunque no se cumplan aún varios objetivos ambientales. Entre los contaminantes estudiados, los desafíos restantes más importantes se refieren a las partículas sólidas, a los niveles regionales de ozono troposférico y a algunos superamientos localizados de los objetivos de dióxido de nitrógeno.

La evaluación de las opciones políticas llevada a cabo dentro de Auto Oil II, se ha traducido en la determinación de opciones rentables para reducir las emisiones de los vehículos de 2 y 3 ruedas, cuyo resultado ha sido la reciente adopción de una propuesta de la Comisión. En el ámbito de la calidad de los combustibles se ha estudiado el efecto de la modificación de las especificaciones de combustibles de gasolina y gasóleo, aunque debe indicarse que no se ha evaluado el efecto de la reducción de las especificaciones de azufre por debajo de 50 partes por millón.

Los datos preliminares relativos a las necesidades de combustibles especiales para parques de vehículos "cautivos" sugieren que éstos pueden contribuir potencialmente a solucionar problemas locales de contaminación. El análisis de las medidas no técnicas en ciudades representativas ha demostrado su potencial considerable para disminuir las emisiones y simultáneamente reducir los gastos, a condición de que se combinen de una manera óptima para evitar posibles efectos nocivos. También se ha demostrado que las medidas fiscales proporcionan una solución igualmente provechosa para el medio ambiente y la economía.

La legislación vigente relativa a la calidad de combustibles y a las emisiones de los vehículos ligeros, de los vehículos pesados y de los vehículos de 2 y 3 ruedas, contienen varias cláusulas en revisión, sobre las que se trabaja ahora en la Comisión. La Comisión ya ha adoptado una propuesta de directiva por la que se endurecen las normas de emisión de los vehículos de dos y tres ruedas.

Es probable que la Comisión proponga durante el próximo año actualizaciones técnicas referentes a los vehículos utilitarios ligeros y pesados. La modificación de la directiva 98/70/CE relativa a la calidad de la gasolina y el gasóleo, dependerá del resultado de las consultas en curso sobre los niveles de azufre en la gasolina y el gasóleo.

## VI.- CONDUCCIÓN EFICIENTE

### Antecedentes

En las últimas décadas, la tecnología del motor y las prestaciones de los vehículos han mejorado significativamente. Los vehículos de gasolina y diésel han pasado a ser mucho más eficientes y limpios en cuanto a emisiones al Medio Ambiente.

La reducción en el consumo energético viene dada sobre todo por la cada vez mayor eficiencia de los motores, en especial por la aparición del control electrónico del motor del vehículo (inyección electrónica de carburante, corte de inyección cuando se levanta el pie del acelerador, etc.). De la mano de la reducción del consumo viene la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, ya que por cada litro de gasolina o de gasóleo que se consume, se emiten a la atmósfera 2,35 y 2,6 kg de CO<sub>2</sub> respectivamente, luego al reducir el consumo de carburante, se reducen en la misma proporción las emisiones de CO<sub>2</sub>.

La reducción de emisiones contaminantes viene impulsada a través de las distintas directivas europeas (normativas conocidas como “euros”: I; II; III; la actual IV y la V en un próximo futuro). En este marco tienen lugar diversas innovaciones tecnológicas como por ejemplo la introducción de catalizadores, que reducen la emisión de CO, hidrocarburos y NOx.

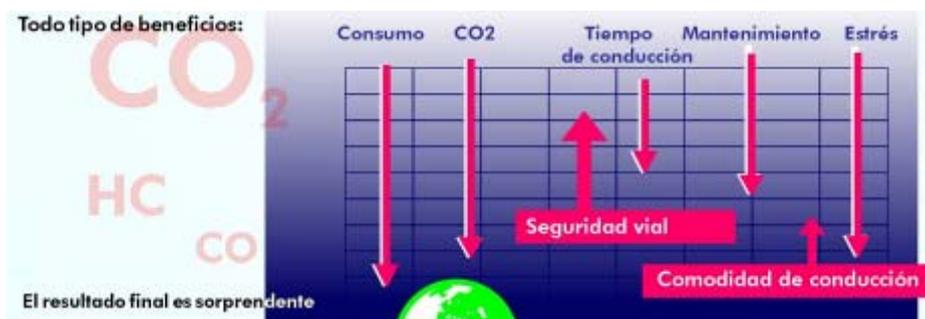
Pero además, estas nuevas tecnologías de los vehículos permiten una nueva utilización más eficiente de los mismos a través de algunos sencillos cambios en el estilo de conducción. Estos cambios los aporta la conducción eficiente.

### Un nuevo estilo de conducción: La conducción eficiente

La conducción eficiente es un nuevo estilo de conducción, que contribuye a reducir el consumo de combustible, las emisiones al Medio Ambiente y que además, mejora la seguridad en la conducción.

En los últimos años, la tecnología de los vehículos ha evolucionado de forma significativa, sin embargo, la forma de conducirlos ha permanecido invariable. La conducción eficiente viene a corregir este desajuste, aportando un nuevo estilo de conducción acorde con estas modernas tecnologías.

Con la conducción eficiente se obtienen unos ahorros medios de carburante del orden del 15% y una reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> en la misma proporción.



Aunque algunas de las técnicas de la conducción eficiente pueden aplicarse a todos los vehículos, en realidad están concebidas para vehículos de fabricación posterior al año 1994 aproximadamente (con inyección electrónica). La conducción eficiente ofrece

importantes beneficios a los conductores de coches privados, coches de empresa, camiones y autobuses y también a las flotas de vehículos, a través del ahorro en costes, mejora de la seguridad, mejora del confort en la conducción y reducción de sus emisiones medioambientales.

En determinados países europeos se han llevado a cabo programas de formación en la conducción eficiente, encontrándose en la actualidad plenamente implementada en sus sistemas de enseñanza. La implementación de la conducción eficiente en un país se ha de realizar a través de 2 vías:

- Introducción en el Sistema de Enseñanza para la obtención del permiso de conducción: formación de conductores noveles.
- Formación de conductores -con permiso de conducción en vigor-.

La conducción eficiente se ve complementada además por el comportamiento eficiente en la compra del vehículo (etiquetado energético), por la ayuda que aportan los dispositivos medidores de consumo y por la realización de un correcto mantenimiento del vehículo y uso de sus accesorios (neumáticos; aerodinámica; aire acondicionado; etc.)

## VII.- ETIQUETADO ENERGÉTICO DE VEHÍCULOS

### El ahorro de carburante comienza con la compra del vehículo (etiquetado energético de vehículos)

El ahorro de combustible comienza con la compra de vehículos con eficiencia energética. Por ello, los países de la UE han introducido un etiquetado energético para la venta de los vehículos turismo nuevos, que obliga a informar de su consumo de combustible y de la cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub>. Las etiquetas han de exhibirse de forma obligatoria en los todos los concesionarios de venta de vehículos. Existe además en España, una etiqueta voluntaria que informa del consumo comparativo del vehículo en relación con los de su categoría.



Etiqueta voluntaria, con comparativa de consumos y emisiones del vehículo.

En la etiqueta voluntaria, el consumo relativo de un vehículo en concreto se compara con el consumo medio de los coches de un tamaño similar. La etiqueta muestra el consumo de combustible relativo con un color determinado, que indica inmediatamente si el vehículo utiliza más o menos combustible que otros vehículos con los que se

compara. El amarillo significa que el consumo de combustible es el de la media de los vehículos de su grupo de comparación; rojo significa que consume más de la media y verde que consume menos de la media.

## VIII.- URBANISMO, ESTRUCTURA URBANA Y TRANSPORTE

El transporte se ha revelado como uno de los sectores cruciales en el consumo de combustibles fósiles y por tanto como uno de los principales responsables del efecto invernadero. En gran medida sus necesidades de infraestructuras han conformado la ciudad actual y transformada la ciudad heredada. Esta supremacía del transporte se ha producido en dos escalas: la local asociada al tejido urbano y la estructural asociada a la organización funcional de la estructura urbana.

En lo local, calles y plazas se han cedido del uso cívico al uso del tráfico motorizado, incluso cuando parece que se restringe el tráfico en realidad las áreas restringidas al tráfico lo son para mejorar la accesibilidad del transporte público y los servicios (incluso para mejorar la velocidad media de las calles principales, libres ya de de molestos giros a la izquierda e incorporaciones que ralentizan el tráfico general). La ciudad heredada se transforma para “racionalizar” el tráfico general, perdiendo su carácter de espacio cívico continuo para convertirse en un archipiélago de islas “restringidas al tráfico”, convirtiéndose en “rotondas”.

## LA EXPLOSIÓN DE LA CONURBACIÓN MADRILEÑA TASAS DE CRECIMIENTO DE LAS EXIGENCIAS DE SUELO, ENERGÍA Y MATERIALES

	Variación anual en porcentaje	
	(Se duplica cada)	
<b>SUELO:</b>		
Estimación propia (80-01)	4,0%	(18 años)
Corine L.C. (91-01)	3,7%	(20 años)
Planeamiento (92-02)	3,8%	(19 años)
<b>ENERGÍA:</b>		
Electricidad (84-01)	4,9%	(15 años)
Combustibles fósiles (84-01)	3,6%	(20 años)
<b>MATERIALE</b>		
<b>S:</b>		
Por carretera (84-01)	4,0%	(18 años)
Por ferrocarril (84-01)	-1,3%	
Por avión (84-01)	3,8%	(19 años)
Total materiales (84-01)	3,6%	(20 años)
<b>POBLACIÓN (91-01)</b>	<b>0,9%</b>	<b>(80 años)</b>

En la nueva ciudad, ya ni se considera la continuidad espacial de los nuevos barrios, desde su concepción se diseñan como “ciudadelas” a las que sus vecinos han de acudir, casi obligatoriamente, en vehículo privado. Su espacio público se diseña para el acceso y estancia (en superficie o en los garajes subterráneos) de los vehículos

domésticos, argumento casi único de unos barrios que carecen de cualquier tipo de “complejidad”, sujetos la lógica de la escala metropolitana.

En la escala urbana, o mejor aún metropolitana (ya que no existe una ciudad sino que vivimos en la “ciudad única” que se extiende allí donde llegan las infraestructuras viarias), hemos generado un modelo basado en la relación Territorio – Centro, que viene a sustituir a la clásica “Campo – Ciudad”. Seguimos pensando en la ciudad como algo que se construye sobre una naturaleza fuerte y poderosa. En nuestra imaginación, en cualquier momento la ciudad puede ser de nuevo recuperada por lo natural (como en la ciudad abandonada del libro de la selva). Imaginamos la naturaleza como algo feraz e inagotable, cuando es justo lo contrario: lo urbano lo conquista todo y la naturaleza debe de ser protegida (todos los días nos despertamos leyendo una noticia del tipo: Las Lagunas de Ruidera necesitan del trasvase del Tajo para mantener parte de su tamaño original).

Lo urbano se extiende a una velocidad desorbitada. En el cuadro adjunto (elaborado por José Manuel Naredo), se puede comprobar que el crecimiento de recursos, materiales y territorio dobla la tasa de crecimiento de la población.

Pero el crecimiento urbano no crea solo “suelo eficaz”, si entendemos que éste como suelo directamente destinado a la actividad urbana. Si así fuera consumiríamos más suelo para tener más zonas verdes, viviendas más extensas, edificios más espaciados, en suma estaríamos “gastando” suelo y recursos para tener algo mejor. Pero si (a partir de los datos del programa CORINE) analizamos la evolución del consumo de suelo entre 1990 y 2000 (Investigación sin publicar. 2005. Agustín Hernández director, Mariam Simón, colaboradora), podemos comprobar que el suelo artificial por vivienda ha pasado de 469 m<sup>2</sup> a 499 m<sup>2</sup>, pero si solo consideramos las nuevas viviendas construidas entre 1990 y 2000, cada una de ellas consumió 639 m<sup>2</sup>.

AÑO 1990

**· TOTAL ACUMULADO**

SUPERFICIE ARTIFICIAL TOTAL 8.078 Km<sup>2</sup>

SUPERFICIE ARTIFICIAL SOBRE SUPERFICIE NACIONAL TOTAL 1,6%

SUPERFICIE ARTIFICIAL POR VIVIENDA 469 m<sup>2</sup>/viv

SUPERFICIE ARTIFICIAL POR HABITANTE 208 m<sup>2</sup>/hab

AÑO 2000

**· TOTAL ACUMULADO**

SUPERFICIE ARTIFICIAL TOTAL 10.454 Km<sup>2</sup>

SUPERFICIE ARTIFICIAL SOBRE SUPERFICIE NACIONAL TOTAL 2,1%

SUPERFICIE ARTIFICIAL POR VIVIENDA 499 m<sup>2</sup>/viv

SUPERFICIE ARTIFICIAL POR HABITANTE 256 m<sup>2</sup>/hab

**· NUEVOS DESARROLLOS 1990-2000**

PORCENTAJE SOBRE EL TOTAL DE SUPERFICIE ARTIFICIAL EN 2000 23%

SUPERFICIE ARTIFICIAL POR NUEVA VIVIENDA 638 m<sup>2</sup>/viv

SUPERFICIE ARTIFICIAL POR NUEVO HABITANTE 977 m<sup>2</sup>/hab

Pero si analizamos con mayor profundidad (teniendo en cuenta las limitaciones de la fuente), los datos de los usos del suelo en 2000 y los datos de las nuevas viviendas construidas entre 1990 y 2000, podemos comprobar que el suelo no se ha consumido para hacer ciudad, sino para todos los usos indirectos que esta genera. Veremos que lo sorprendente es que las nuevas viviendas crean menos "ciudad" que las existentes, 215 m<sup>2</sup> por vivienda nueva sobre 314 m<sup>2</sup> por vivienda existente, y que realmente crece son las "otras áreas" que pasan de 116 m<sup>2</sup> a más del doble, 275 m<sup>2</sup>, duplicándose a su vez el deterioro del espacio periférico (zonas de extracción ...) y los nuevos enclaves periféricos de ocio (zonas verdes artificiales, campos de golf incluidos).

**AÑO 2000. DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIES SEGÚN OCUPACIÓN DE SUELO ARTIFICIAL**

**· TOTAL ACUMULADO**

ZONAS URBANAS	63%	314 m <sup>2</sup> /viv
ZONAS INDUSTRIALES, COMERCIALES Y DE TRANSPORTE	23%	116 m <sup>2</sup> /viv
ZONAS DE EXTRACCIÓN, DE VERTIDOS Y EN CONSTRUCCIÓN	11%	56 m <sup>2</sup> /viv
ZONAS VERDES ARTIFICIALES NO AGRÍCOLAS	3%	13 m <sup>2</sup> /viv

**· NUEVOS DESARROLLOS**

ZONAS URBANAS	22%	215 m <sup>2</sup> /viv
ZONAS INDUSTRIALES, COMERCIALES Y DE TRANSPORTE	51%	275 m <sup>2</sup> /viv

creando una pseudo-ciudad desarticulada, dividida en fragmentos (entre espacios deteriorados) incapaces de generar ningún grado de autosuficiencia y que necesitan de unas gigantescas infraestructuras para asegurarse la conectividad que permita reproducir la actividad urbana. Sobre el territorio se produce una explosión de actividades urbanas, con su correlato de destrucción del territorio y consumo de energía, mientras que la ciudad heredada sufre una implosión en su funcionalidad, acumulando actividades en su centro construyendo gigantescas infraestructuras (como el caso de la M-30 madrileña), creando islas peatonales y abandonando a su suerte los barrios vulnerables que contiene.

**Estructura urbana y movilidad**

La explosión de lo urbano sobre el territorio, implica una necesidad de incremento de la movilidad y del consumo de suelo, que puede explicarse con unos simples razonamientos geométricos. Si partimos de una ciudad inicial, en la que el equilibrio entre viario, movilidad, vida urbana y calidad ambiental es el adecuado. Podemos imaginar que esta ciudad tiene un radio de R unidades (el viaje medio es de R unidades) y que en 100 unidades de superficie contiene 100 unidades edificadas con 25 unidades de viario (el 25% de la superficie de suelo).

Imaginemos que el éxito de esta ciudad y el ingenio y laboriosidad de sus habitantes, propician su crecimiento de manera que se decide desarrollar un planeamiento que doble su radio. El radio será 2R unidades, pero el recorrido medio se habrá duplicado (nuestros vecinos no creen que sea eficaz poner ningún límite a la movilidad, ya que podría poner en peligro la libertad de mercado), lo que supone que el viario no puede ser el 25% de la superficie, sino que la proporción de viario por vehículo deberá duplicarse, luego necesitaremos un 50% de viario. Tendremos que el crecimiento de la ciudad ha generado 300 nuevas unidades de suelo, pero que necesitaremos (si no podemos tocar la ciudad existente) 175 nuevas unidades de viario, con lo que tendremos que concentrar todo nuestro crecimiento (300 unidades edificadas) en 125 unidades de suelo. Cada nueva vivienda necesitará de más del doble (2,33 veces) de

viario que las de la ciudad inicial, y además habrán multiplicado por 1,8 la densidad frente a los antiguos barrios.

El crecimiento de la ciudad, si no queremos cambiar su sistema de movilidad, necesita hacerse a costa de concentrar su crecimiento en menos suelo y con un gigantesco derroche en infraestructuras de transporte. Pero en algún momento las necesidades de suelo para asegurar la movilidad reducirán de forma aberrante el suelo “útil”. No somos conscientes de esta paradoja geométrica, porque en la realidad el crecimiento se realiza de forma “dispersa”(disminuyendo su densidad), con el fin de hacer aparentemente aceptable la inversión en infraestructuras que se “reducen” sustituyéndose en parte por grandes infraestructuras de transporte público menos consumidoras de suelo y por tanto generadoras de mayor suelo útil.

### **La variedad urbana como oportunidad**

Como podemos determinar, tanto por los datos empíricos de la evolución del consumo de suelo, como por el análisis geométrico del modelo, no se trata de un problema de densidades o gestión eficaz de las actividades, se trata de un problema de “estructura funcional”. La creación de nuevas infraestructuras viarias o de transporte público, no soluciona el problema, sino que lo empeora ya que aumentan el “radio funcional” de la “ciudad única” y aumentan las demandas de movilidad de forma exponencial sin que exista un “óptimo”.

En una economía abierta, parece difícil reducir por métodos directos las demandas de transporte de la población (sería políticamente inasumible un precio del transporte público sin subvención de la explotación y más imposible aún si amortizase la infraestructura). Tampoco parece posible proponer un cambio en las inversiones públicas que ponga en riesgo la “rentabilidad” de las constructoras españolas (más ahora que aparecen como las únicas empresas con una dimensión competitiva internacional). Pero es posible preparar nuestras ciudades para que cuando sea necesario reducir su adicción a la movilidad (y parece que pronto lo será), adaptándolas para que sean capaces de absorber los cambios en los modos de vida y consumo de combustibles actuales. La única posibilidad en comenzar una rehabilitación ecológica de la ciudad, que se base en la creación de una ciudad compleja.

### **La rehabilitación urbano ecológica**

El éxito de las ciudades se ha basado históricamente en su capacidad de garantizar:

- La libertad de los ciudadanos, que permitía al individuo la esperanza de libertad, de transformación de su destino, dotándole de un espacio donde construir, si quería, su propio futuro.
- La responsabilidad social, que históricamente se reflejó en la solidaridad de los gremios, y más tarde en la solidaridad de clase, y que el modelo económico y social del estado del bienestar transformó en el modelo asistencial que nos ha legado la posguerra europea. Y que ha permitido por una parte el desarrollo de las potencialidades individuales y el cuidado de los más débiles a través de los servicios y equipamientos públicos.

Ha sido el cumplimiento (o la esperanza de cumplimiento) de estas promesas lo que realmente ha mantenido las ciudades, si queremos mantener o recuperar estas en el maremagnum de lo urbano, deberemos realizar la reinterpretación de estas cualidades,

a las que la percepción de los límites ambientales tendrá que unir una necesaria responsabilidad ecológica.

Parece pues que ha llegado la hora de reclamar la ciudad para los ciudadanos, y que se realicen las previsiones y controles necesarios para garantizar la calidad urbana, garantizando tres condiciones básicas:

- Libertad individual.
- Responsabilidad social
- Responsabilidad ecológica.

La libertad individual, que permita que los ciudadanos dominen su tiempo y su espacio, que puedan elegir entre mantenerse en el interior de su grupo social o de abandonarlo por otro, sin graves costos emocionales que posibiliten la elección, según lugares y tiempos del anonimato o del contacto social.

La responsabilidad social, reflejada en la realización de actividades socialmente útiles y en la generación de un espacio urbano que dote a los individuos de las condiciones necesarias para el desarrollo de sus capacidades humanas, y que permita el cuidado de los más débiles.

La responsabilidad ecológica, no consumiendo recursos sobre su tasa de renovación ni produciendo residuos sobre la tasa de absorción del medio.

La imposibilidad física y social de abandonar la ciudad existente nos obliga a afrontar su Rehabilitación Urbano Ecológica. Rehabilitación por que implica la reutilización del soporte existente, urbana por que pretendemos la recuperación de las bases que han contribuido al éxito de la ciudad: " Lo que ofrece la ciudad es el acceso directo a la diversidad. Acceso directo, inmediato sin intermediarios, sin recurrir a pesados y costosos medios de comunicación. En una especie de captación instantánea, la ciudad ofrece la realidad de la diversidad de los hombres y sus actividades. Diversidad hecha de hombres status, origen, cultura, religión y proyectos diferentes..... ...Esta diversidad permite comprender la diferencia entre uno mismo y los demás, dotarla de sentido en relación con proyectos que conducen o bien al repliegue sobre uno mismo (en cuyo caso se abomina de la ciudad, lugar de conflictos racistas en el que el otro debe desaparecer o mantenerse aparte), o bien a la revisión de uno mismo, al cambio, de papel social, de status." (SCHOONBROT, 1995). Y ecológica por que su objetivo último es avanzar en el desarrollo de la Sostenibilidad, cerrando los ciclos ecológicos en su entorno y vigilando la magnitud de su huella ecológica.

En cualquier caso la Rehabilitación Urbano Ecológica no solo supone la aplicación de los principios de la Sostenibilidad:

- No poner en peligro la supervivencia de las siguientes generaciones.
- No consumir recursos sobre su tasa de renovación.
- No producir residuos sobre su tasa de absorción por el medio.

Sino también la recuperación de la calidad de vida de sus habitantes, permitiendo el control de su tiempo y de su espacio como base de la auténtica libertad (LEFEBVRE, 1970). El tiempo del ciudadano, porque el recurso menos renovable de todos es la vida. El tiempo de que disponemos los seres humanos para vivir aquí y ahora es irreproducible y no merece ser pasto de una movilidad que le ofrece el espejismo del paraíso unos kilómetros mas adelante. Y el espacio porque implica la posibilidad de desarrollar su propio proyecto de vida, decidir la estructura social a la que desea pertenecer, permitiéndose abandonar o reafirmarse en su espacio inicial.

Nos proponemos que las intervenciones urbanas y la regulación contenida en el Planeamiento urbanísticos incida en la Sostenibilidad amplia que hemos definido anteriormente. Para ello planteamos la necesidad de que las intervenciones propuestas por el planeamiento urbano, deberán de tener:

- Objetivo medio ambiental correcto. Que la solución de un problema local no suponga la creación de problemas en otros ámbitos.
- Base local. Que descansa en un modelo de participación real no delegacionista o representativa.
- Suponer una modificación duradera del entorno. Sobre la forma o usos que se desarrollan en el ámbito de actuación.
- Ser sostenible. Que tengan posibilidades de desarrollo autónomo con el mínimo de recursos posibles.
- Ser socialmente útil. Que garantice el paso de los individuos a ciudadanos, entendidos estos como seres iguales y responsables que comparten una comunidad.

## **IX.- FISCALIDAD AMBIENTAL DEL TRANSPORTE**

### **Externalidades**

El coste soportado por los usuarios por desplazarse o por transportar una mercancía en un determinado modo depende de múltiples factores: el precio de la energía consumida, precio de los vehículos y de los seguros, impuestos y subvenciones, las inversiones en transportes públicas y privadas, etc. A estos costes internos se añaden los llamados **costes externos o externalidades**, es decir, aquellos perjuicios que los usuarios de un modo de transporte provocan a otras personas, y que el mercado no es capaz de imputar en el coste pagado si no hay una regulación pública. Entre estos costes externos se encuentran la accidentalidad, la contaminación atmosférica y las emisiones de efecto invernadero, el ruido, la congestión, los efectos inducidos en otros sectores (aguas arriba y aguas abajo), los impactos sobre el territorio, el patrimonio, la naturaleza y el paisaje. De esta manera y sin la existencia de los adecuados mecanismos que internalicen todos los costes, el precio que el consumidor o usuario final paga por la energía del transporte no refleja todos los costes a los que la utilización del transporte da lugar. Estos costes los acaba asumiendo el conjunto de la sociedad.

1. Esto supone, en primer lugar, un **uso no eficiente de los recursos energéticos**, ya que la ineficiencia en el consumo no se ve penalizada por un precio real que recoja todos los costes producidos.
2. En segundo lugar se produce una **discriminación según modos de transporte**, ya que la mayor o menor eficiencia energética de cada uno de ellos no se refleja por la vía de los precios. En consecuencia los modos de transporte que son más eficientes energéticamente pierden competitividad para el consumidor frente a otros que tienen un menor precio de mercado.
3. Por último, la falta de incentivos por la de vía los precios que incluyan los efectos ambientales presentes y futuros **no induce a modificar los hábitos de consumo energético, ni a sustituir las pautas de movilidad actuales** por otras que presenten una menor intensidad energética. Al no introducir la variable temporal no se incentiva la sustitución de determinadas fuentes de

energía del transporte por otras alternativas, que tengan como característica su renovabilidad.

En suma, cualquier política de carácter fiscal adoptada por las administraciones para la corrección de externalidades debe buscar la internalización de los costes ambientales de una manera real.

### **Fiscalidad ambiental europea.**

La Unión Europea ha tenido como objetivo aplicar medidas fiscales, buscando mejorar la eficiencia del sector transportes, y estimando las externalidades de las actividades de transporte en un intento de internalizarlas con la ayuda de instrumentos impositivos.

Estas medidas se han definido en distintos documentos, en particular desde la aprobación del Libro Verde sobre la tarificación justa y eficiente del transporte.

La **fiscalidad ambiental** actúa sobre la eficiencia del sistema de transporte gracias su naturaleza correctora y sancionadora por medio de su capacidad recaudatoria. Está **basada en 2 principios**:

- **Principio de eficiencia**
- **Principio de contaminador-pagador**

El desarrollo de estos principios se articula por medio de dos **visiones** según el modo de actuación: **vía precios y vía regulación**.

En la política europea en materia de transportes y medio ambiente la visión regulatoria ha venido siendo predominante, frente al uso de incentivos basados en precios. Un ejemplo de ello es la prohibición de uso y consumo de determinados productos (por ejemplo, la gasolina con plomo) y el establecimiento de niveles límites (ruido, gases, partículas), de niveles mínimos en la calidad del combustible, de programas de mantenimiento, inspección y renovación de vehículos, etc.

La idea que va cobrando fuerza en Europa es la necesidad de utilizar **instrumentos de mercado** en lugar de las medidas fiscales meramente regulatorias.

### **Transporte rodado por carretera**

Las distintas medidas fiscales adoptadas en la UE obligan al propietario de un vehículo a pagar por su adquisición, la propiedad o el uso. Estas **medidas impositivas se clasifican en dos grandes grupos**, atendiendo a su carácter fijo o variable.

#### **Impuestos fijos**

El hecho impositivo es el vehículo en sí. Como su nombre indica, no varían según el uso, al no relacionarse el pago con la distancia recorrida.

- Impuestos en la **adquisición** del vehículo (IVA, Impuesto de Matriculación).
- Impuestos sobre la **propiedad y tenencia** del vehículo (Impuesto de Circulación).

Estos impuestos no repercuten sobre el uso del vehículo (actividad responsable de las externalidades atmosféricas por emisiones de gases de efecto invernadero-GEI- y partículas) por lo que se hace necesaria la incorporación de los factores que determinan el nivel de emisión por kilómetro en la configuración de los impuestos.

### **Impuestos variables**

Los gravámenes variables, por su parte, penalizan el uso del vehículo, lo que constituye una de sus principales ventajas desde el punto de vista ambiental. Se distinguen 2 grandes grupos:

- **Medidas en relación con el uso de infraestructuras**

- **«Euroviñeta»**

Obliga a los vehículos pesados a realizar un pago fijo anual. Su importe se calcula según el número de ejes del vehículo, y está por tanto en relación con su peso y con el grado de deterioro de las infraestructuras.

Actualmente existe una propuesta de modificación de la Directiva 1999/62/CE, que introduce la posibilidad de hacer variar el pago de los peajes a los vehículos destinados al transporte de mercancías de más de 3,5 toneladas, según diferentes factores (distancia recorrida, localización, características del vehículo, etc.) y mediante un sistema electrónico de cobro. Así podría mejorar el carácter corrector de la «Euroviñeta», internalizando los costes externos provocados por los vehículos pesados.

- **Acceso a zonas urbanas**

Destaca también la proliferación de propuestas para lograr la reducción de la congestión y por tanto de la ineficiencia energética a través de distintos mecanismos de tarificación. Los ejemplos de impuestos relacionados directamente con la utilización de un espacio congestionado son múltiples, destacando:

- *Permisos de circulación por espacios congestionados:* permiten que un vehículo pueda utilizar un espacio vial congestionado en un determinado horario, previa identificación del pago de tal licencia.
- *Tasas con un sistema de áreas concéntricas para acceder a zonas congestionadas.*
- *Sistemas de tarificación por medios electrónicos:* la tarificación electrónica permite el acceso a una determinada área geográfica y requiere de la aplicación de sistemas de comunicación avanzados.

- **Cargas sobre combustibles**

Los combustibles soportan una elevada carga fiscal, debido a una base tributaria muy amplia y a que su demanda es poco elástica, esto es, que varía poco frente a aumentos de precio, con independencia de posibles intenciones ambientales.

Entre las cargas a los combustibles cabe destacar el **IVA** y los **impuestos especiales al consumo**. Estos son la causa principal de la elevada presión fiscal que, en el caso español, supone cerca del 80% de la fiscalidad aplicada a los productos petrolíferos.

El uso de gravámenes sobre combustibles se basa en su eficiencia para combatir el problema del «cambio climático» y la contaminación atmosférica, por la relación entre

consumo de combustibles fósiles y emisiones de CO<sub>2</sub>. El incremento de estos impuestos tiene efectos positivos sobre la eficiencia energética, al incentivar la reducción del consumo energético por km recorrido.

Estos impuestos discriminan entre productos, siendo más altos en la gasolina que en el gasóleo y se aplica un impuesto diferencial a favor de la gasolina sin plomo.

Por otra parte, el trato favorable al gasóleo se ha basado en su uso en el transporte de mercancías y a su mayor eficiencia energética. No obstante en el caso del gasoil se producen mayores niveles de emisión de contaminantes. Las razones utilizadas para criticar su incremento son evitar pérdidas de competitividad en el sector del transporte por carretera.

### **Transporte ferroviario**

Las características propias del ferrocarril como modo de transporte (dimensiones, uso de energía eléctrica, diseño etc.) hacen de él uno de los modos:

- Más eficientes desde un punto de vista energético.
- Menor dependientes de combustibles derivados del petróleo.
- Más respetuosos con el Medio Ambiente,

En lo que aquí nos concierne, cabe destacar que, dado que el ferrocarril emplea de forma prioritaria la energía eléctrica, es el único modo que en la actualidad y a través de la facturación eléctrica, ha internalizado los costes externos que supone la generación de CO<sub>2</sub> dentro de los costes energéticos de operación

Por lo tanto se da la paradoja de que el ferrocarril se ve penalizado frente a otros modos, a pesar de ser uno de los modos de transporte más eficientes energéticamente hablando y uno de los modos de transporte con menor contribución a la emisión de GEI y la producción de externalidades.

### **Transporte marítimo**

El transporte marítimo puede ayudar a aliviar la congestión y la presión medioambiental existente en otros modos de transporte.

### **Transporte aéreo**

Se espera que la Comisión Europea presente una comunicación sobre el cambio climático y la aviación, que tratará el uso de instrumentos económicos (como los impuestos sobre el combustible, los gravámenes sobre las emisiones y los intercambios de derechos de emisión) para promover la eficiencia energética y la reducción de los gases de efecto invernadero en este sector.

En la aviación no se recogen los costes externos de su consumo energético y la carencia absoluta de combustibles renovables. En el transporte aéreo de mercancías el consumo energético unitario es aún mucho mayor.

### **Fiscalidad ambiental del transporte en el PEIT 2005-2020**

El PEIT señala que en la aplicación de medidas fiscales en relación con la eficiencia, el ahorro de energía y en el uso de energías renovables subyace la corrección de externalidades por el transporte.

Para el PEIT, el sistema fiscal del transporte debe emitir las señales adecuadas para cumplir sus objetivos estratégicos, pues de lo contrario se distorsiona el funcionamiento del sistema. El PEIT busca:

- Incentivar comportamientos compatibles con la política de transportes, y penalizar las contrarias.
- Favorecer un incremento en la demanda de los modos de transporte público.
- Definir mecanismos para compensar adecuadamente a los ciudadanos perjudicados por accidentes y otros efectos.
- Asegurar el reparto equitativo, sin efectos regresivos sobre la renta, de los beneficios y los perjuicios de las decisiones públicas en materia de transporte.

### **Fiscalidad ambiental del transporte en el Libro Verde sobre la eficiencia energética**

En el Libro Verde se propone:

- La promoción por la UE de medidas fiscales para alentar o desalentar algunos comportamientos. En esta línea cabe destacar:
  - o La aprobación de la Directiva 2003/96/CE, sobre la imposición de los productos energéticos y de la electricidad. Crea un marco favorable para la cogeneración, el desarrollo de las energías renovables, el transporte ferroviario y fluvial, etc.
  - o Propuesta sobre el gasóleo profesional.
  - o Reforma de los impuestos sobre los vehículos de pasajeros.
- Impuestos sobre los productos energéticos, avanzando hacia la armonización de los regímenes fiscales, como es la promoción de los vehículos que utilizan combustibles más limpios y más eficientes en el consumo de energía.
- Fiscalidad del automóvil. Para tener en cuenta el nivel de emisiones de CO<sub>2</sub>, se deben modificar el impuesto de circulación y el impuesto de matriculación, fomentando así los vehículos poco consumidores y penalizando los vehículos con mayor consumo. De esta forma se puede favorecer la compra de vehículos más eficientes y la renovación del parque de automóviles.
- En el transporte ferroviario, se deben definir instrumentos de ayuda internalizando costes.
- La creación de instrumentos de mercado como en incentivos para tráficos específicos, áreas saturadas, mercancías pesadas etc.
- El apoyo a la adquisición de vehículos más eficientes energéticamente y de aquellos con motores híbridos.
- Las medidas de discriminación positiva para el uso de combustibles renovables.

### **Fiscalidad ambiental del transporte en el Libro Blanco del transporte**

En el Libro Blanco se propone:

- Una política de transporte europea que reduzca el consumo de energía, mejorando la eficiencia de los combustibles de automoción y remplazando paulatinamente la gasolina por otros combustibles, bien sean biocombustibles, gas natural, hidrógeno, electricidad u otros.
- El cobro por el uso de infraestructuras. La UE acaba de aprobar una nueva directiva sobre el cobro por el uso de carreteras, como un marco para la

introducción de peajes modulables para los camiones en la red transeuropea. En lo que se refiere al transporte por ferrocarril, los gestores de infraestructuras independientes cobran a las empresas de transporte por el acceso a la infraestructura. Todas estas tasas se pueden modular para tener en cuenta el impacto medioambiental o los riesgos de congestión, en particular en zonas medioambientalmente sensibles y zonas urbanas.

- La presentación por la Comisión Europea, de conformidad con la Directiva sobre el cobro por el uso de carreteras de un modelo que sirva de base para cálculos futuros de las tarifas de las infraestructuras y de un análisis de impacto de la internalización de los costes externos para todos los modos de transporte.
- La tarificación inteligente, que garantizaría unos precios justos y no discriminatorios para los usuarios, ingresos para infraestructuras, medios para luchar contra la congestión y descuentos para recompensar a los vehículos y las conductas al volante más eficientes desde el punto de vista ecológico.

## X.- CONCLUSIONES

El transporte y la movilidad son un componente crítico del binomio energía – medio ambiente en España. Supone el consumo de las dos terceras partes de nuestra demanda de petróleo o sus derivados: gasolina, gasóleo y queroseno de aviación. De otro lado es el causante de una cuarta parte de nuestras emisiones de gases de efecto invernadero, de más de 16.000 muertes por la polución del aire y es el causante más importante la contaminación atmosférica urbana.

En España hay factores estructurales que inciden en que el transporte sea un importante consumidor de energía y presente un nivel de eficiencia menor que en el resto de la Unión Europea, que se puede medir a través del parámetro de “intensidad energética”:

- **Distribución espacial de la población.**- La población se concentra en un anillo periférico y en pocas ciudades del interior, con un gran vacío entre ambos focos de desarrollo, distribución que genera un número creciente de corredores de movilidad.
- **Posición periférica en la Unión Europea.**
- **Práctica ausencia en la ordenación del territorio, en una dinámica territorial crecientemente más descentralizada.**
- **Urbanismo deficiente en ciudades.**- Planes de movilidad poco desarrollados, con mala interconexión en los transportes públicos, baja participación de los ciudadanos en el desarrollo de los mismos. Construcción de barrios, y grandes superficies comerciales, sin el adecuado transporte colectivo.
- **Turismo y viviendas de ocio.**- Son dos factores clave del funcionamiento económico de España, tanto en crecimiento económico como en creación de empleo, pero ambos contribuyen a una movilidad creciente en la cual participa

mayoritariamente el automóvil, y en pequeña medida el ferrocarril o el transporte aéreo.

- **Menor peso específico del ferrocarril.**- El predominio de la carretera es muy mayoritario, no sólo para el movimiento de personas, sino también de mercancías, si bien en los últimos años se han producido mejoras en los ferrocarriles de cercanías y en los de alta velocidad. La alta velocidad se sigue comiendo los presupuestos para remodelar las líneas de cercanías. Sería prioritario invertir en mejorar sus infraestructuras y accesibilidad a las estaciones
- **Cultura del automóvil.**- Hay un factor de desarrollo personal en disponer y utilizar un automóvil, que progresivamente avanza hacia vehículos grandes, monovolúmenes y todo terreno. Los medios de comunicación, y no sólo ellos, contribuyen a esa cultura, con retrasmisiones deportivas y concesión de premios. El Gobierno debería gravar con un plus ambiental los vehículos menos eficientes y subvencionar la compra de los más eficientes
- **Desarrollo del transporte aéreo.**-El transporte aéreo doméstico en España es más importante que en el resto de Europa, ya que ha cubierto un nicho de mercado operado por el ferrocarril en dichos países. Por otra parte, se producen cambios en la aviación comercial: se transportan mercancías de forma creciente, y aparecen líneas de bajo coste. Esto aumenta este transporte y su consumo energético, que camina hacia ser la sexta parte del consumo total de energía en el sector.

**España depende en un 80% del abastecimiento exterior de energía, un supuesto de restricciones en el suministro de petróleo o derivados, aunque fueran de magnitud reducida, supondría un grave problema en su movilidad y transporte y un colapso económico, tema al cual parecen ser ajenos la sociedad y los poderes públicos.**

**El uso exclusivo de derivados del petróleo en el transporte debiera modificarse progresivamente hacia un abanico más amplio de tipos de energía, desde gas natural a biocombustibles. No es fácil que ese cambio se produzca sólo por las fuerzas del mercado, entre otras razones por que afecta a un gran número de estaciones de servicio, 10.000 en el territorio español.**

**El hecho de que el ferrocarril utilice la electricidad de forma eficiente es un factor a tener en cuenta en el esquema energético global, y una razón adicional para desarrollar este medio, aunque suponga inversiones significativas y demanda un cambio de cultura en la movilidad.**

**Otros cambios tecnológicos en la movilidad basados en el desarrollo y extensión de vehículos de bajo consumo, en primer lugar automóviles de tipo híbrido, y potencialmente de otros con celdas de combustible e hidrógeno como combustible, serán lentos y de resultados poco significativos, al menos en un par de décadas.**

**Entre los problemas ambientales, el de la contaminación atmosférica urbana camina hacia situaciones más favorables, se reducen progresivamente las emisiones de contaminantes, tanto por mejora de los combustibles, como por mejor estado de los vehículos. Aunque hay que llamar la atención en las emisiones de óxidos de nitrógeno en el transporte, que sigue creciendo, ya**

supone unas 700.000 t/a de NOx, que afectan a los entornos urbanos y a los espacios circundantes de las autovías.

Pero el gran problema ambiental es el de emisiones de CO<sub>2</sub>, que siguen creciendo en buena medida a causa del transporte. Hay que asumir que no podemos cumplir el Compromiso de Kioto, ni abanderar otros compromisos posteriores, aunque den prestigio a quienes los proponen, si antes no se hace un cambio significativo en la movilidad.

Se deben de establecer en las zonas donde la contaminación ha pasado los niveles recomendados por la Unión Europea y la Organización Mundial de la Salud, medidas específicas para reducir la contaminación atmosférica generada por la circulación del automóvil que, aunque puedan llegar a ser impopulares, son la única alternativa para reducir los niveles de óxidos de nitrógeno y partículas, tal como está realizando la Región de Bruselas o de una manera incipiente en 23 municipios de la Región Metropolitana de Barcelona

Ambos conceptos: dependencia del petróleo y emisiones crecientes de gases de efecto invernadero, obligan a que nos planteemos en serio la movilidad y el transporte en España, por un lado los ciudadanos, pero sobre todo las Administraciones en conjunto, los Ministerios y Consejerías afectados, ya ha pasado el tiempo de hablar desde posiciones individuales, de un Ministro o de un Consejero.

Desde aquí, un grupo de trabajo en un congreso, no vamos a dar soluciones, sí a exigir que se reflexione sobre el problema y se planteen y desarrollen las más adecuadas, sabiendo que pueden ser impopulares, y que obligarán a los políticos a dar ejemplo con su comportamiento personal.

El incremento de las inversiones en ferrocarriles de todo tipo, la necesidad de planes de movilidad, el establecimiento de impuestos que afecten al movimiento de personas y mercancías, son temas difíciles de gestionar, pero parecen necesarios ya.