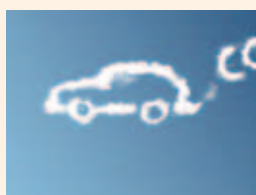
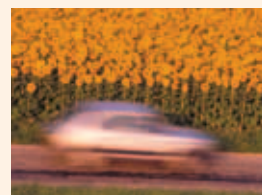


Libro Verde del Transporte y Cambio Climático

Junio 2010



Comisión de Transportes
COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

Colabora:



Libro Verde de Transporte y Cambio Climático

Junio 2010



Comisión de Transportes
COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

Edita: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
Comisión de Transportes
Almagro 42. 28010 Madrid

ISBN: 978-84-380-0443-2

Depósito Legal:

Diseño: Nieves Córcoles

Autoedición e impresión: Cyan, Proyectos Editoriales, S.A.
Fuencarral, 70. 28004 Madrid. Tel.: 915 320 504

COMISIÓN DE TRANSPORTES

Vicente Cerdá García de Leonardo (*Presidente*)
Manuel Santos Sabrás (*Vicepresidente*)
Elena de la Peña González (*Secretaria*)

Vocales

Julián Sastre González	Josep Oriol Carreras
Enrique Belda Esplugues	José Ramón Pérez de Lama
Joan M. Bigas Serrallonga	José M. Pérez Revenga
Antonio Carbonell Romero	Francesc Robusté Antón
Miguel Ángel Dombriz Lozano	José Francisco Rodríguez Pérez
Jorge Fanlo Nicolás	Sandro Rocci Boccaleri
Rafael Fernández de Alarcón Herrero	Miguel Domingo Rodríguez Bugarín
Ignacio García-Arango Cienfuegos-Jovellanos	Emilio Sánchez Direitinho
Alfredo Irisarri Castro	Julián Sastre González
Heriberto Linares Coronado	Francisco Selma Mendoza
Andrés López Pita	José Manuel Vassallo Magro
José Luis Martínez Pombo	Torcuato Vega García
Jorge Mijangos Linaza	Clara Isabel Zamorano Martín
Antonio Moyano Romero	Aniceto Zaragoza Ramírez
Luis M. de los Mozos Villar	

GRUPO DE TRABAJO

Coordinación: Jorge Mijangos Linaza

José Manuel Almoguera Carvajal
Claudio García Hernández-Díaz
Heriberto Linares Coronado
Jorge Mijangos Linaza
Elena de la Peña González
Sandro Rocci Boccaleri
Manuel Santos Sabrás
Julián Sastre González
José Manuel Vassallo Magro
Aniceto Zaragoza Ramírez

Redacción: Elena de la Peña González

Colabora:



ÍNDICE

Capítulo 1. El cambio climático, ¿dónde estamos?	11
1.1. ¿QUÉ ES EL CAMBIO CLIMÁTICO Y CUÁLES SON SUS EFECTOS?	11
1.2. ¿CUÁLES SON LAS CAUSAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO?	18
1.3. POSIBILIDADES DE ACTUACIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO	19
1.4. SÍNTESIS DE LOS ÚLTIMOS PASOS EN LA LUCHA MUNDIAL CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO	22
Capítulo 2. La contribución del transporte al cambio climático	25
2.1. TRANSPORTE Y CAMBIO CLIMÁTICO	25
2.1.1. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)	25
2.1.2. Agencia Europea del Medio Ambiente (EEA)	26
2.1.3. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino	27
2.2. TRÁFICO DE VIAJEROS: EVOLUCIÓN Y PREVISIONES	28
2.2.1. Unión Europea: evolución	28
2.2.2. Unión Europea: previsiones	30
2.2.3. España: evolución.....	31
2.2.4. España: previsiones.....	33
2.3. TRÁFICO DE MERCANCÍAS: EVOLUCIÓN Y PREVISIONES	34
2.3.1. Unión Europea: evolución	34
2.3.2. Unión Europea: previsiones	37
2.3.3. España: evolución.....	38
2.3.4. España: previsiones	41
2.4. EMISIONES DEL TRANSPORTE: EVOLUCIÓN Y PREVISIONES.....	42
2.4.1. Limitaciones de los datos estadísticos de emisiones	42
2.4.2. Unión Europea: evolución	44
2.4.3. Unión Europea: previsiones	45
2.4.4. España: evolución	46
2.4.5. España: previsiones	47
2.5. OTROS DATOS DE INTERÉS	48
2.5.1. Crecimiento del parque de vehículos	48
2.5.2. Consumo energético en el transporte	49
2.5.3. Emisiones de los vehículos	53
2.5.4. Emisiones del transporte marítimo	54

Capítulo 3. Política mundial frente al cambio climático.....	55
3.1. DESDE MEDIADOS DEL SIGLO XX AL PROTOCOLO DE KIOTO	55
3.2. 2000-2009: AÑOS DE ACUERDOS, CON EL PROTOCOLO DE KIOTO COMO FONDO	59
3.2.1. <i>Los mecanismos de flexibilidad</i>	62
3.2.2. <i>Los sumideros de carbono</i>	63
3.3. ACUERDOS DE COPENHAGUE (2009).....	65
Capítulo 4. Política de la Unión Europea frente al cambio climático	69
4.1. PRINCIPALES INSTRUMENTOS DE LA POLÍTICA EUROPEA DE CAMBIO CLIMÁTICO.....	69
4.2. CAMBIOS Y BENEFICIOS DE LA POLÍTICA EUROPEA ACTUAL DE CAMBIO CLIMÁTICO.....	73
4.3. LA CONTRIBUCIÓN DE LA POLÍTICA ENERGÉTICA	74
4.4. EL TRANSPORTE EN LA POLÍTICA EUROPEA DE CAMBIO CLIMÁTICO.....	75
4.5. EL COMERCIO DE DERECHOS DE EMISIÓN	78
Capítulo 5. Política española frente al cambio climático	81
5.1. PILARES BÁSICOS DE LA POLÍTICA ESPAÑOLA	81
5.2. COMPROMISO ESPAÑOL DE REDUCCIÓN DE EMISIONES.....	87
5.3. LOS MECANISMOS DE FLEXIBILIDAD EN ESPAÑA	89
5.3.1. <i>Mecanismos de Desarrollo Limpio y de Aplicación Conjunta</i>	89
5.3.2. <i>Comercio de Derechos de Emisión</i>	91
5.4. LOS SUMIDEROS DE CARBONO EN ESPAÑA	92
5.5. RESUMEN DE COMPROMISOS MUNDIALES, EUROPEOS Y ESPAÑOLES DE REDUCCIÓN DE EMISIONES	93
Capítulo 6. Soluciones para amortiguar o reducir el efecto del transporte en el cambio climático.....	95
6.1. MEDIDAS PARA REDUCIR EL IMPACTO DEL TRANSPORTE EN EL CAMBIO CLIMÁTICO	96
6.1.1. <i>Gestión de la demanda de transporte</i>	96
6.1.2. <i>Modificación del reparto modal</i>	99
6.1.3. <i>Gestión del transporte</i>	106
6.1.4. <i>Vehículos</i>	107
6.1.5. <i>Carburantes</i>	110
6.1.6. <i>Logística</i>	112

6.1.7. Medidas de sensibilización	114
6.1.8. Investigación	115
6.2. Referencias al impacto social de las medidas	115
7. Conclusiones y recomendaciones del CICCP	119
8. Bibliografía	133
Anexos	139
ANEXO 1. PROTOCOLO DE INGENIERÍA CIVIL Y CAMBIO CLIMÁTICO FIRMADO POR LA INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS DEL REINO UNIDO (ICE), LA AMERICANSOCIETY OF CIVIL ENGINEERING DE LOS ESTADOS UNIDOS (ASCE) Y LA CANADIAN SOCIETY FOR CIVIL ENGINEERING (CSCE).....	139
ANEXO 2. OTROS CONCEPTOS CLAVES EN LA LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO: CAPTURA Y ALMACENAMIENTO DE CARBONO	143
ANEXO 3. OTROS CONCEPTOS CLAVES EN LA LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO: COSTES DE ABATIMIENTO DEL CO2	147
ANEXO 4. DEFINICIONES DE INTERÉS	149

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Parte proporcional de diversos sectores en las emisiones totales de GEI antropógenos, en CO ₂ equivalente, 2004. Fuente: Cambio climático 2007. Informe de Síntesis. IPCC, 2007	26
Gráfico 2: Principales fuentes de gases de efecto invernadero en UE-15 en 2006. Fuente: <i>Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2008. Tracking progress towards Kioto targets.</i> EEA, 2008	26
Gráfico 3: Principales fuentes de gases de efecto invernadero en España en 2006. Fuente: <i>Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2008. Country profile.</i> EEA, 2008	28
Gráfico 4: Evolución del tráfico de viajeros en la Unión Europea (UE-27). Fuente: <i>Statistical pocketbook</i> 2008. Comisión Europea.....	30
Gráfico 5: Previsiones de crecimiento del tráfico de viajeros en la Unión Europea (UE-27). Fuente: <i>European Energy and Transport. Trends to 2030 – update 2007.</i> Comisión Europea.....	31
Gráfico 6: Transporte interior e internacional de viajeros en España. Fuente: Los transportes y los servicios postales. Informe anual 2007. Ministerio de Fomento	33
Gráfico 7: Previsiones de crecimiento del tráfico de viajeros en España. Fuente: <i>European Energy and Transport. Trends to 2030 – update 2007.</i> Comisión Europea.....	34
Gráfico 8: Evolución del tráfico de mercancías en la Unión Europea (UE-27). Fuente: <i>Statistical pocketbook</i> 2008. Comisión Europea.....	37
Gráfico 9: Previsiones de crecimiento del tráfico de mercancías en la Unión Europea (UE-27). Fuente: <i>European Energy and Transport. Trends to 2030 – update 2007.</i> Comisión Europea	38
Gráfico 10: Transporte de mercancías en España. Fuente: Los transportes y los servicios postales. Informe anual 2007. Ministerio de Fomento.....	40
Gráfico 11: Previsiones de crecimiento del tráfico de mercancías en España. Fuente: <i>European Energy and Transport. Trends to 2030 – update 2007.</i> Comisión Europea.....	41
Gráfico 12: Evolución de las emisiones del transporte en la Unión Europea. Fuente: <i>Statistical pocketbook</i> 2009. Comisión Europea.....	44
Gráfico 13: Previsiones de evolución de las emisiones del transporte en la Unión Europea (UE-27). Fuente: <i>European Energy and Transport. Trends to 2030 – update 2007.</i> Comisión Europea	46
Gráfico 14: Evolución de las emisiones de CO ₂ del transporte en España (kilotoneladas). Fuente: Perfil Ambiental de España. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino	46
Gráfico 15: Previsiones de evolución de las emisiones del transporte en España. Fuente: <i>European Energy and Transport. Trends to 2030 – update 2007.</i> Comisión Europea.....	47

Gráfico 16: Evolución del parque de vehículos en la Unión Europea (UE-27). Fuente: <i>EU Energy and Transport in figures. Statistical pocketbook 2009.</i> Comisión Europea.....	48
Gráfico 17: Evolución del parque de vehículos en España. Fuente: Anuario Estadístico 2008. Dirección General de Tráfico.....	49
Gráfico 18: Consumo energético por sectores en la UE-27, 2006. Fuente: Los transportes y los servicios postales. Informe anual 2007. Ministerio de Fomento.....	50
Gráfico 19: Consumo energético de los distintos modos de transporte en la Unión Europea (UE-27) en 2006. Fuente: <i>EU Energy and Transport in figures.</i> <i>Statistical pocketbook 2009.</i> Comisión Europea	50
Gráfico 20: Consumo energético por sectores en España, 2006. Fuente: Los transportes y los servicios postales. Informe anual 2007. Ministerio de Fomento.....	51
Gráfico 21: Consumo energético de los distintos modos de transporte en España. Fuente: Los transportes y los servicios postales. Informe anual 2007. Ministerio de Fomento.....	51
Gráfico 22: Consumo energético de distintos tipos de transporte ferroviario. Fuente: Fundación de los Ferrocarriles Españoles	52
Gráfico 23: Emisiones de vehículos nuevos. Fuente: COM(2006) 463 <i>communication</i> <i>from the Commission to the Council and the European Parliament.</i> <i>Implementing the Community Strategy to Reduce CO₂ Emissions from Cars</i>	53
Gráfico 24: Hitos en la lucha contra el cambio climático de la década de los sesenta al final del siglo XX.....	59
Gráfico 25: Hitos en la lucha contra el cambio climático en la primera década del siglo XXI	62
Gráfico 26: El ciclo del carbono en los bosques. Fuente: IPCC.....	64
Gráfico 27: Resumen de la situación de los diferentes modos de transporte en cuanto a la regulación de sus emisiones en el contexto de la Unión Europea	77
Gráfico 28: Emisiones de gases de efecto invernadero y senda de cumplimiento. Fuente: Plan de Asignación 2008-2012	89
Gráfico 29: Funcionamiento del régimen de Comercio de Derechos de Emisión. Fuente: Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino.....	92
Gráfico 30: Representación esquemática de los sistemas de captación Fuente: IPCC y <i>Cooperative Research Centre for Greenhouse Gas Technologies ..</i>	144
Gráfico 31: Visión general de las opciones de almacenamiento geológico. Fuente: IPCC y <i>Cooperative Research Centre for Greenhouse Gas Technologies ..</i>	144
Gráfico 32: Visión general de conceptos de almacenamiento oceánico. Fuente: IPCC y <i>Cooperative Research Centre for Greenhouse Gas Technologies ..</i>	145
Gráfico 33: Coste de abatimiento de carbono en el Reino Unido. Fuente: <i>Stern review</i>	148
Gráfico 34: Estimación de los costes sociales de la reducción de emisiones de CO ₂ . Fuente: Programa Europeo de Cambio Climático	149

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Tabla 1: Emisiones por tipo de buque.....	54
Tabla 2: Líneas de acción de la “Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia”.	83
Tabla 3: Líneas del “Plan de Acción 2008-2012 de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España”	86
Tabla 4: Compromisos de reducción de emisiones	94
Tabla 5: Potencialidad de reducción de emisiones de carbono de los vehículos. Fuente: Mobility 2030: Meeting the challenges to sustainability. World Business Council for Sustainable Development, 2004	112

1.1. ¿QUÉ ES EL CAMBIO CLIMÁTICO Y CUÁLES SON SUS EFECTOS?

El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) define cambio climático como cualquier cambio en el clima debido a causas naturales o a la acción humana, que altera la composición de la atmósfera.

En el contexto de la Unión Europea, el cambio climático se asume como una realidad observable en el aumento de la temperatura de la atmósfera y de los océanos y manifiesta la probabilidad de su origen en la actividad humana.

Cambio climático: cualquier cambio en el clima debido a causas naturales o a la acción humana

Por su parte, el Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino del Gobierno de España define cambio climático a la variación global del clima de la Tierra, debido a causas naturales y también a la acción del hombre; se produce a muy diversas escalas de tiempo y sobre todos los parámetros climáticos: temperatura, precipitaciones, nubosidad, etc.

Mientras que algunas organizaciones señalan que existe un consenso científico generalizado en torno

1. La información contenida en este capítulo procede en su mayor parte del IPCC y del Ministerio de Medio Ambiente del Gobierno de España.

a la idea de que nuestro modo de producción y consumo energético está generando una alteración en el clima que provocará serios impactos en la tierra y en los sistemas socioeconómicos, lo cierto es que otras entidades y profesionales de prestigio consideran que la alarma sobre las consecuencias del cambio climático es exagerada y que, si bien es preciso preservar el medio ambiente y reducir los impactos que nuestra actividad cotidiana produce en él, se están destinando excesivos recursos a este problema, y reconocen que existen otras necesidades sociales y humanitarias que debieran ser prioritarias.



¿Exageración? ¿Previsiones demasiado alarmistas? ¿El incremento de temperatura realmente no tiene precedentes? ¿Aumentará el nivel del mar según lo previsto? ¿El posible derretimiento de los polos supone una amenaza? ¿Existe una base científica real detrás de las estimaciones de las consecuencias del cambio climático? Quizá es preciso seguir profundizando en la investigación para determinar los impactos reales de las actividades humanas en el cambio climático y las posibilidades de su reducción, valorando su impacto social y económico en todos los habitantes del planeta. No se trata de eludir la realidad del impacto que la actividad humana tiene en el medio ambiente, sino de dimensionarlo adecuadamente y proponer mecanismos de respuesta adecuados, coherentes y eficientes, sin descuidar otras necesidades iguales o más acuciantes de la Humanidad.

Desde el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos no se pretende analizar la verdad o mentira de cada uno de estos argumentos, sino poner a disposición de sus colegiados y de la opinión pública

la información existente sobre cambio climático, sus consecuencias, la influencia del transporte en él, las medidas de prevención y mitigación que se pueden plantear en este campo y la multitud de datos, informes y experiencias que existen en esta materia, de manera que sean útiles para el desarrollo de su trabajo y el aumento de su conocimiento en un área en permanente contacto con la ingeniería.

Probablemente nos encontramos en una situación de incertidumbre en la que es difícil predecir lo que va a pasar en el futuro

Existen multitud de investigaciones en cuanto a las previsiones de evolución de la temperatura, el nivel del mar y el deshielo, pero la diversidad de opiniones hace pensar en limitaciones en la base científica de algunas de ellas; probablemente nos encontramos en una situación de incertidumbre en la que es difícil predecir lo que va a pasar en el futuro. A continuación se pone de manifiesto la diversidad de opiniones en cuanto al cambio climático, que podrían complementarse con otras teorías:

Temperatura de la superficie de la Tierra

- En los últimos cien años (1906-2005), la temperatura mundial se ha incrementado entre 0,4 y 0,8 °C.

Fuente: *IPCC Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Summary for Policymakers 2007.*

Sin embargo:

La temperatura global en ese periodo aumentó entre 0,5 y 0,7 °C. Además, aumentó hasta 0,75 °C en el hemisferio Norte y hasta 0,45 °C en el hemisferio Sur.

Fuente: Instituto Goddard de Estudios Espaciales de la NASA.



La teoría del cambio climático sostiene que su causa principal son las emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, algunos científicos consideran que otros factores son más relevantes, como el factor solar (la radiación solar no es constante en el tiempo) y el factor isla de calor (el calor urbano altera los registros de temperatura en las proximidades de las grandes ciudades); el factor solar se estima en $0,25\text{ }^{\circ}\text{C}$ (fuente: Solanski, 2002), mientras que el factor isla de calor se estima en $0,35\text{ }^{\circ}\text{C}$ (fuente: Kalnay y Ming, 2003), por lo que la responsabilidad de los gases de efecto invernadero en el aumento de la temperatura de $0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ en los últimos cien años sería tan sólo de $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

- Durante las dos próximas décadas, se espera que la temperatura media mundial aumente cerca de $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ por década.

Fuente: *IPCC Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Summary for Policymakers 2007*.

Sin embargo:

Una cantidad no despreciable de científicos consideran que el clima es cíclico, alternándose periodos más fríos con periodos más calientes. Algunos científicos (Fred Singer, 1998) establecen el periodo de oscilaciones en aproximadamente 1.500 años.

Derretimiento de las zonas polares

- Si este calentamiento se prolonga durante muchos siglos podría provocar el derretimiento total del casquete polar de Groenlandia, lo que

haría aumentar el nivel del mar en unos 7 metros.

Fuente: *IPCC Climate Change 2007: Mitigation, Summary for Policymakers*.

Sin embargo:

Desde 1986 hasta 2000 los valles centrales de la Antártida se enfriaron 0,7 °C, con un grave deterioro del ecosistema.

Fuente: Doran & Alea: 2002, *Nature*.

Otras afirmaciones no han sido objeto de polémica en cuanto a la diversidad de datos, según figura a continuación:

Concentración de CO₂

- La concentración atmosférica de dióxido de carbono es en la actualidad muy superior a la que ha existido en los últimos 650.000 años. Además, a lo largo de los últimos diez años ésta ha aumentado al ritmo más alto desde que comenzaron los registros sistemáticos alrededor de 1960.

Fuente: *IPCC Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Summary for Policymakers 2007*.



Aumento del nivel del mar

- El nivel del mar aumentó 17 centímetros durante el siglo XX.

Fuente: *IPCC Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Summary for Policymakers 2007*.

- Para finales del siglo XXI, se prevé un aumento del nivel medio del mar de entre 18 y 59 centímetros a escala mundial.

Fuente: *IPCC Climate Change 2007: Mitigation, Summary for Policymakers.*

En este punto, es preciso tener en cuenta que las variaciones del nivel del mar debidas a las mareas y el oleaje son tan importantes y variables en cada lugar del planeta que se podría cuestionar el valor medio del aumento del nivel del mar estimado. Parece necesario desarrollar estudios para confirmar estas mediciones.

Por otro lado, los expertos del IPCC debieran valorar otro fenómeno relacionado con el agua que no se ha tenido en cuenta: en los últimos 100 años, el volumen de agua dedicado a la agricultura y selvicultura ha aumentado de manera muy significativa; hoy hay ríos que sólo vierten al mar en grandes temporales; el volumen de agua que no llega al mar debe restarse al que se añade por el deshielo de los casquetes polares, para poder valorar adecuadamente la sobreelevación del nivel del mar.



En cuanto a los efectos del cambio climático, se han realizado numerosas afirmaciones acerca de la inestabilidad de las regiones permanentemente heladas, el aumento de la temperatura de lagos y ríos, el aumento de la acidez de los océanos, la modificación en los ciclos de las migraciones de los animales, etcétera, como consecuencia del aumento de las emisiones. Sin embargo, aunque alguna de estas circunstancias esté debidamente documentada y disponga de una base científica, no es posible cuantificar qué impacto está produciendo la actividad humana y, por el contrario, qué impactos se están produciendo como parte de un proceso natural, como en otras épocas se produjeron cambios en la temperatura.

Predicciones como la falta de agua potable, los cambios en las condiciones de producción de alimentos, el aumento de los índices de mortalidad debido a inundaciones, tormentas, sequías y olas de calor, la extinción de animales y plantas e incluso el aumento de enfermedades como la malaria u otras transmitidas por el agua, no han sido en todos los casos suficientemente demostradas.

Con esto no se quiere insinuar que no es preciso hacer nada frente al cambio climático, sino que se deben contrastar opiniones y fomentar el desarrollo de estudios serios, científicos y realistas acerca de sus consecuencias, el impacto de la actividad humana en el cambio climático y cómo reducirlo, buscando la máxima eficiencia en la toma de decisiones y la implantación de medidas.

Existen otros problemas en el mundo que son más importantes que el calentamiento global, como el hambre, la pobreza, las enfermedades

Otras fuentes, como el conocido Bjorn Lomborg, manifiestan que si bien hay que reconocer el hecho del calentamiento global, las estimaciones sobre sus enormes e inmediatas consecuencias son frecuentemente exageradas, al tiempo que recuerda que existen otros problemas en el mundo que son más importantes que el calentamiento global, como el hambre, la pobreza, las enfermedades... cuya solución ayudaría a más personas, a más bajo coste y con altas posibilidades de éxito. Cita, asimismo, otras opiniones de interés:

- El posible crecimiento de la mortalidad motivado por el aumento de la temperatura se verá compensando con una disminución de la mortalidad por bajas temperaturas (el número anual de fallecidos por este motivo es superior al provocado por el calor; por ejemplo en Europa, se

Las estimaciones del cumplimiento de Kioto se sitúan entre los 5.000 y 10.000 millones de dólares anuales, aunque las más extremas alcanzan los 180.000 millones de dólares anuales

estima que se producen 1,5 millones de muertes anuales por frío y 200.000 motivadas por el calor).

- El IPCC estima que la temperatura en el año 2100 habrá aumentado 2,6 °C como valor medio. Lomborg valora que los esfuerzos del Protocolo de Kioto en cuanto a la reducción de emisiones, suponiendo que todos los países lo ratificaran y lo cumplieran, tendría un mínimo impacto en el ritmo de aumento de la temperatura, y tan sólo conseguiría retrasarlo 5 años.

- Se debe reflexionar sobre el coste de limitar las emisiones y la rentabilidad de las actuaciones relacionadas. Las estimaciones del cumplimiento de Kioto se sitúan entre los 5.000 y 10.000 millones de dólares anuales, aunque las más extremas alcanzan los 180.000 millones de dólares anuales.

- Lejos de afirmar que no debemos hacer nada frente al cambio climático, se propone que se hagan planteamientos más eficientes que los que están actualmente en vigor.

1.2. ¿CUÁLES SON LAS CAUSAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO?

El clima del planeta depende de muchos factores (latitud, altitud, continentalidad, corrientes marinas, vegetación, vientos...). La cantidad de energía procedente del Sol es el más importante de los factores, aunque también intervienen otros factores como el albedo (relación de la radiación de cualquier superficie refleja sobre la radiación que incide sobre la misma), los océanos, y la concentración de gases de efecto invernadero y aerosoles en la atmósfera o las propiedades de la superficie terrestre. Estos factores determinan la proporción de energía

solar que se absorbe o se devuelve reflejada al espacio.



La concentración atmosférica de gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) o el óxido nitroso (N_2O) ha aumentado notablemente desde el comienzo de la revolución industrial. Esto se debe principalmente a actividades humanas como la quema de combustibles fósiles, el cambio en los usos de la tierra y la agricultura.

Por ejemplo, las emisiones anuales de CO_2 derivadas del uso de los combustibles fósiles han pasado de 6,4 Gt en la década de los noventa a 7,2 Gt en el periodo 2000-2005. También ha aumentado de manera significativa la concentración atmosférica de CH_4 y de N_2O desde la época preindustrial. Estos aumentos derivan, principalmente, de las actividades humanas como la agricultura o el uso de combustibles fósiles (fuente: IPCC).

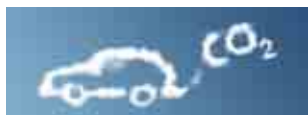
Las cifras que se incluyen en el apartado 2.1 de este documento hacen referencia a la participación de diversos sectores en las emisiones relacionadas con el cambio climático.

1.3. POSIBILIDADES DE ACTUACIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

El establecimiento de medidas de mitigación para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero supone un coste, aunque también constituye un beneficio económico, al reducir los impactos del cambio climático y sus costes asociados. Además, las medidas de mitigación pueden aportar beneficios económicos reduciendo la contaminación

local del aire, el consumo de los recursos energéticos y los costes sanitarios derivados de una menor contaminación del aire.

Las medidas de mitigación podrían contribuir a que, de aquí al año 2100 o en adelante, se estabilizara la concentración de gases de efecto invernadero. Sin embargo, para alcanzar unos bajos niveles de estabilización, en las próximas décadas debieran empezar a aplicarse medidas de mitigación más estrictas. Esto incluso podría desembocar en la reducción de un pequeño porcentaje del Producto Interior Bruto mundial.



También pueden contribuir a mitigar el cambio climático los hábitos de vida y de comportamiento que favorezcan la conservación de los recursos existentes.

Ningún sector o tecnología puede enfrentarse, por sí solo, al desafío de la mitigación. Todos los sectores (incluidos la construcción, la industria, la producción energética, la agricultura, el transporte, la silvicultura y la gestión de los residuos) podrían contribuir a mitigar el cambio climático a nivel mundial, por ejemplo a través una mejor eficiencia energética. Muchos de los procesos y tecnologías que permiten la emisión de menos gases de efecto invernadero ya están disponibles en el mercado o lo estarán en las próximas décadas.

Para poder estabilizar la concentración atmosférica de los gases de efecto invernadero, las emisiones debieran dejar de crecer para luego reducirse. Para alcanzar la estabilización se necesitará un aumento de la inversión, así como investigaciones sobre nuevas fuentes de energía. Retrasar el establecimiento de las medidas de

mitigación limita las posibilidades de alcanzar un bajo nivel de estabilización y aumenta los riesgos de sufrir fuertes impactos derivados del cambio climático.

Los gobiernos pueden aplicar una gran variedad de herramientas políticas para incentivar el establecimiento de medidas de mitigación (como la regulación, los impuestos, los planes de permisos comerciales, los subsidios y los acuerdos voluntarios), considerando el impacto en la economía y en la sociedad. Experiencias anteriores avalan que cualquier instrumento político presenta unas ventajas y unos inconvenientes. Por ejemplo, mientras las normas y los estándares ofrecen cierta seguridad sobre los niveles de emisión, no suelen fomentar la innovación y las tecnologías más avanzadas. Ahora bien, aunque los impuestos y las cargas pueden servir como incentivo, no garantizan un determinado nivel de emisiones. Es importante tener en cuenta los impactos medioambientales de las políticas y de las acciones, su viabilidad institucional, sus costes y beneficios y la manera en la que éstos se reparten.

Los gobiernos pueden aplicar una gran variedad de herramientas políticas para incentivar el establecimiento de medidas de mitigación, considerando el impacto en la economía y en la sociedad

Aunque el primer periodo de compromiso del Protocolo de Kioto 2008-2012 ha tenido un impacto limitado sobre las emisiones de carbón a nivel mundial, ha permitido el establecimiento de una respuesta, aunque parcial, al problema climático, así como la creación de un mercado internacional de carbón y otros mecanismos que podrán constituir la base de las futuras normas de mitigación².

2. Si se establece un "precio del carbono" para cada unidad de emisión de gas de efecto invernadero, se puede incentivar a los productores y consumidores a invertir de manera significativa en productos, tecnologías y procesos que emitan menos gases de efecto invernadero. El Comercio de Derechos de Emisión responde a este planteamiento.

Los siguientes pasos posteriores a Kioto, que deberán tomarse en los próximos años, marcarán el futuro en este sentido, a pesar de que las negociaciones de Copenhague en diciembre de 2009 no tuvieron el resultado esperado en términos de acuerdos mundiales de reducción de emisiones. Adoptar patrones de desarrollo sostenible puede contribuir considerablemente a mitigar el cambio climático. Las políticas que favorecen tanto la mitigación del cambio climático como el desarrollo sostenible incluyen las relacionadas con la eficiencia energética, las energías renovables o la conservación de los hábitats naturales. En general, el desarrollo sostenible puede aumentar la capacidad de adaptación y de mitigación, reduciendo, a la vez, la vulnerabilidad frente a los impactos derivados del cambio climático.

Los siguientes pasos posteriores a Kioto, que deberán tomarse en los próximos años, marcarán el futuro

En el capítulo 6 de este documento se incluyen numerosas iniciativas para reducir el impacto del transporte en el cambio climático.

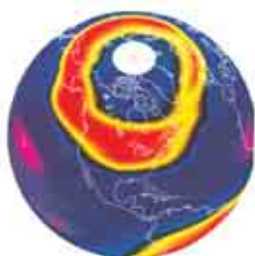
1.4. SÍNTESIS DE LOS ÚLTIMOS PASOS EN LA LUCHA MUNDIAL CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO

En el capítulo 3 de este documento se repasan con detalle los hitos mundiales en la lucha contra el cambio climático desde mediados del siglo XX.

Esta publicación ve la luz al poco tiempo de celebrarse la 15ª Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático en Copenhague (diciembre de 2009), en la que se esperaba alcanzar una posición común que sirviera como continuación al Protocolo de Kioto, acuerdo que finalmente no se ha producido.

¿Era posible conseguir un acuerdo? La multitud de intereses de todo tipo que entraban en juego lo hacía muy complicado.

Por un lado, los países menos desarrollados demandaban un aumento de los recursos, no siempre acompañado de medidas eficaces de mitigación del cambio climático en sus propios territorios. Por otro lado, Estados Unidos mostró su disposición a tomar medidas para reducir las emisiones, con su nuevo Gobierno a la cabeza, más sensibilizado en temas medioambientales que los anteriores, y no siempre con el apoyo de la sociedad norteamericana. En otra perspectiva se sitúan los tres gigantes en vías de desarrollo (China, India y Brasil), que temen que las medidas que se adopten sean un freno al desarrollo y creen malestar en una sociedad que todavía está lejos de alcanzar los niveles de vida del mundo desarrollado. Mientras, la Unión Europea está dispuesta a adquirir compromisos de reducción de emisiones. Por último, el resto de los países se sitúan en escalones intermedios.



Con intereses tan dispares, resultaba complicado alcanzar un acuerdo en Copenhague; sin embargo, sí se han producido algunos avances: un aumento de la concienciación de todos los países asistentes y de la sociedad en general, una mayor predisposición a la adopción de medidas de reducción de emisiones en cada país, el acercamiento a una posición de acuerdo para una próxima reunión y el establecimiento de líneas de trabajo para el futuro.

Capítulo 2

LA CONTRIBUCIÓN DEL TRANSPORTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

En este capítulo se recogen datos de interés en cuanto a la aportación del transporte a las emisiones de CO₂, así como de la evolución del transporte y sus emisiones en los últimos años y las previsiones para el futuro en el contexto nacional y de la Unión Europea.



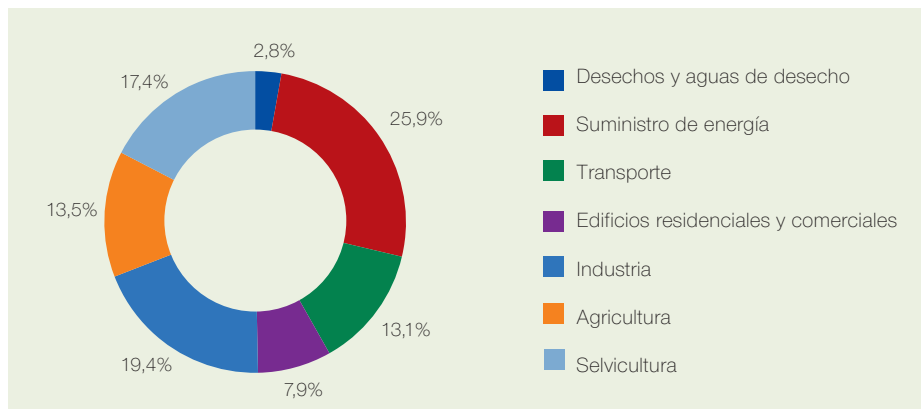
2.1. TRANSPORTE Y CAMBIO CLIMÁTICO

Existen numerosos datos acerca de la contribución del transporte al cambio climático, la mayor parte de ellos no coincidentes, por la consideración de diferentes sectores en el total de fuentes de emisiones. A continuación se incluyen algunos de los proporcionados por entidades relevantes en materia de cambio climático:

2.1.1. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)

El IPCC considera los siguientes datos:

Gráfico 1. Parte proporcional de diversos sectores en las emisiones totales de GEI antropógenos, en CO₂ equivalente, 2004.



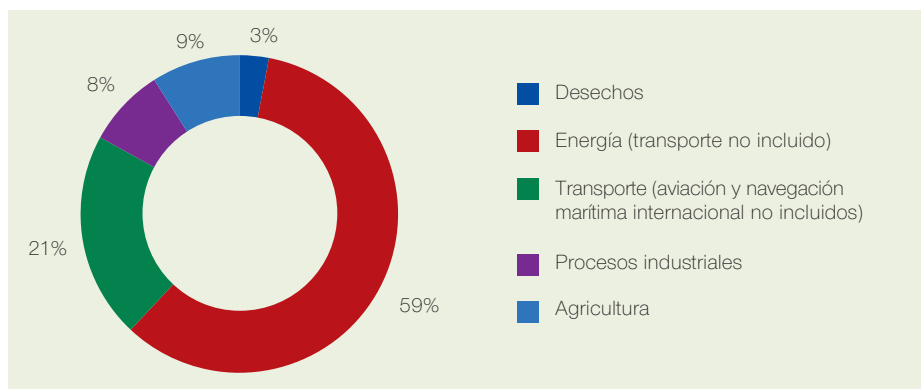
Fuente: Cambio climático 2007. Informe de Síntesis. IPCC, 2007.

Se observa que, según el IPCC, la contribución del transporte a las emisiones de CO₂, teniendo en cuenta los sectores considerados, a nivel mundial, es del 13%.

2.1.2. Agencia Europea del Medio Ambiente (EEA)

EEA toma los siguientes datos como punto de partida:

Gráfico 2. Principales fuentes de gases de efecto invernadero en UE-15 en 2006.



Fuente: Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2008. Tracking progress towards Kyoto targets. EEA, 2008.

Según la EEA, el transporte es responsable del 21% de las emisiones de GEI totales en la Unión Europea de los 15 (excluyendo la aviación y la navegación marítima internacional).

2.1.3. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino

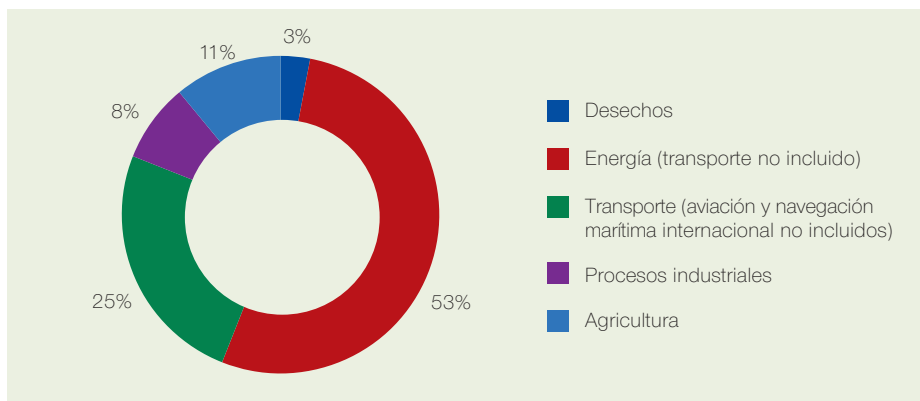
En España, el “Inventario de emisiones a la atmósfera” que publica el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino no considera el transporte como sector independiente, sino que recoge los datos de las emisiones del procesado de la energía, procesos industriales, uso de disolventes y otros productos, agricultura y tratamiento y eliminación de residuos.

Existen dificultades para estimar con exactitud la representatividad de la participación del transporte en el total de emisiones de CO₂

En la Estrategia Española de Movilidad Sostenible se cita que el transporte, considerando la carretera, el ferrocarril, el transporte aéreo nacional y la navegación de cabotaje, supone el 25,4% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero en España. Estas cifras coinciden con la información de los perfiles de los países de la Unión Europea recogidos en un informe de la Agencia Europea del Medio Ambiente.

Las cifras de este apartado ponen de manifiesto que existen dificultades para estimar con exactitud la representatividad de la participación del transporte en el total de emisiones de CO₂, debido a la inclusión de diferentes fuentes emisoras en el cálculo total, consideración de diferentes modos de transporte o por el contexto geográfico analizado. Se podría afirmar que la contribución del transporte al cambio climático está entre el 13 y el 25% del total de emisiones.

Gráfico 3. Principales fuentes de gases de efecto invernadero en España en 2006.

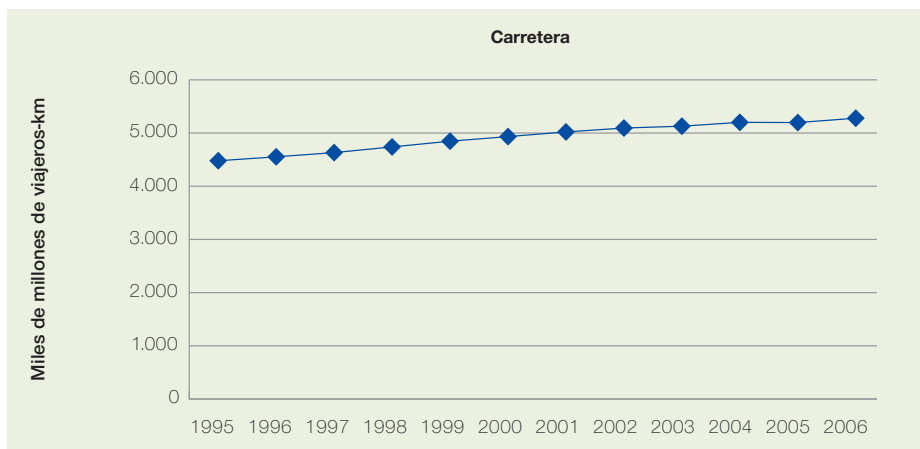


Fuente: Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2008. Country profile. EEA, 2008.

2.2. TRÁFICO DE VIAJEROS: EVOLUCIÓN Y PREVISIONES

2.2.1. Unión Europea: evolución

Los siguientes gráficos incluyen la evolución del tráfico de viajeros en los diferentes modos de transporte en la Unión Europea:



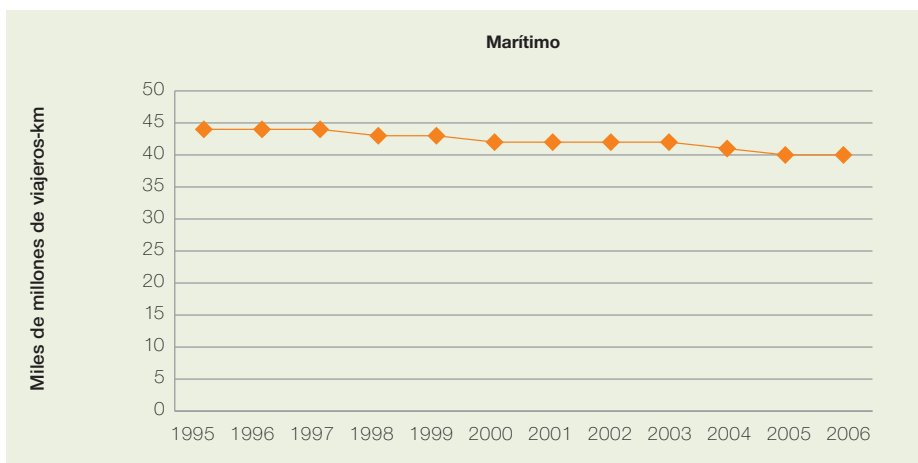
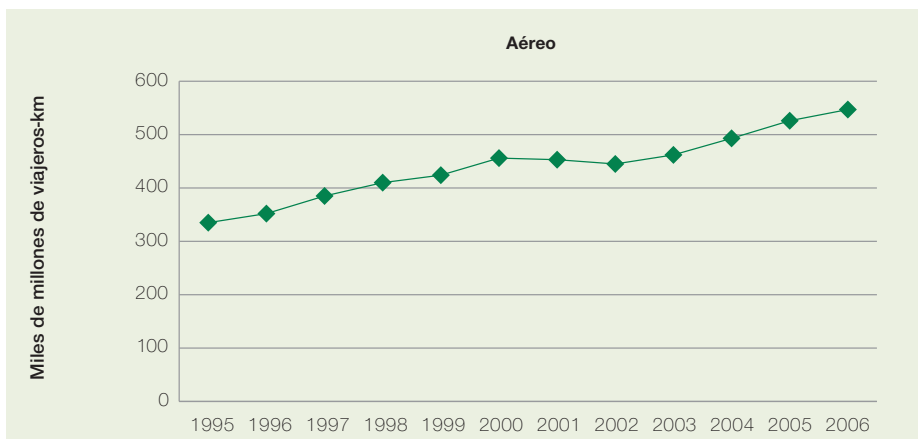
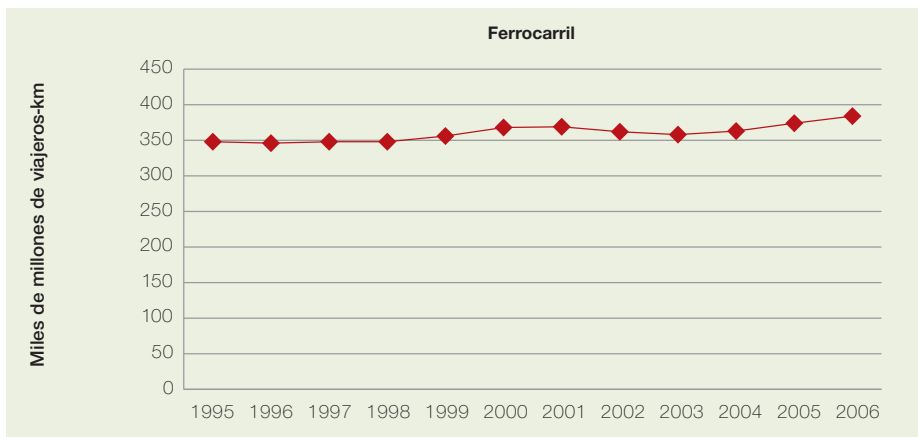
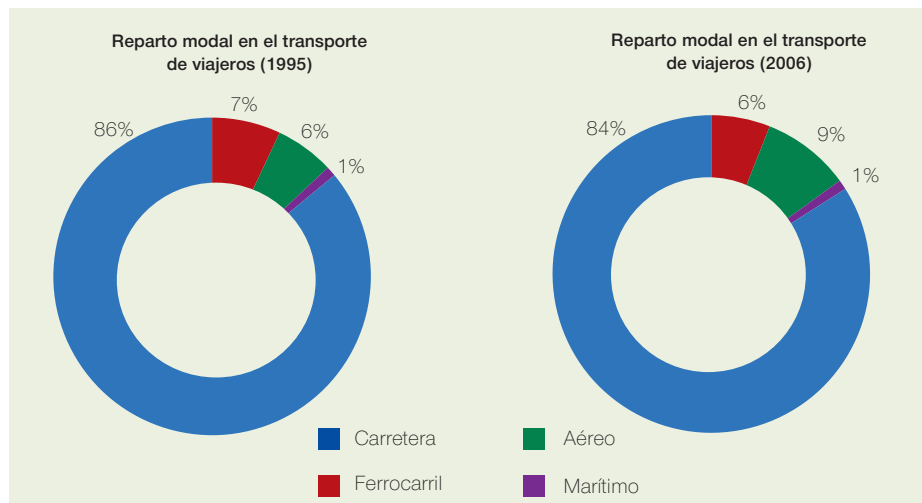


Gráfico 4. Evolución del tráfico de viajeros en la Unión Europea (UE-27).



Fuente: *Statistical pocketbook 2008. Comisión Europea.*

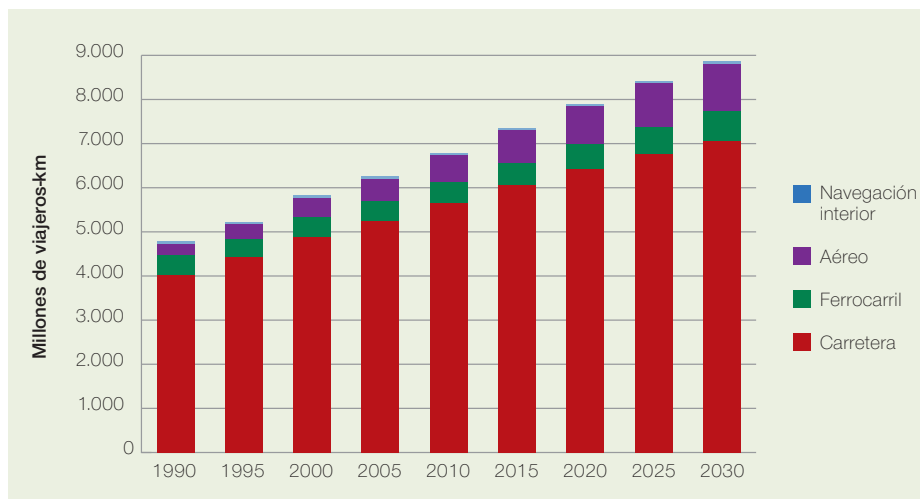
El tráfico de viajeros ha experimentado un notable crecimiento en la Unión Europea desde mediados de la década de los noventa. Mientras que el transporte por carretera sigue abarcando la mayor cuota de mercado (se ha mantenido en el 86-84% entre 1995 y 2006), otros modos, como el aéreo han protagonizado significativos incrementos en el número de viajeros transportados.

2.2.2. Unión Europea: previsiones

El siguiente gráfico hace referencia a las previsiones de incremento del tráfico de viajeros en la Unión Europea:

Según las fuentes consultadas, las estimaciones de crecimiento del transporte de viajeros en las próximas décadas en la Unión Europea arrojan un panorama similar al que existe en la actualidad: el transporte por carretera seguiría absorbiendo cuotas de mercado próximas al 80%,

Gráfico 5. Previsiones de crecimiento del tráfico de viajeros en la Unión Europea (UE-27).



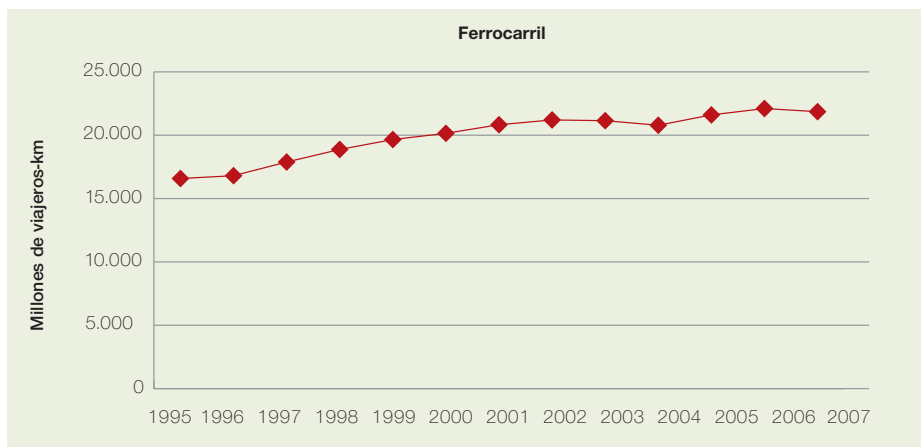
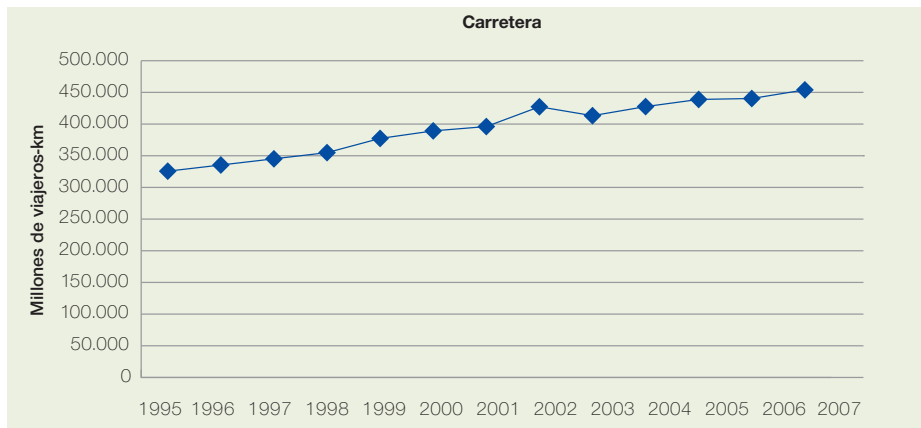
Fuente: *European Energy and Transport. Trends to 2030 – update 2007*. Comisión Europea.

aunque el transporte ferroviario y aéreo irían aumentando progresivamente su participación en la distribución del transporte europeo. En términos generales, se estima que el transporte de viajeros aumentará a un ritmo del 1,4% anual.

2.2.3. España: evolución

Los siguientes gráficos incluyen la evolución del tráfico de viajeros en los diferentes modos de transporte en España:

La situación en España pone de manifiesto las similitudes con el contexto europeo. El predominio del transporte de viajeros por carretera se ha mantenido en los últimos años, mientras que el transporte aéreo ha ganado cuota de mercado, especialmente en el transporte internacional.



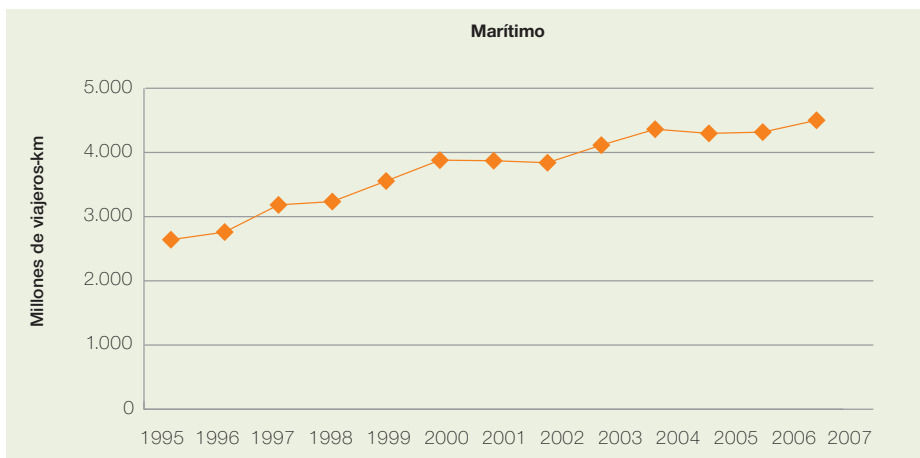
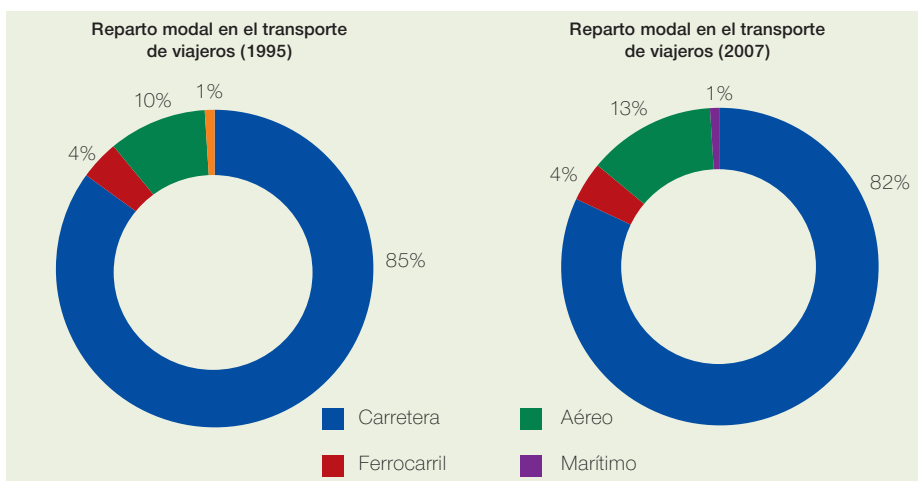


Gráfico 6. Transporte interior e internacional de viajeros en España.

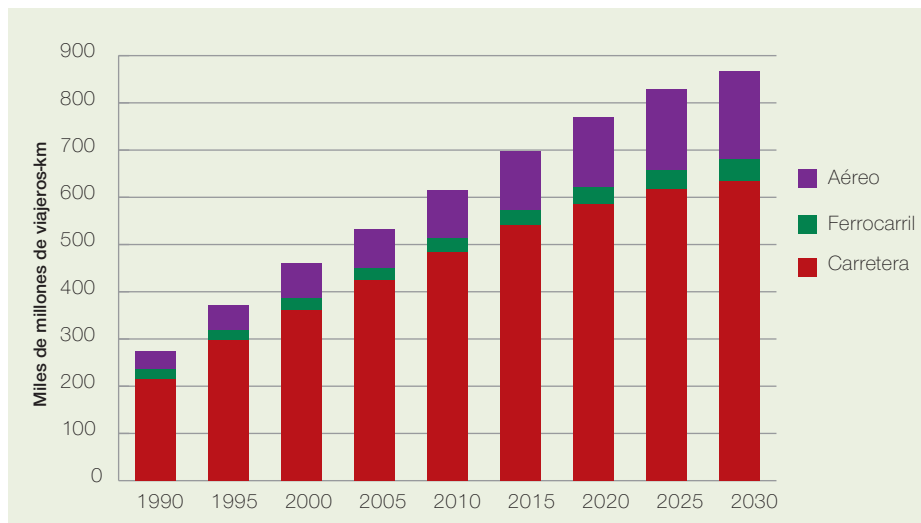


Fuente: Los transportes y los servicios postales. Informe anual 2007. Ministerio de Fomento.

2.2.4. España: previsiones

Ante la falta de previsiones en España para los próximos años, se incluyen en este apartado los datos del estudio de la Comisión Europea *European Energy and Transport - Trends to 2030*. Estas cifras deben considerarse con cautela, ya que los datos de partida del estudio no coinciden con los datos

Gráfico 7. Previsiones de crecimiento del tráfico de viajeros en España.



Fuente: European Energy and Transport. Trends to 2030 – update 2007. Comisión Europea.

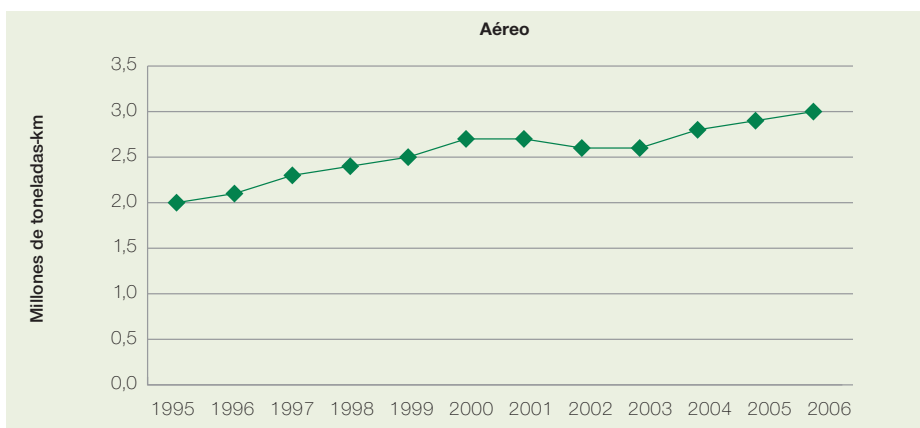
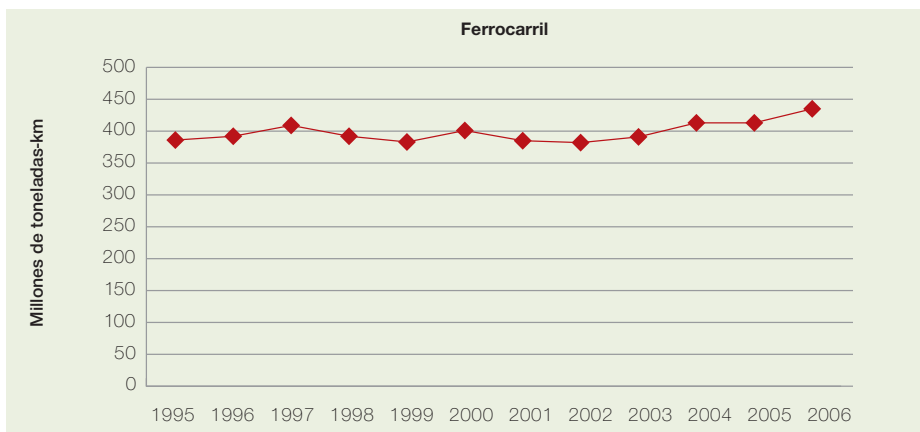
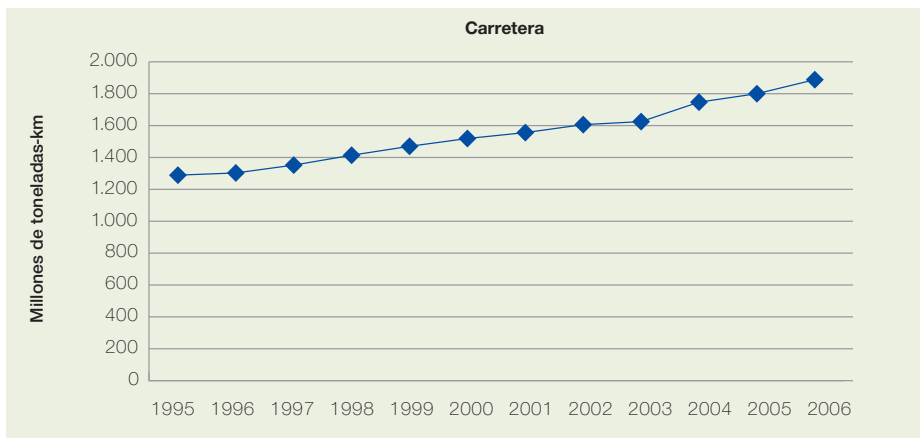
disponibles a nivel nacional de la evolución del transporte de viajeros.

El estudio estima un crecimiento de la demanda de transporte de viajeros del 2,3% anual en la década 2010-2020 y del 1,2% anual en 2020-2030. Por otro lado, la actual crisis económica ha producido una disminución del transporte en todos los modos, cuyo impacto sería preciso incorporar a estas previsiones.

2.3. TRÁFICO DE MERCANCÍAS: EVOLUCIÓN Y PREVISIONES

2.3.1. Unión Europea: evolución

Los siguientes gráficos incluyen la evolución del tráfico de mercancías en los diferentes modos de transporte en la Unión Europea:



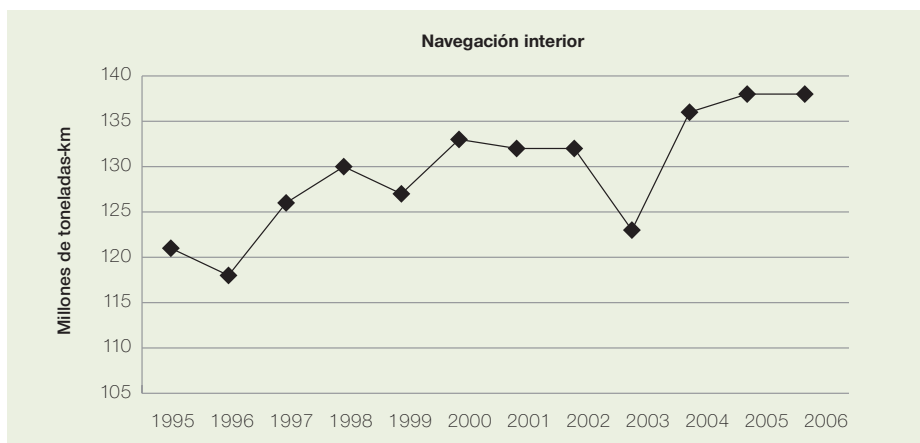
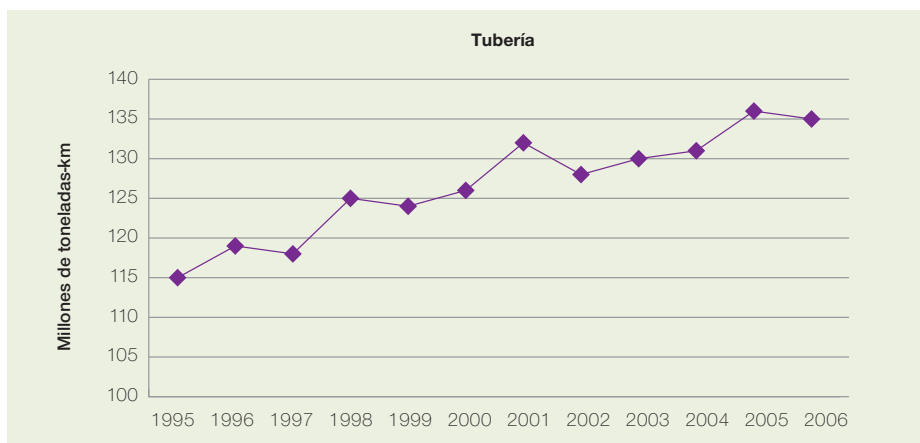
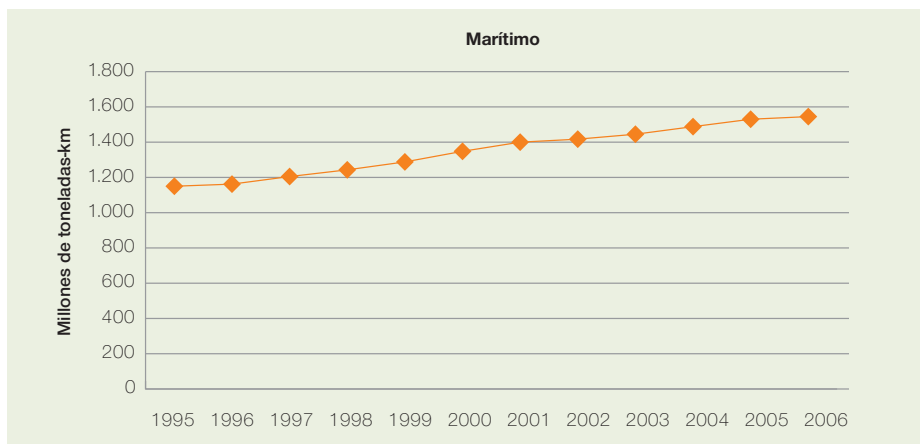
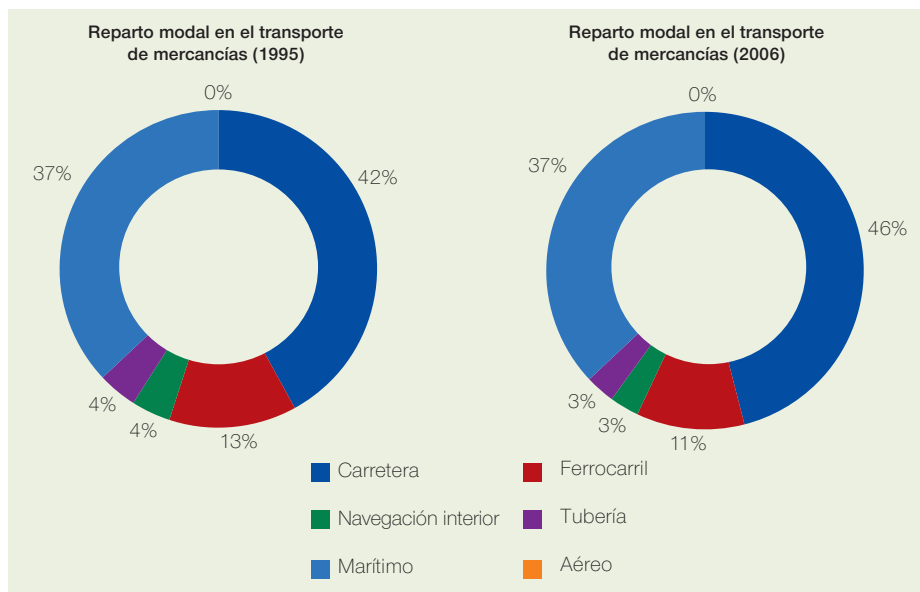


Gráfico 8. Evolución del tráfico de mercancías en la Unión Europea (UE-27).



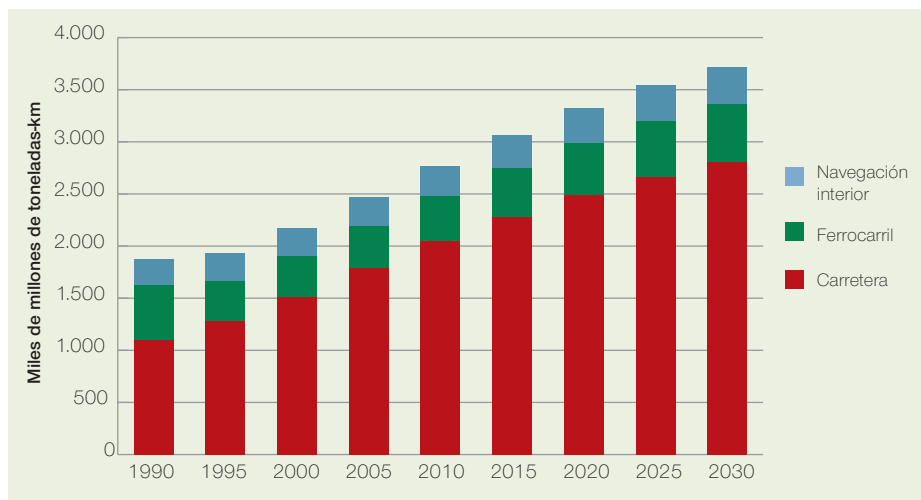
Fuente: *Statistical pocketbook 2008*. Comisión Europea.

El transporte de mercancías por carretera y por mar ha abarcado enormes cuotas de mercado durante los últimos años (42-46% y 37%, respectivamente). A pesar de que la política europea de transportes ha perseguido, como uno de sus principales objetivos durante la última década, fomentar el transporte de mercancías en otros modos, reduciendo los impactos negativos del transporte por carretera, lo cierto es que no se ha conseguido modificar esta tendencia.

2.3.2. Unión Europea: previsiones

El siguiente gráfico hace referencia a las previsiones de incremento del tráfico de mercancías en la Unión Europea:

Gráfico 9. Previsiones de crecimiento del tráfico de mercancías en la Unión Europea (UE-27).



Fuente: *European Energy and Transport. Trends to 2030 – update 2007*. Comisión Europea.

Según las fuentes consultadas (es preciso tener en cuenta que no se ha considerado el transporte marítimo en el estudio, con una elevada representatividad), las previsiones de crecimiento del transporte de mercancías por carretera apuntan a un crecimiento moderado de su cuota de mercado, mientras que el transporte ferroviario disminuiría ligeramente su representatividad en el panorama global del transporte de mercancías en la Unión Europea. En términos generales, se estima que el transporte de mercancías aumentará en un ritmo del 1,7% anual.

2.3.3. España: evolución

Los siguientes gráficos incluyen la evolución del tráfico de mercancías en los diferentes modos de transporte en España:

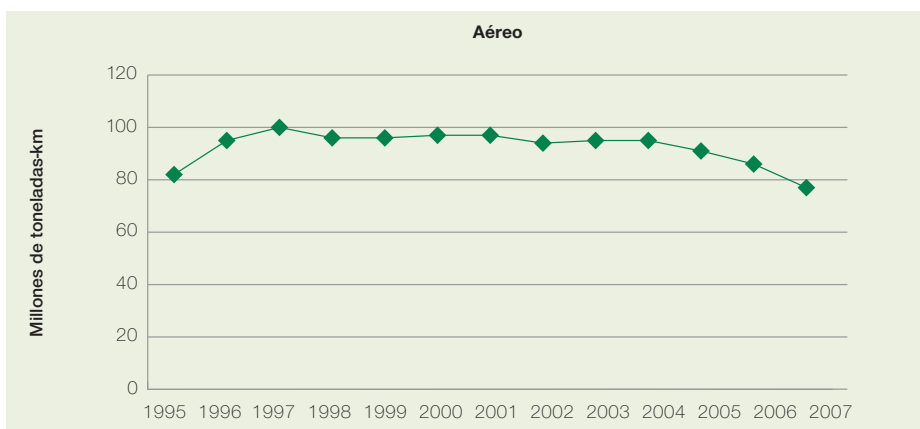
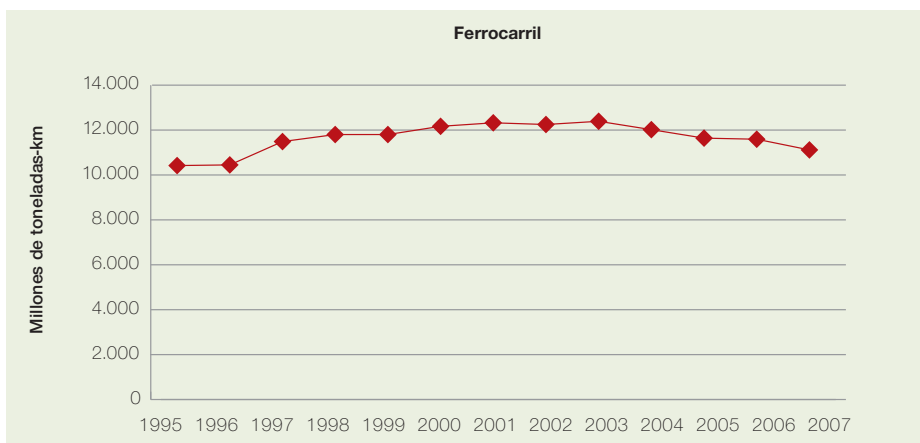
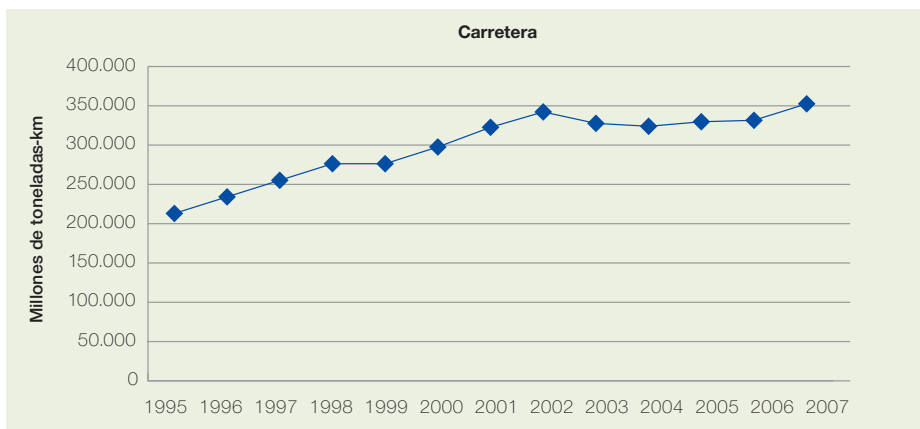
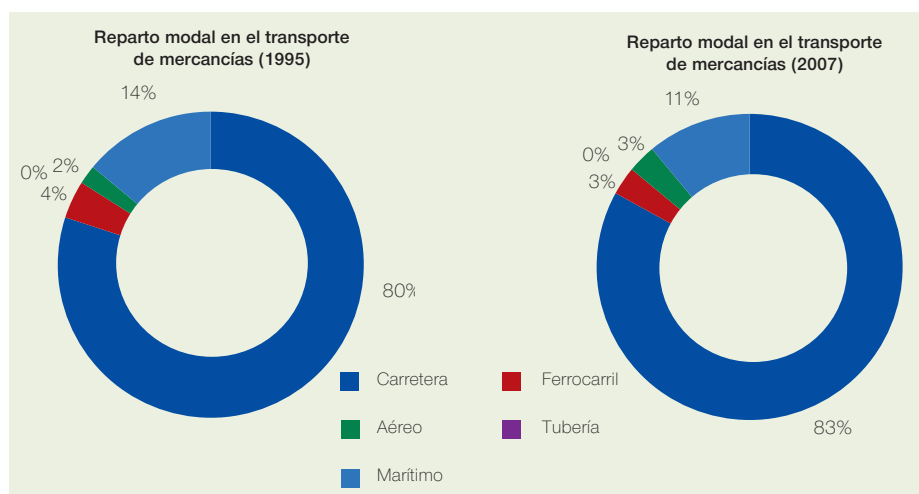




Gráfico 10. Transporte de mercancías en España.



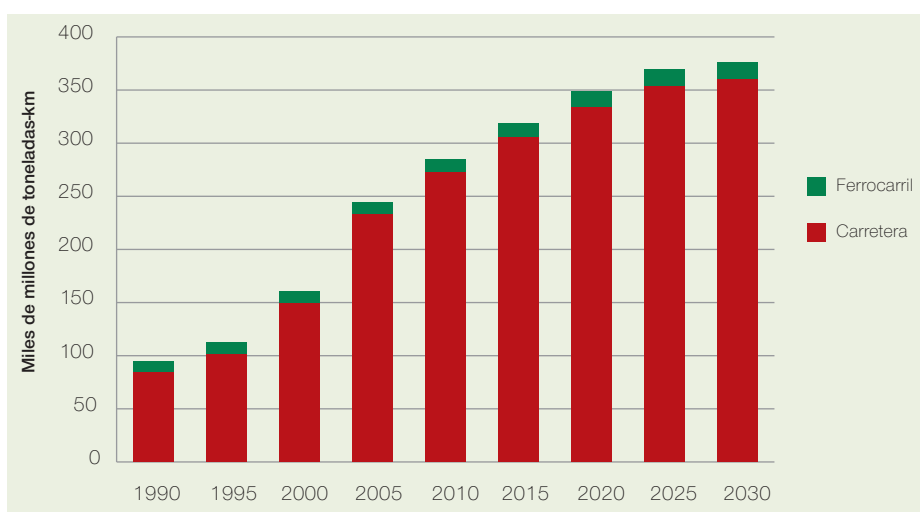
Fuente: Los transportes y los servicios postales. Informe anual 2007. Ministerio de Fomento.

Al igual que en la Unión Europea, el transporte de mercancías en España presenta una fuerte representatividad del transporte por carretera, con cuotas de mercado superiores al 80%, que han mantenido un ritmo de crecimiento en los últimos años. Le sigue el transporte marítimo, que si bien ha crecido en los últimos años, está notablemente distanciado del transporte por carretera y del resto de los modos (ferrocarril, aéreo y transporte por tubería).

2.3.4. España: previsiones

Ante la falta de previsiones en España para los próximos años, se incluyen en este apartado los datos del estudio de la Comisión Europea *European Energy and Transport - Trends to 2030*. Estas cifras deben considerarse con cautela, ya que los datos de partida del estudio no coinciden con los datos disponibles a nivel nacional de la evolución del transporte de mercancías; además, no se consideran todos los modos de transporte.

Gráfico 11. Previsiones de crecimiento del tráfico de mercancías en España.



Fuente: *European Energy and Transport. Trends to 2030 - update 2007*. Comisión Europea.

El estudio estima un crecimiento de la demanda de transporte de mercancías del 2% anual en la década 2010-2020 y del 0,7% anual en 2020-2030.

2.4. EMISIONES DEL TRANSPORTE: EVOLUCIÓN Y PREVISIONES



2.4.1. Limitaciones de los datos estadísticos de emisiones

Las emisiones y estimaciones que se incluyen en estos capítulos se han tomado de fuentes oficiales. Sin embargo, es preciso tener en cuenta que en el cómputo de consumo energético y emisiones de cada modo de transporte, no se consideran las cifras desde una perspectiva global. Para conseguir la máxima transparencia y exactitud en los resultados, debieran considerarse los procesos de obtención de la energía que utiliza cada modo de transporte, y las emisiones que se derivan de estos procesos. Asimismo, debiera considerarse la ocupación de cada uno de los modos de transporte, teniendo en cuenta la frecuente ocupación a media carga en el transporte de mercancías y viajeros.

Por lo tanto, para poder analizar de manera rigurosa las emisiones de cada modo de transporte, y considerar estos datos como base para la toma de decisiones, se deben considerar las siguientes emisiones, desde una perspectiva global:

- Emisiones producidas en la construcción y mantenimiento de las infraestructuras de transporte (carreteras, ferrocarriles, puertos, aeropuertos...).
- Emisiones derivadas de la construcción y mantenimiento de los vehículos.

- Emisiones relacionadas con el consumo de energía que se produce en la actividad del transporte, englobando, en el caso de que la energía se produzca, por ejemplo, en una central eléctrica, las emisiones propias de su funcionamiento, así como las de su construcción y mantenimiento, incluida la línea de transporte de la energía.

Para cada una de las emisiones incluidas anteriormente, deben considerarse el número de vehículos que las utilizan anualmente y el número de usuarios, teniendo en cuenta la capacidad de los vehículos y su ocupación, tanto para viajeros como para mercancías, así como un periodo de amortización de las inversiones.

De esta manera, se podrían valorar adecuadamente las emisiones reales que se producen para desplazar un viajero —kilómetro o una tonelada— kilómetro por carretera, ferrocarril, avión, etcétera.

Es necesario considerar el consumo de energía y emisiones a lo largo de todo el ciclo de vida

Un estudio realizado por la Universidad de California³ permite extraer alguna conclusión en este sentido, en relación al transporte de viajeros. El estudio sostiene que es necesario considerar el consumo de energía y emisiones a lo largo de todo el ciclo de vida; para ello se elaboró un modelo que considera estos aspectos para automóviles, autobuses, trenes y aviones en Estados Unidos, teniendo en cuenta los vehículos, la infraestructura, la producción de combustible y las cadenas de suministro. La conclusión del estudio establece que considerar las emisiones a lo largo de todo el ciclo de vida contribuye a aumentar los valores obtenidos si solo se considera la fase

3. *Environmental assessment of passenger transportation should include infrastructure and supply chains.* Mikhail V Chester and Arpad Horvath. University of California, 2009.

de operación de los vehículos en las siguientes proporciones:

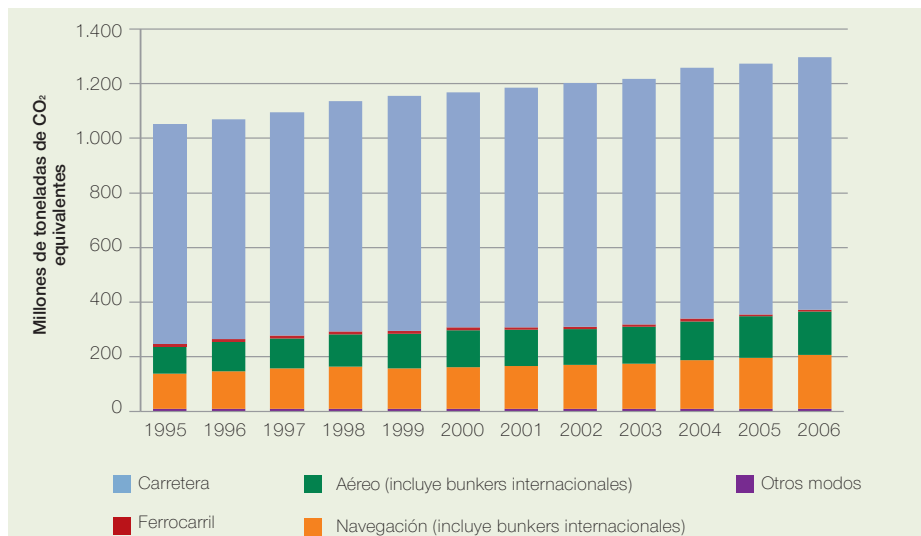
- Considerar todo el ciclo de vida multiplica las emisiones del transporte por carretera por un factor de 1,4-1,6.
- En el caso del ferrocarril ese factor es de 1,8-2,5.
- En el caso del transporte aéreo ese factor es de 1,2-1,3.

Los datos relativos a consumo de energía figuran en el apartado 2.5.2 de este documento.

2.4.2. Unión Europea: evolución

El siguiente gráfico recoge la evolución de las emisiones del transporte en la Unión Europea en los últimos años:

Gráfico 12. Evolución de las emisiones del transporte en la Unión Europea.



Fuente: *Statistical pocketbook 2009. Comisión Europea*⁴.

4. Bunkers internacionales: tráfico internacional con origen en la Unión Europea.

Teniendo en cuenta las limitaciones establecidas en el apartado 2.4.1, que hace que las cifras de emisiones no sean completas, los datos aquí aportados, incompletos, permiten concluir que el crecimiento del transporte en la Unión Europea ha ido ligado a un aumento de las emisiones de CO₂, que son más significativas en el caso del transporte por carretera, debido a las elevadas cuotas de mercado en el transporte de viajeros y mercancías. Según la evolución que figura en el gráfico anterior, los aumentos de emisiones más significativos entre 1995 y 2006 se establecen en un 56% para el transporte aéreo y un 53% en el caso de la navegación (debido en ambos casos al transporte internacional); en el caso del transporte por carretera, este aumento fue del 18% y en el ferrocarril, una disminución del 22%.



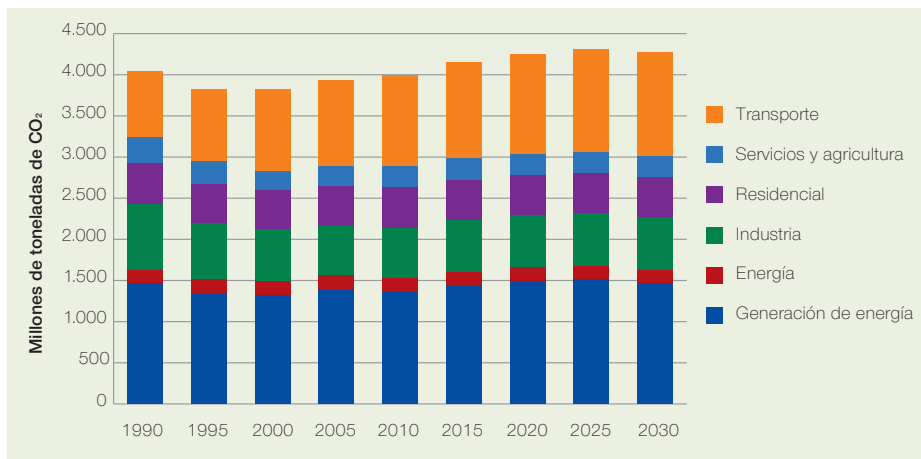
La falta de rigurosidad en la consideración de los datos estadísticos de emisiones, que no considera datos globales, da lugar a estas cifras que no se corresponden con la realidad que arrojaría la consideración de las emisiones derivadas de la infraestructura, los vehículos y el propio transporte.

2.4.3. Unión Europea: previsiones

El siguiente gráfico hace referencia a las previsiones de evolución de las emisiones del transporte en la Unión Europea:

La fuente citada, a través de un modelo de estimación de emisiones que realiza numerosas hipótesis de utilización de diferentes tipos de energía, evolución de la coyuntura económica, precio de los combustibles, etcétera, cita un crecimiento de las emisiones del transporte en la Unión Europea del 0,9% en la década 2010-2020 y del 0,4% en 2020-2030.

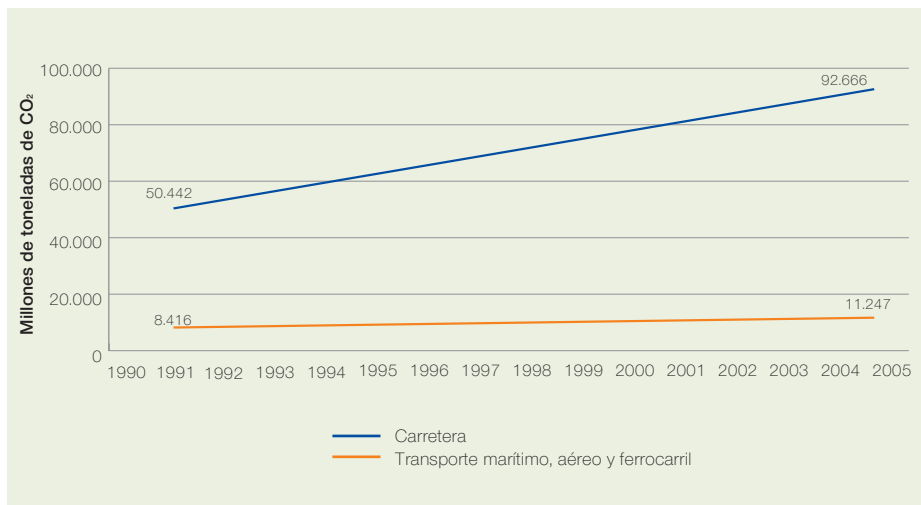
Gráfico 13. Previsiones de evolución de las emisiones del transporte en la Unión Europea (UE-27).



Fuente: *European Energy and Transport. Trends to 2030 – update 2007*. Comisión Europea.

2.4.4. España: evolución

El siguiente gráfico recoge la evolución de las emisiones del transporte en España en los últimos años:

Gráfico 14. Evolución de las emisiones de CO₂ del transporte en España (kilotoneladas).

Fuente: Perfil Ambiental de España. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino.

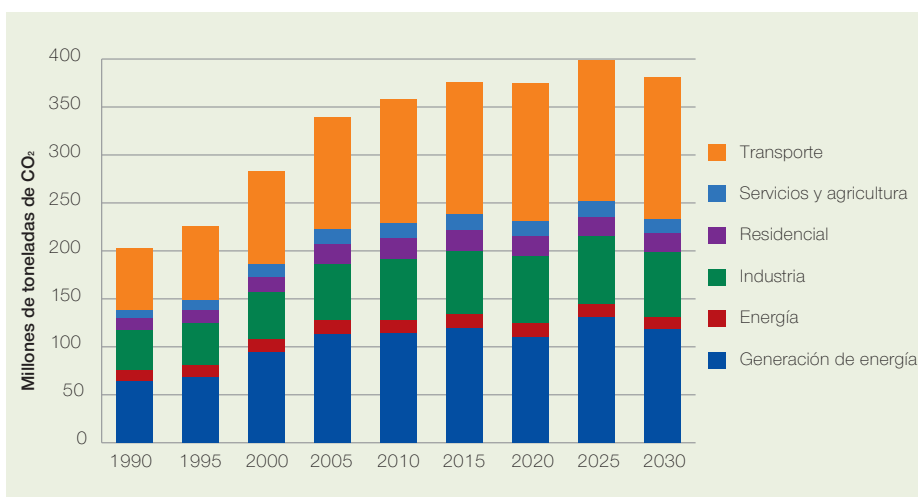
Al igual que en la Unión Europea, las emisiones del transporte en España han aumentado considerablemente en los últimos años, como espejo del crecimiento del transporte que se ha experimentado.

Nuevamente es preciso recordar las limitaciones establecidas en el apartado 2.4.1, que hace que las cifras de emisiones no sean completas. La falta de rigurosidad en la consideración de los datos estadísticos de emisiones, que no considera datos globales, da lugar a estas cifras que no se corresponden con la realidad que arrojaría la consideración de las emisiones derivadas de la infraestructura, los vehículos y el propio transporte.

2.4.5. España: previsiones

El siguiente gráfico hace referencia a las previsiones de evolución de las emisiones del transporte en España:

Gráfico 15. Previsiones de evolución de las emisiones del transporte en España.



Fuente: *European Energy and Transport. Trends to 2030 – update 2007*. Comisión Europea.

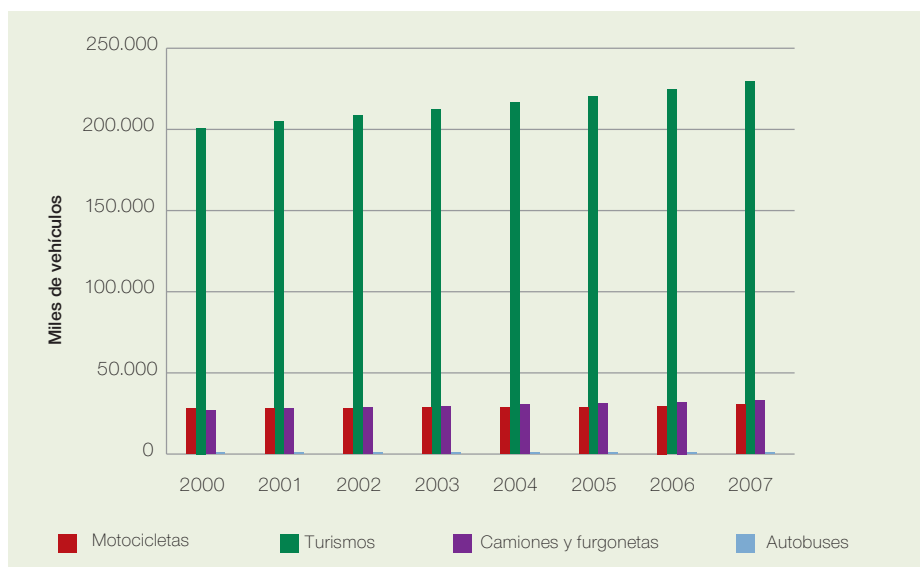
La fuente citada, a través de un modelo de estimación de emisiones que realiza numerosas hipótesis de utilización de diferentes tipos de energía, evolución de la coyuntura económica, precio de los combustibles, etcétera, cita un crecimiento de las emisiones del transporte en España del 1,1% en la década 2010-2020 y del 0,3% en 2020-2030.

2.5. OTROS DATOS DE INTERÉS

2.5.1. Crecimiento del parque de vehículos

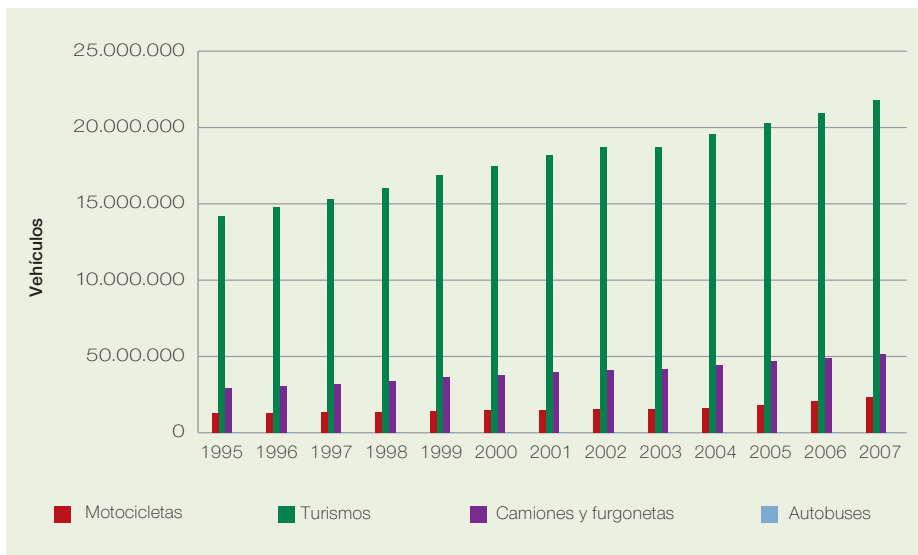
Los siguientes gráficos hacen referencia al aumento del parque de vehículos en la Unión Europea y en España en los últimos años:

Gráfico 16. Evolución del parque de vehículos en la Unión Europea (UE-27).



Fuente: EU Energy and Transport in figures. Statistical pocketbook 2009. Comisión Europea.

Gráfico 17. Evolución del parque de vehículos en España.



Fuente: Anuario Estadístico 2008. Dirección General de Tráfico.

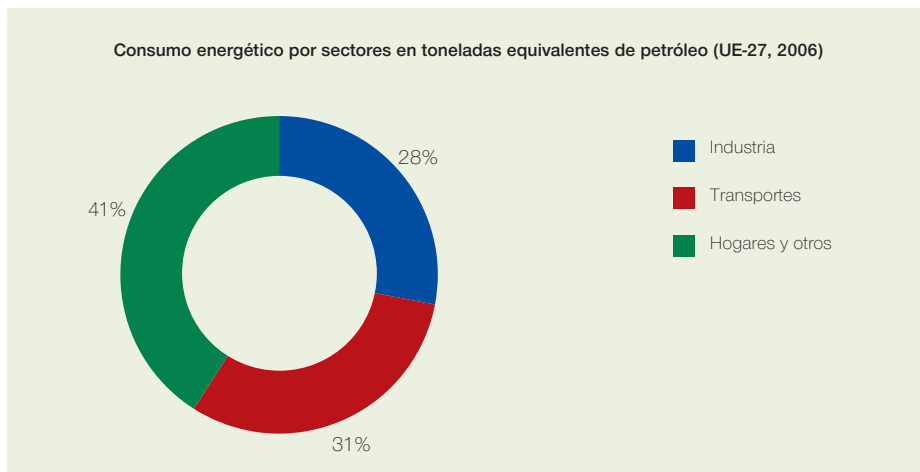
Se puede observar que el parque de vehículos ha crecido un 15% en la Unión Europea entre 2000 y 2007; en el caso de España, el aumento en el periodo 1995-2007 ha sido del 58%, y del 29% entre 2000 y 2007.

En este apartado, es preciso tener en cuenta que el sector de la automoción es uno de los más afectados por las crisis económicas, y ha experimentado una notable reducción en las ventas en los últimos años, que se espera que continúen con un ritmo de crecimiento lento en el corto-medio plazo, a pesar de las ayudas públicas que se están facilitando para la compra de nuevos vehículos.

2.5.2. Consumo energético en el transporte

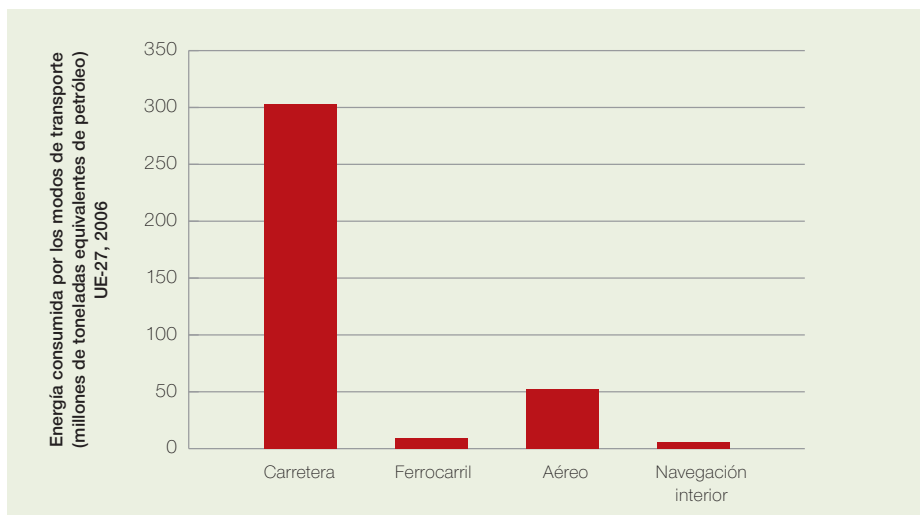
Los siguientes gráficos hacen referencia al consumo energético en la Unión Europea y en España.

Gráfico 18. Consumo energético por sectores en la UE-27, 2006.



Fuente: Los transportes y los servicios postales. Informe anual 2007. Ministerio de Fomento.

Gráfico 19. Consumo energético de los distintos modos de transporte en la Unión Europea (UE-27) en 2006.

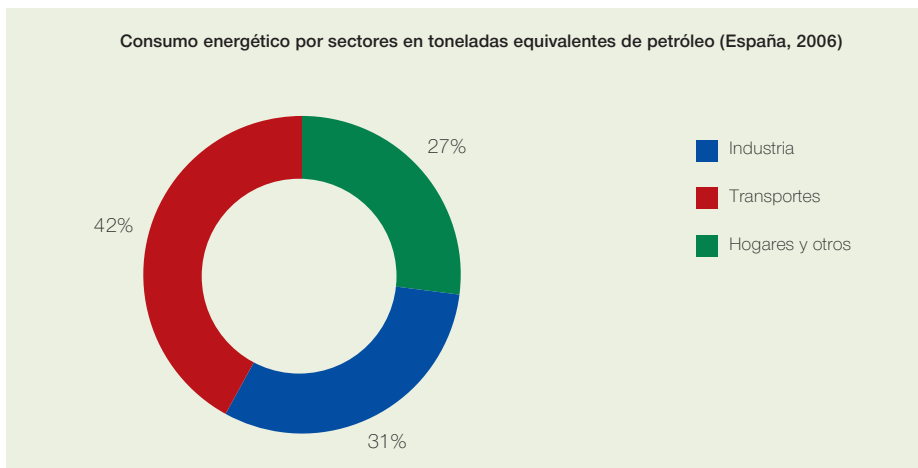


Fuente: EU Energy and Transport in figures. Statistical pocketbook 2009. Comisión Europea.

Se observa que el consumo energético asociado al transporte es similar al de la industria e inferior al de los hogares y otros sectores. Dentro del transporte, la carretera presenta un mayor gasto energético, seguida por el transporte aéreo (es preciso

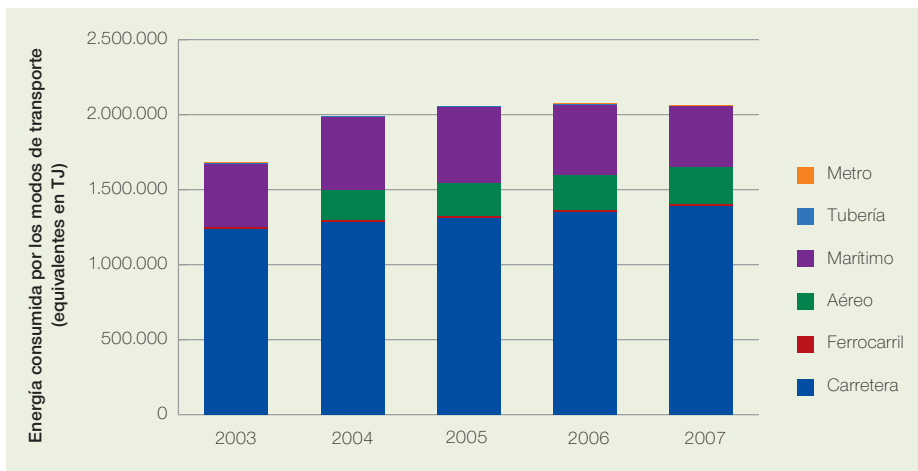
tener en cuenta que la fuente no ha considerado el transporte marítimo).

Gráfico 20. Consumo energético por sectores en España, 2006.



Fuente: Los transportes y los servicios postales. Informe anual 2007. Ministerio de Fomento.

Gráfico 21. Consumo energético de los distintos modos de transporte en España.



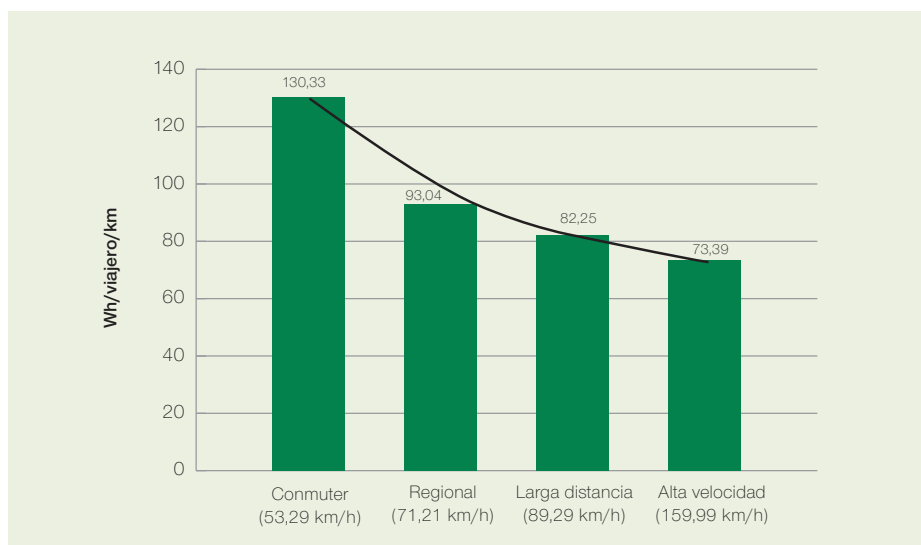
Fuente: Los transportes y los servicios postales. Informe anual 2007. Ministerio de Fomento.

En el caso español la situación es parecida, con un claro dominio del consumo energético por parte de la carretera, seguido por el transporte marítimo. Sin

embargo, la ya citada falta de rigurosidad en la valoración de los datos globales de consumo energético, que no considera la energía consumida en la construcción y explotación de infraestructuras y vehículos, hace que los datos no sean completos, sino sesgados.

El siguiente gráfico refleja los datos de consumo energético en el transporte ferroviario:

Gráfico 22. Consumo energético de distintos tipos de transporte ferroviario.



Fuente: Fundación de los Ferrocarriles Españoles.

Una vez más es preciso recordar las limitaciones establecidas en el apartado 2.4.1. en cuanto a la falta de consideración de datos globales de emisiones, que es de aplicación en el caso de la energía consumida por cada modo de transporte. Una valoración rigurosa, que no se realiza actualmente, debiera considerar el consumo energético derivado de la construcción y explotación de la infraestructura, construcción y explotación de los vehículos y del propio transporte.

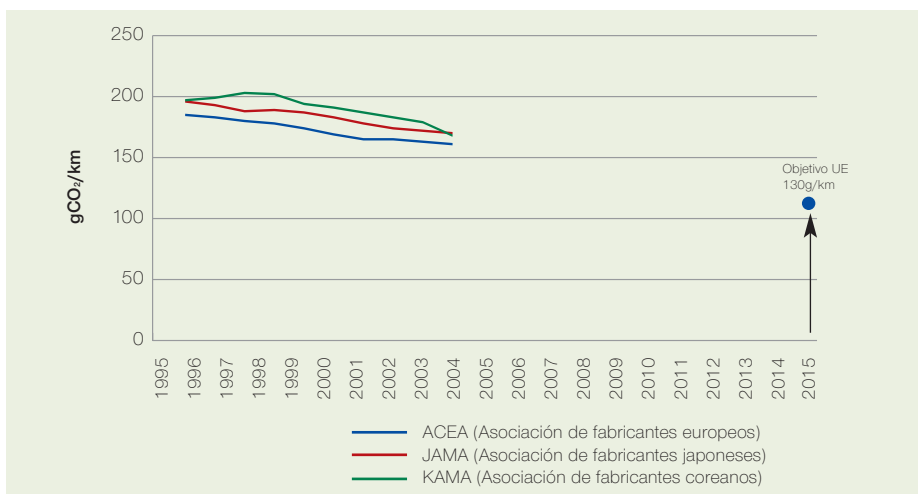
El estudio realizado por la Universidad de California⁵ al que se hacía alusión en el apartado 2.4.1. permite extraer alguna conclusión en este sentido, en el consumo energético del transporte de viajeros por modos:

- En la fase de operación se consume aproximadamente el 65-74% del total de energía en el caso del transporte por carretera.
- En el caso del ferrocarril es del 24-39%.
- En el caso del transporte aéreo varía entre 69-79%.

2.5.3. Emisiones de los vehículos

El siguiente gráfico muestra la evolución de las emisiones de los vehículos nuevos según diferentes fuentes:

Gráfico 23. Emisiones de vehículos nuevos.



Fuente: COM (2006) 463 communication from the Commission to the Council and the European Parliament. Implementing the Community Strategy to Reduce CO₂ Emissions from Cars.

5. Environmental assessment of passenger transportation should include infrastructure and supply chains. Mikhail V Chester and Arpad Horvath. University of California, 2009.

La Unión Europea estableció en 2009 el objetivo de reducir las emisiones del parque de vehículos a 130 gramos de CO₂ por kilómetro, estableciendo una escala temporal para su cumplimiento (en 2012 lo deben cumplir el 65% de los vehículos nuevos, pasando al 75% en 2013, al 80% en 2014 y al 100% en 2015).

2.5.4. Emisiones del transporte marítimo

Los datos generales de las emisiones del transporte marítimo se pueden desglosar por tipo de buque, según figura en la siguiente tabla:

Tabla 1. Emisiones por tipo de buque.

Tipo de buque	Eslora (mt)	GT ⁶ (T)	Carga útil (T)	Velocidad (nudos)	Emisión CO ₂ gr/Tkm
Mercancía General	150	18.000	16.500	14	9
Portacontenedores	133	8.600	9.300	17,5	18
Ro-Ro	142	13.000	2.200	22,5	219

Se observa que tanto las emisiones de un buque de mercancía general convencional, como las de los buques portacontenedores, son inferiores a las de un camión (puede estimarse una emisión media de 97 gramos de CO₂ por tonelada-kilómetro); sin embargo, en el caso de los buques Ro-Ro, utilizados en el transporte marítimo de corta distancia, las emisiones son significativamente superiores a las del transporte de mercancías por carretera y a las de otro tipo de barcos, principalmente debido a que la capacidad de carga útil de este tipo de buques es muy inferior a la de los buques de mercancía general convencional y a los portacontenedores.

6. GT: Arqueo Bruto = 0,4 x Eslora x Manga x Puntal.

3.1. DESDE MEDIADOS DEL SIGLO XX AL PROTOCOLO DE KIOTO

Tras la devastación causada por la Segunda Guerra Mundial, los diferentes países involucrados en la misma se vieron en la necesidad de reconstruir las ciudades, vías férreas, carreteras, puentes, plantas industriales, etc. que desaparecieron a causa de los combates. Esta destrucción y posterior reconstrucción fue la desencadenante de un crecimiento desmesurado de la industria, en el que los factores medioambientales se fueron quedando en un segundo plano. De esta forma, este desarrollo incontrolado incrementó el consumo de los recursos naturales, en la búsqueda de un crecimiento económico necesario.



Posteriormente, en los años sesenta y setenta, las primeras tensiones de escasez de recursos naturales provocaron que la sociedad empezase a cuestionar la riqueza como único indicador válido para la medida del bienestar social. Así, los hombres comenzaron a preocuparse por el medio ambiente. Consecuentemente, en 1968, París acogió la Conferencia Internacional sobre la Utilización Racional y la Conservación de los Recursos de la Biosfera, en la que se introdujo el concepto de

boulding, que hace referencia a la limitación de los recursos naturales.

Los intereses enfrentados de diferentes países (industrializados, en vías de desarrollo y exportadores de petróleo) provocaron divergencias no sólo en las medidas que era necesario adoptar, sino en el propio diagnóstico del problema. Asimismo, a estos intereses económicos se añadirían las diferencias políticas, especialmente derivadas de la guerra fría.



Hasta ese momento, los países subdesarrollados argumentaban que la preocupación medioambiental por parte de los industrializados no era más que “una estrategia para asegurarse el disfrute de los recursos naturales, alegando los peligros de la contaminación y del agotamiento de las materias primas, si la industrialización se ampliaba al nivel que aspiraban los países menos favorecidos”. No obstante, en el año 1971, el Programa *Man and Biospher*, gracias al libro *Development and Environment*, que refleja los contenidos de las reuniones que tuvieron lugar en Fournex (Suiza), logró un primer acercamiento entre los países subdesarrollados y los industrializados. Pero lo que no se consiguió fue superar el “muro” político entre los países socialistas y Occidente, a pesar de la participación activa de la República Popular de China.

Sin embargo, en 1972, a partir de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, celebrada en la ciudad de Estocolmo, se alcanza una primera posición común. Es entonces cuando se empiezan a difundir las primeras recomendaciones para un desarrollo sostenible: preservación de muestras representativas de los ecosistemas

naturales, protección de especies en peligro, mantenimiento y mejora de la capacidad de la Tierra para producir recursos vitales renovables, planificación de los asentamientos humanos, prevención de la contaminación, etc. En este sentido, se propone la creación del Programa Mundial de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente (PNUMA) con el fin de cumplir todas estas recomendaciones, inaugurándose en 1973 la oficina del programa en la ciudad de Nairobi.

Casi diez años después se consigue otro avance significativo hacia la convergencia, ya que tras el informe Brundtland se reconoce que el desarrollo y medio ambiente están íntimamente relacionados. Así, dos años después, el informe de la mencionada Comisión recoge por primera vez el concepto de desarrollo sostenible, concretándose la definición más conocida de este término: "El desarrollo sostenible es aquel que satisface las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de futuras generaciones para satisfacer las suyas".

El desarrollo sostenible es aquel que satisface las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de futuras generaciones para satisfacer las suyas

Esta evolución permite proponer metas a medio y largo plazo para combatir el cambio climático. Como consecuencia, en la Conferencia de Toronto (1988) se propone el objetivo de reducir las emisiones de CO₂ un 20% para el año 2005. Aunque el objetivo es difícilmente alcanzable, se puede valorar como una primera aproximación hacia el establecimiento de metas. Este mismo año se produce la creación del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), que estaba integrado por tres grupos independientes que valorarían los aspectos científicos del cambio climático, la vulnerabilidad de los sistemas socioeconómicos y naturales frente al mismo y las opciones para limitar las emisiones de gases de efecto invernadero, así

como cualquier otro modo de mitigación de este fenómeno.

A partir de las investigaciones realizadas, el IPCC publica un primer informe de evidencias sobre el cambio climático, por lo que Naciones Unidas decide crear la Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC).

Dentro de esta evolución, cabe destacar la Cumbre de la Tierra, celebrada en Río de Janeiro en 1992, en la que se reafirmó a nivel mundial la definición de desarrollo sostenible del Informe Brundtland y se estableció un programa de actuación local, Agenda 21, para combatir el cambio climático, diferenciando las consecuencias globales y locales de la contaminación. Igualmente, a partir de la Declaración de Río, el pensamiento ambiental avanza hacia un planteamiento más global y con mayor conciencia de la fragilidad del entorno, así como de la influencia de las actividades humanas sobre él.



Si en la Conferencia de Toronto se propuso por primera vez la reducción de emisiones de CO₂, ocho años más tarde, Estados Unidos propone, en el Mandato de Ginebra de 1996, que existan compromisos legalmente vinculantes, lo que se considera como un primer paso hacia el mercado de emisiones.

Este objetivo comenzó a tomar forma en el año 1997 con la celebración de la Cumbre de Kioto, en la que se propone que los gobiernos signatarios reduzcan un 5,2% de media las emisiones contaminantes entre 2008 y 2012, tomando como referencia los niveles de 1990. La Unión Europea se comprometió a reducir sus emisiones totales

medias durante este periodo un 8%. No obstante, a cada país miembro se le otorgó un margen distinto en función de diversas variables económicas y medioambientales.

Gráfico 24. Hitos en la lucha contra el cambio climático de la década de los sesenta al final del siglo XX.



3.2. 2000-2009: AÑOS DE ACUERDOS, CON EL PROTOCOLO DE KIOTO COMO FONDO

Países como Estados Unidos, Rusia, Japón, Canadá y Australia se negaron a adherirse al Protocolo de Kioto. Esta circunstancia imposibilitaba la entrada en vigor del mismo, ya que era necesario la adhesión de, al menos, 55 países que representasen, como mínimo, el 55% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero (Estados Unidos representaba el 36% de

las mismas). En este sentido, el cambio de postura de Rusia en el año 2004 en la Cumbre de Milán fue clave para la entrada en vigor del Protocolo de Kioto.

El acuerdo incluía la creación de un mercado de emisiones, como uno de los mecanismos de flexibilidad, que permitiese el ajuste de necesidades de los sectores regulados y de los gobiernos.

Pero el mercado de derechos de emisión no podía ser una herramienta eficaz por sí solo, sino que era necesaria la implantación de otros mecanismos que permitiesen, especialmente a aquellos países en vías de desarrollo, tener acceso a las mejores tecnologías disponibles. Así, se quiso crear un sistema que incentivase a los países industrializados a invertir en los países en vías de desarrollo consiguiendo a nivel global una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. De esta forma, los primeros realizaban inversiones en los segundos para mejorar sus tecnologías con el fin de que, a medio y largo plazo, se produjesen sinergias positivas en la economía. La implantación de este sistema se logró en la Cumbre de Buenos Aires celebrada en 2004, en la que se aprobaron los Mecanismos de Desarrollo Limpio, Comercio de Derechos de Emisiones y la Transferencia de Tecnología. El Mercado Europeo de Derechos de Emisiones constituye un ejemplo de aplicación.

El mercado de emisiones, como uno de los mecanismos de flexibilidad, permite el ajuste de necesidades de los sectores regulados y de los gobiernos

Por su parte, Estados Unidos, que no se adhirió al Protocolo de Kioto, propone en el año 2002 un plan alternativo con el objetivo de reducir un 18% las emisiones de gases de efecto invernadero, iniciativa que contó con poco eco.

A partir de este momento, la comunidad internacional comienza a pensar en metas a largo plazo. Además de incidir en la aplicación del Protocolo de Kioto, se empiezan a analizar cuáles serán las acciones que se deben realizar tras su periodo de vigencia. Así, en la Cumbre de Nairobi (2006) se estudian las posibles actuaciones posteriores al periodo 2008-2012, al tiempo que se deja constancia del compromiso de Brasil, India y China de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

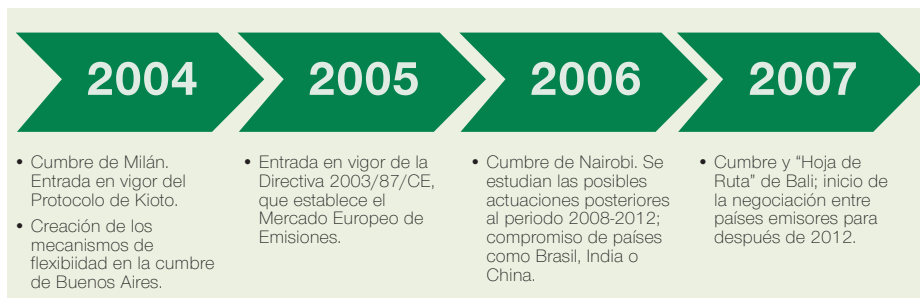


La Cumbre de Bali de 2007, en la se traza la “Hoja de Ruta de Bali” para iniciar un nuevo proceso negociador entre los países emisores, supone un nuevo avance en este camino de convergencia de criterios.

En el contexto de la Unión Europea, en el año 2008 se aprueba la Directiva 20-20-20, cuyo objetivo es reducir un 20% las emisiones de CO₂ respecto a 1990 hasta el año 2020 mediante la utilización de un 20% de energías renovables y un ahorro del 20% en la futura demanda de energía. En el caso de que se alcance un acuerdo internacional en la reunión de las partes en Copenhague en el año 2009, la Unión está dispuesta a elevar su compromiso hasta una reducción del 30%.

En la última reunión del G-8, los países participantes (Canadá, Francia, Alemania, Italia, Japón, Rusia, Reino Unido y Estados Unidos) se comprometieron a reducir las emisiones globales de gases de efecto invernadero al menos un 50% en 2050 y alcanzar hasta un 80% o una reducción incluso superior en los países desarrollados en la misma fecha.

Gráfico 25. Hitos en la lucha contra el cambio climático en la primera década del siglo XXI.



3.2.1. Los mecanismos de flexibilidad

Con el fin de lograr una reducción global de las emisiones, se crearon diferentes mecanismos de control, para evitar que los países industrializados tuviesen que frenar drásticamente y abruptamente sus emisiones y que los que están en vías de desarrollo mantuviesen su crecimiento industrial. Así, en el Protocolo de Kioto se crearon Iniciativas de Aplicación Conjunta (AC), Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) y el Comercio de Derechos de Emisión (CDE).

Las Iniciativas de Aplicación Conjunta consisten en la realización de proyectos en países obligados a reducir sus emisiones o con economías en transición, que generen un ahorro de emisiones adicional al que se hubiera producido en el supuesto de haber empleado la tecnología convencional o no haber incentivado la capacidad de absorción de las masas forestales.

Por otro lado, los Mecanismos de Desarrollo Limpio incentivan la inversión directa en países en vías de desarrollo mediante la implantación de la mejor tecnología en las fábricas o centrales eléctricas para que obtengan unos funcionamientos

más eficientes con la consecuente disminución de costes y mayores beneficios. De esta manera, el país en el que se ha realizado la inversión se beneficia de forma gratuita de la misma, mientras que el país inversor obtiene créditos que se aplican para cumplir sus propios objetivos de emisión.

Por su parte, el mecanismo del Comercio de Derechos de Emisión, que se expone con más detalle a lo largo de este documento, permite a las partes adquirir créditos de otras partes para alcanzar, de forma eficiente desde el punto de vista económico, los compromisos adquiridos en Kioto. De esta manera, los países que reduzcan sus emisiones más de lo comprometido podrán vender los créditos de emisiones excedentes a los países que consideren más difícil o costoso satisfacer sus objetivos.

3.2.2. Los sumideros de carbono

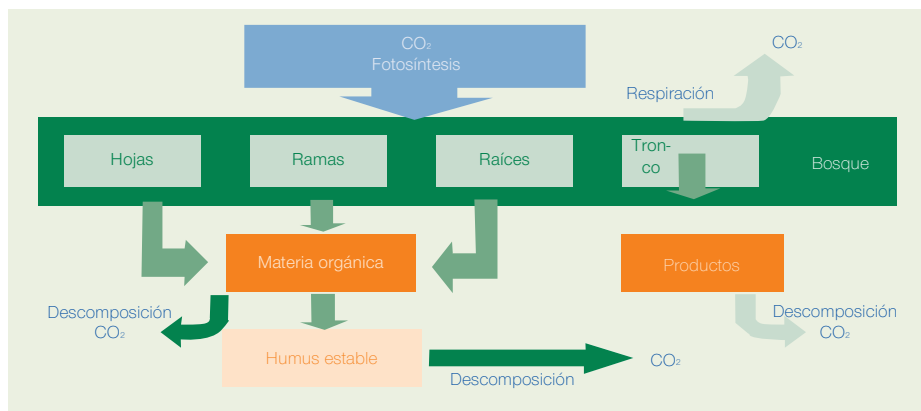


Se conoce como sumidero todo sistema o proceso por el que se extrae de la atmósfera un gas o gases y se almacena. Las formaciones vegetales actúan como sumideros por su función vital principal, la fotosíntesis (proceso por el que los vegetales captan CO_2 de la atmósfera o disuelto en agua y con la ayuda de la luz solar lo utilizan en la elaboración de moléculas sencillas de azúcares). Mediante esta función, los vegetales absorben CO_2 que compensa las pérdidas de este gas que sufren por la respiración y lo que se emite en otros procesos naturales como la descomposición de materia orgánica.

En el Protocolo de Kioto se consideran como sumideros ciertas actividades de uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (actividades

LULUCF, por sus siglas en inglés). Se incluyeron en el Protocolo de Kioto, al igual que los mecanismos de flexibilidad, para facilitar el cumplimiento de los compromisos de reducción de emisiones.

Gráfico 26. El ciclo del carbono en los bosques. Fuente: IPCC.



Las actividades que se contemplan en el artículo 3.3 del Protocolo de Kioto son:

- Forestación.
- Reforestación.
- Deforestación.

Las partes tienen la obligación de informar de las emisiones por las fuentes y absorciones por los sumideros de CO_2 y otros gases de efecto invernadero debidas a actividades LULUCF bajo el artículo 3.3. Estas actividades deben de haberse realizado con posterioridad al 31 de diciembre de 1989 y con anterioridad al 31 de diciembre del último año del periodo de compromiso. Las actividades recogidas bajo el artículo 3.4 son adicionales a las anteriores y opcionales. Pueden elegirse varias, una o ninguna. Estas actividades adicionales son:

- Gestión de tierras agrícolas.
- Gestión de bosques.
- Gestión de pastos.
- Restablecimiento de la vegetación.

Deben de ser actividades que no se realizaban con anterioridad a 1990 e inducidas por el hombre.

Una cuestión clave en los sumideros es la permanencia del carbono almacenado. Las cantidades de CO₂ absorbidas por un sumidero, por ejemplo, un bosque, pueden volver a la atmósfera si esa formación vegetal desaparece por cualquier circunstancia. Las causas más comunes de disminución de los reservorios en los que se encuentra almacenado el carbono son las plagas, las enfermedades, los aprovechamientos (extracción de madera y recogida de cosecha) y los incendios forestales. Debido a estas situaciones, parte del CO₂ previamente absorbido y almacenado como carbono en los reservorios, sería emitido a la atmósfera.



3.3. ACUERDOS DE COPENHAGUE (2009)

Las reuniones de la 15ª Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático celebrada en Copenhague en diciembre de 2009, si bien no dieron lugar al esperado ambicioso acuerdo vinculante entre las partes como continuación del Protocolo de Kioto, ha supuesto un paso adelante en la adquisición de compromisos para luchar contra el cambio climático. En este sentido, se han acordado las líneas de trabajo que se resumen a continuación:

- Los firmantes reconocen el cambio climático como uno de los grandes retos de nuestro

La 15ª Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático celebrada en Copenhague en diciembre de 2009 ha supuesto un paso adelante en la adquisición de compromisos para luchar contra el cambio climático

tiempo y manifiestan la urgencia de combatirlo bajo el principio de responsabilidades diferenciadas y capacidades respectivas. Para estabilizar las emisiones de GEI, se asume la necesidad de trabajar conjuntamente para evitar un aumento de la temperatura por encima de los 2 °C. Se toma conciencia de los impactos críticos que el cambio climático y las medidas para contrarrestarlo pueden tener sobre los países más vulnerables, por lo que se asume la necesidad de establecer programas de adaptación que incluyan la ayuda internacional.

- Se necesitan reducciones drásticas de emisiones para alcanzar el objetivo de un 50% de las emisiones de 1990 en el año 2050; se debe trabajar para alcanzar el nivel de estabilización de las emisiones, previo a la reducción de las mismas en todos los países, conscientes de que los países en vías de desarrollo presentan otras prioridades.
- La cooperación internacional se pondrá en marcha urgentemente para favorecer la adaptación de los países más vulnerables a las consecuencias del cambio climático.
- Los países del anexo 1 del Protocolo de Kioto (aquéllos que son los principales responsables de las emisiones de gases de efecto invernadero) se comprometen a una reducción individual o conjunta de sus emisiones del 80% en el año 2050; asimismo, se comprometen a establecer objetivos de emisión para 2020. De esta manera, estos países refuerzan su compromiso respecto al adquirido tras la ratificación del Protocolo de Kioto.
- Los países que no se consideran del anexo 1 implantarán acciones de mitigación, y mantendrán informados de las mismas al resto de los países; estarán sujetas a mecanismos de medida

internos y proporcionarán, cada dos años, inventarios nacionales al resto de los países. Las acciones que cuenten con apoyo internacional estarán sujetas a una fiscalización más rígida.

- Se reconoce la necesidad de reducir las emisiones derivadas de la deforestación y de la degradación de los bosques, por lo que es necesario promover un mecanismo de incentivos para la movilización de recursos financieros de países de los países más ricos a los más desfavorecidos.
- Se asume un planteamiento amplio, abierto a la creación y utilización de mercados, aumento de la rentabilidad y promoción de las medidas de mitigación.
- Se aportará financiación a los países en vías de desarrollo para favorecer la puesta en marcha de mecanismos de mitigación. El compromiso colectivo se ha valorado en 30.000 millones de dólares en el periodo 2010-2020, equilibrado entre las partidas de adaptación y mitigación (incluye gestión de los bosques). Para el año 2020, se pretenden movilizar conjuntamente 100.000 millones de dólares anuales en cooperación, de diversas fuentes públicas y privadas.
- Un grupo de alto nivel será el responsable de valorar y asesorar la contribución de las diferentes fuentes de financiación al conjunto de los recursos.
- Se establece un mecanismo tecnológico para mejorar las acciones de desarrollo y transferencia de tecnología.
- El Acuerdo de Copenhague será revisado en el año 2016, en el que se valorará la adquisición de nuevos compromisos y la limitación del aumento de la temperatura global en 1,5 °C.



4.1. PRINCIPALES INSTRUMENTOS DE LA POLÍTICA EUROPEA DE CAMBIO CLIMÁTICO

La Unión Europea ha dado serios pasos para la reducción de emisiones de GEI desde los años noventa. En 2000, la Comisión lanzó el primer Programa Europeo de Cambio Climático, que ha dirigido la adopción de numerosas políticas y medidas (por ejemplo, el comercio de emisiones, y legislación específica).



Otro hito significativo es la Decisión 2002/358/CE del Consejo, de 25 de abril de 2002, relativa a la aprobación, en nombre de la Comunidad Europea, del Protocolo de Kioto de la Convención marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, y al cumplimiento conjunto de los compromisos contraídos con arreglo al mismo.

En 2005 vio la luz el segundo Programa Europeo de Cambio Climático, estructurado en cinco grupos de acción: aviación, CO₂ y vehículos privados, secuestro y almacenamiento de carbono, adaptación y sistema de comercio de emisiones (*Emission Trading System*, ETS).

Indudablemente, la actual coyuntura económica mundial tendrá repercusión en la implantación de

las políticas de lucha contra el cambio climático, aunque se espera que su impacto se pueda minimizar.

Se han publicado las siguientes Directivas (o propuestas de Directiva) en relación al cambio climático:



- Directiva 1999/62/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de junio de 1999, relativa a la aplicación de gravámenes a los vehículos pesados de transporte de mercancías por la utilización de determinadas infraestructuras. Existe una propuesta de Directiva que la modifica.
- Directiva 2001/81/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2001, sobre techos nacionales de emisión de determinados contaminantes atmosféricos.
- Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de octubre de 2003, por la que se establece un régimen para el Comercio de Derechos de Emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad y por la que se modifica la Directiva 96/61/CE del Consejo.
- Directiva 2003/96/CE del Consejo, de 27 de octubre de 2003, por la que se reestructura el marco comunitario de imposición de los productos energéticos y de la electricidad.
- Propuesta de Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de enero de 2008, relativa al fomento del uso de la energía procedente de fuentes renovables.
- Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE.

Este paquete de propuestas demuestra que los objetivos de la UE en cambio climático, acordados por los líderes europeos en 2007, no sólo son alcanzables, sino que suponen una importante oportunidad económica para Europa. El objetivo es reducir las emisiones de GEI un 20% y aumentar un 20% la presencia de energías renovables en 2020 (20-20-2020).

Asimismo, se han publicado numerosas comunicaciones sobre este tema por parte de la Comisión Europea, entre las que se pueden citar las siguientes como las más relevantes:

- “Ganar la batalla contra el cambio climático mundial” (2005).

La Unión Europea ha dado serios pasos para la reducción de emisiones de GEI desde los años noventa

Establece la necesidad de una amplia participación en la lucha contra el cambio climático, haciendo hincapié en la colaboración de los países y sectores que no están sujetos a reducción de emisiones, la necesidad de desarrollar tecnologías de bajas emisiones, la generalización de los mecanismos de mercado y la necesidad de adaptarse a los inevitables cambios que produce el cambio climático.

- “Limitar el calentamiento mundial a 2 °C. Medidas necesarias hasta 2020 y después” (2007).

Esta comunicación estaba incluida en un paquete de medidas para establecer una nueva política europea de energía en Europa y comprende un conjunto de acciones para que el mundo pueda limitar el calentamiento global, dirigido tanto a países desarrollados como a aquéllos en vías de desarrollo.

- “Dos veces 20 para 2020. El cambio climático, una oportunidad para Europa” (2008).

Proporciona las medidas para conseguir los siguientes objetivos:

- Reducir al menos un 20% las emisiones de gases de efecto invernadero de aquí a 2020; ese porcentaje podría llegar al 30% en caso de alcanzarse un acuerdo mundial que comprometa a otros países desarrollados a lograr reducciones “comparables de las emisiones y a los países en desarrollo económicamente más avanzados a contribuir adecuadamente en función de sus responsabilidades y capacidades respectivas”.
- Lograr que las energías renovables representen el 20% del consumo energético de la UE en 2020.

- “Hacia la consecución de un acuerdo a gran escala sobre el cambio climático en Copenhague” (2009).

Establece propuestas concretas para alcanzar el objetivo de limitar el aumento de la temperatura global a 2 °C por encima de los niveles preindustriales se consideran tres retos fundamentales:

- Objetivos para países desarrollados y acciones específicas para países en vías de desarrollo.
- La necesidad de considerar la financiación de acciones en países en vías de desarrollo (para reducir emisiones de GEI y para adaptarse al cambio climático).

Se han publicado numerosas comunicaciones sobre este tema por parte de la Comisión Europea

- La necesidad de construir un mercado de carbono global y efectivo.
- Regula, por primera vez, aviación internacional y transporte marítimo (el horizonte temporal para este último es 2015).

4.2. CAMBIOS Y BENEFICIOS DE LA POLÍTICA EUROPEA ACTUAL DE CAMBIO CLIMÁTICO

El paquete de medidas sobre cambio climático y energía que la Unión Europea aprobó en diciembre de 2008 pretende convertir el objetivo 20-20-20 en una realidad, por medio de las siguientes medidas, que entrarán en vigor antes de 2011:



- Hasta 2020, las centrales eléctricas y las industrias que consumen mucha energía deberán reducir sus emisiones un 2% con respecto a 2005; para ello se concederán menos derechos de emisión a través del Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de la Unión Europea.
- En los sectores en los que no hay Comercio de Derechos de Emisión, como el transporte (excepto el aéreo), la agricultura, el tratamiento de residuos y los hogares, hasta 2020 las emisiones deberán reducirse un 10% respecto a 2005; para ello se deberán establecer objetivos nacionales obligatorios, de manera que los países más favorecidos reducirán sus emisiones y los menos desarrollados limitarán su aumento.
- En 2020, el 20% de la energía producida en la Unión Europea será renovable, mediante el establecimiento de objetivos nacionales obligatorios. Al menos el 10% del combustible para transportes en todos los países deberá ser renovable.
- Se impulsará el uso seguro de tecnologías de captura y almacenamiento geológico del carbono,

que podría llegar a eliminar la mayor parte de las emisiones procedentes de combustibles fósiles utilizados por la industria y para generar electricidad.

Estas propuestas aportarán los siguientes beneficios:

- Importante contribución de la Unión Europea a la lucha contra el cambio climático.
- Para el resto del mundo, un ejemplo que puede contribuir a un nuevo acuerdo mundial sobre el clima.
- Mayor seguridad del abastecimiento energético.
- Reducción para 2020 de las importaciones de petróleo y gas en 50.000 millones de euros al año.
- En torno a un millón de puestos de trabajo en el sector europeo de energías renovables para 2020, frente a los 300.000 actuales.
- Ventaja competitiva para Europa gracias a innovaciones significativas en su sector energético.
- Más empleo en industrias relacionadas con el medio ambiente.
- Menos contaminación atmosférica, lo que supone beneficios para la salud y menos gasto en medidas de control.



4.3. LA CONTRIBUCIÓN DE LA POLÍTICA ENERGÉTICA

Las emisiones de gases de efecto invernadero proceden en gran medida del uso y la producción de energía, por lo que la política energética es esencial para cumplir los objetivos de la lucha contra el cambio climático. La acción conjunta en materia de energía no es nueva; la Unión Europea dispone de un marco político energético único

desde hace muchos años. De la misma manera, tampoco es nueva la respuesta conjunta de la Unión Europea ante una crisis energética, ya que existe una política coordinada en materia de reservas estratégicas de petróleo, como consecuencia de la crisis en el suministro que tuvo lugar a principios de la década de los setenta.

Las emisiones de gases de efecto invernadero proceden en gran medida del uso y la producción de energía, por lo que la política energética es esencial para cumplir los objetivos de la lucha contra el cambio climático

Los elementos clave para conseguir una política integrada de energía y cambio climático para Europa, que proporcione suministros energéticos competitivos, sostenibles y seguros e, integrada con buenas prácticas medioambientales, permita reducir las emisiones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero son:

- El incremento de la eficiencia de los mercados de la electricidad y el gas.
- La diversificación en cuanto al suministro de energía consumida en la Unión Europea.
- Una ambiciosa política de energía renovable, a la que ya se ha hecho referencia.
- El ahorro energético en todos los sectores.
- La cooperación internacional.

4.4. EL TRANSPORTE EN LA POLÍTICA EUROPEA DE CAMBIO CLIMÁTICO

En este apartado se resume la situación del transporte en la política europea en términos de la regulación de sus emisiones.

• Situación actual del transporte/transporte aéreo

Tras mencionar por primera vez en el año 2007 la posibilidad de considerar y regular las emisiones del transporte aéreo, seguido por un largo periodo

de trabajo que comenzó con una consulta pública en el año 2005, en enero de 2009 se publicó la Directiva 2008/101/EC para incluir las emisiones del transporte aéreo en el sistema europeo de comercio de emisiones.

• Situación actual del transporte/vehículos ligeros

La Regulación N° 443/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de abril de 2009 establece los requisitos de emisiones para vehículos nuevos como parte del planteamiento de la Unión Europea para reducir las emisiones.



Los elementos principales de esta regulación son:

- El valor medio de emisiones que se pretende conseguir por parte del parque de vehículos es 130 gramos de CO₂ por kilómetro.
- En 2012, el 65% de los vehículos nuevos producidos por cada fabricante debe cumplir con el límite de emisiones establecido, pasando al 75% en 2013, 80% en 2014 y 100% en 2015.
- El fabricante deberá pagar penalizaciones o multas por el exceso de emisiones de los vehículos que produzca, respecto a los valores establecidos, a partir de 2012.
- El objetivo de 95 g/km se ha establecido para 2020; el procedimiento para conseguirlo se establecerá antes de 2013.

• Situación actual del transporte/vehículos pesados

En julio de 2008 se presentó una propuesta de Directiva que modifica la Directiva 1999/62/CE relativa a la aplicación de gravámenes a los vehículos pesados de transporte de mercancías por la utilización de

determinadas infraestructuras (la “Euroviñeta”), que persigue establecer un marco que permita a los Estados miembros calcular y variar los peajes según la contaminación atmosférica y el ruido debido a las emisiones del tráfico, así como según los niveles de congestión en horas punta, con el objetivo final de estimular la compra de vehículos más limpios y mejorar la logística y planificación de rutas. La Directiva del año 1999 ya había sido modificada previamente por la Directiva 2006/38/CE.

• Situación actual del transporte/ferrocarril

No se ha elaborado ninguna regulación específica para el ferrocarril en cuanto a la reducción de sus emisiones.

• Situación actual del transporte/transporte marítimo y fluvial

Comienzan a escucharse indicios de que la navegación será incluida en el sistema de comercio de emisiones en el año 2015.

Gráfico 27. Resumen de la situación de los diferentes modos de transporte en cuanto a la regulación de sus emisiones en el contexto de la Unión Europea.



4.5. EL COMERCIO DE DERECHOS DE EMISIÓN

El Comercio de Derechos de Emisión está definido en el artículo 6 del Protocolo de Kioto, en función del cual la Unión Europea, mediante la Directiva 2003/87/CE, estableció el *European Trading System* (ETS), que entró en vigor el 1 de enero de 2005 y cuyo principal objetivo es establecer un régimen de comercio que favorezca el avance tecnológico y la racionalidad económica en la UE.

Según esta Directiva, se entiende por derechos de emisión: “el derecho de emitir una tonelada de dióxido de carbono o de cualquier otro gas de efecto invernadero equivalente durante un periodo determinado”. La ventaja que tiene la ETS sobre los otros mercados de emisiones existentes, como el japonés o el de Chicago, es que existen compradores y vendedores. Es decir, países como Rusia, Ucrania y Kazajstán son los que venden sus derechos, puesto que no alcanzan los máximos de emisiones permitidos, mientras que otros como España, que los sobrepasan, son compradores.

Se entiende por derechos de emisión: “el derecho de emitir una tonelada de dióxido de carbono o de cualquier otro gas de efecto invernadero equivalente durante un periodo determinado”

A pesar de que todos los sectores regulados (eléctrico, refino de petróleo, cemento, cal, vidrio, cerámica, papel y siderurgia) están obligatoriamente vinculados a este régimen, existen otros difusos (transporte, hogares, etc.) que no están regulados y que son responsabilidad de los diferentes Estados.

Con el objetivo de aplicar esta Directiva, cada país miembro de la Unión Europea elaboró su propio Plan Nacional, en el que se indicaban los derechos de emisión asignados a las diferentes industrias pertenecientes a los sectores regulados, así como el procedimiento de cálculo de los mismos.



En la nueva situación post Kioto, la Unión Europea ha optado por el sistema de subasta gradual (se dan unos derechos gratuitos que se van reduciendo progresivamente) como criterio general de asignación de derechos, de manera que se podrían generar ingresos de 75.000 millones de euros anuales para los Estados miembros, parte de los cuales deberían invertirse en el desarrollo de actuaciones limpias. Los sectores sujetos a deslocalización por carbono tienen una mayor asignación gratuita de derechos de emisión, de manera que se reduzcan las situaciones en las que las empresas trasladen su producción a otros países con menores restricciones medioambientales y específicamente de CO₂.

El proceso de convergencia para conseguir una política global ha sido dilatado y aún queda camino por recorrer, muchas fricciones por reducir y medidas que tomar. Sin embargo, todo lo realizado demuestra que las diferencias de criterio empiezan a ser menores y que todos los países, independientemente del grado de desarrollo y de la ideología política, están concienciados acerca de la grave repercusión económica que supone el cambio climático. A partir de ahora, el desarrollo de la Hoja de Ruta de Bali para establecer los compromisos más allá del año 2012 y la adhesión de los principales países emisores a éstos condicionarán el cumplimiento de los objetivos; los acuerdos de Copenhague de diciembre de 2009 pretendían suponer un hito en la reducción de emisiones, como continuación del Protocolo de Kioto, aunque finalmente sus conclusiones han sido muy inferiores a las esperadas.

En la ratificación del compromiso de la Unión Europea de reducir las emisiones totales medias entre 2008 y 2012 un 8% y la asignación de márgenes para cada país, España fue uno de los más perjudicados, puesto que se comprometió a aumentar sus emisiones un máximo del 15% en relación al año base, lo que resultaba prácticamente incompatible con la convergencia real en términos económicos. El objetivo de cumplir estos objetivos ha exigido y continua exigiendo un notable esfuerzo a todas las partes implicadas, con fuertes implicaciones económicas y sociales.

En la ratificación del compromiso de la Unión Europea de reducir las emisiones, España fue uno de los más perjudicados

5.1. PILARES BÁSICOS DE LA POLÍTICA ESPAÑOLA

Tras el I Plan Nacional de Asignación (2005-2007), el II Plan Nacional de Asignación (2008-2012), enmarcado en el régimen comunitario de Comercio de Derechos de Emisión de GEI y que se aplica coincidiendo con el periodo de compromiso de Kioto, supone una reducción anual del 16,2% respecto a la asignación del Plan 2005-2007 y del 20% respecto a las emisiones producidas por la industria en 2005. En total, se reduce la asignación a las empresas de derechos de emisión hasta 152.659

millones de toneladas/año frente a los 182.175 millones de toneladas/año del periodo 2005-2007.

El Plan de Acción de Techos Nacionales de Emisión para la aplicación del II Programa Nacional de reducción de emisiones responde al cumplimiento de la Directiva 2001/81/CE, sobre techos nacionales de emisión de determinados contaminantes atmosféricos, que obliga a los Estados miembros a evitar que sus emisiones de dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles no metánicos y amoníaco no superen en el año 2010 unos niveles máximos determinados.



El Plan de Acción incluye las siguientes medidas: Estrategia de Movilidad Sostenible, reducción de las emisiones de CO₂ en los motores estacionarios de gas natural, recuperación de vapores en gasolineras, mejora de las estadísticas nacionales en agricultura y medidas para implantar en las Comunidades Autónomas. Asimismo, se incluyen otras acciones complementarias para impulsar el plan de acción, en la industria, el sector de las pinturas y disolventes, la energía, la agricultura y el transporte. En éste último, las acciones se centran en:

- Fomento de la reducción de las emisiones en el sector de la aviación.
- Apoyo de medidas que fomenten la reducción de emisiones aprobadas en el marco del Plan Integral de Automoción.
- Apoyo de medidas para la adquisición de vehículos menos contaminantes en el marco del Plan E.
- Promoción de nuevos criterios más rigurosos en la próxima revisión del Manual de Procedimiento de Inspección de Estaciones de Inspección Técnica de Vehículos.

- Promover el seguimiento de la eficacia de medidas y políticas para la reducción de CO₂ en el tráfico urbano.

En la “Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia”, destaca el transporte como sector difuso en sus áreas de acción, sector que considera bajo una tendencia de crecimiento de emisiones más acentuada. Se establecen los siguientes objetivos y medidas:

Tabla 2. Líneas de acción de la “Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia”.

TÍTULO	OBJETIVO	MEDIDAS
Infraestructuras y planificación territorial	Promover una mayor integración de la planificación territorial y urbanística con la de transporte.	<ul style="list-style-type: none"> • Red ferroviaria de altas prestaciones. • Red de transporte ferroviario de mercancías que garantice la interoperabilidad. • Desarrollo de normativas de movilidad sostenible. • Coordinación de un sistema de indicadores para mostrar la evolución del transporte en España.
	Integrar criterios ambientales en planes, programas y actuaciones de desarrollo del PEIT y posterior seguimiento.	
Cambio modal	Reequilibrar el reparto modal, potenciando los modos más sostenibles.	<ul style="list-style-type: none"> • Impulso a las inversiones en infraestructuras ferroviarias. • Dinamización del mercado del transporte ferroviario. • Puesta en marcha de las autopistas del mar. • Desarrollo de infraestructuras de conexión intermodal de viajeros y mercancías. • Refuerzo del apoyo al transporte colectivo urbano y metropolitano. • Promoción de un marco de actuación coordinada para promover la movilidad no motorizada en entornos urbanos y áreas metropolitanas.
	Impulsar medidas de apoyo al transporte de mercancías por ferrocarril.	
	Aumentar el nivel de integración intermodal del sistema de transporte.	
Eficiencia energética	Limitar el consumo de recursos no renovables y la eficiencia energética de las instalaciones de los servicios de transporte.	<ul style="list-style-type: none"> • Utilización de arquitectura bioclimática y soluciones que reduzcan el consumo de energía en las instalaciones de servicios de transporte. • Utilización de las tecnologías más eficientes en generación eléctrica y térmica en las instalaciones de transporte. • Instalación de elementos de iluminación de bajo consumo y alto rendimiento. • Mejora de la operatividad del transporte aéreo mediante la modernización de los sistemas de control, ayudas a la navegación, sistemas inteligentes y gestión de movimientos en tierra. • Integración gradual de criterios de eficiencia energética en la contratación administrativa de vehículos de parque móvil con carácter público y en flotas de servicios en concesión. • Mejorar la efectividad del etiquetado energético de vehículos. • Programas de formación sobre conducción eficiente.
	Mejorar la eficiencia energética de los diferentes modos de transporte.	

Tabla 2. Líneas de acción de la "Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia". (Cont.)

TÍTULO	OBJETIVO	MEDIDAS
Calidad ambiental	Reducir las emisiones específicas, por unidad transportada, de gases de efecto invernadero y otros contaminantes.	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de una política territorial y de transportes que contribuya a la lucha contra el cambio climático. • Desarrollo de planes y programas para la mejora de la calidad del aire. • Fomento de los Sistemas de Gestión Ambiental. • Utilización de vehículos limpios en las flotas de transporte público urbano. • Aumento de la utilización de vehículos limpios en flotas de vehículos auxiliares en aeropuertos. • Fomento de vehículos energéticamente eficientes y limpios.
Gestión de la demanda	Desarrollar medidas de gestión de la demanda, especialmente destinadas a promover la utilización racional del vehículo privado en ámbitos urbanos.	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporar objetivos de movilidad sostenible en la planificación urbana. • Puesta en marcha de Planes de Movilidad para grandes empresas, Administraciones públicas, entes... • Promoción de mayores índices de ocupación del vehículo privado. • Incorporación de criterios ambientales en el impuesto de matriculación. • Desarrollo de políticas de gestión y tarificación del aparcamiento en las ciudades.

Estrategia Española de Movilidad Sostenible

Establece un conjunto de directrices en cinco áreas:

ÁREAS	MEDIDAS
Territorio, planificación del transporte y sus infraestructuras	<ul style="list-style-type: none"> • Potenciar el urbanismo de proximidad. • Vincular la planificación urbanística con la oferta de transporte público. • Plataformas logísticas. • Red ferroviaria de altas prestaciones. • Itinerarios ferroviarios preferentes para mercancías. • Nuevas terminales ferroviarias de mercancías. • Autopistas del mar y transporte marítimo de corta distancia. • Ajustar los sistemas de transporte a la demanda en zonas de baja densidad de población. • Estudio de evaluación de la movilidad generada. • Directrices de adecuación en el medio urbano y metropolitano: implantar planes de movilidad sostenible. • Cercanías ferroviarias. • Accesos y servicios de transporte público a las terminales de los diferentes modos de transporte. • Plataformas reservadas para el transporte público y vehículos de alta ocupación. • Modos no motorizados. • Planes de movilidad urbana sostenible. • Planes de movilidad para empresas y polígonos industriales o empresariales. • Limitación de la velocidad en las vías de acceso a las grandes ciudades. • Sistemas inteligentes de transporte. • Administración electrónica, teletrabajo y comercio electrónico.

ÁREAS	MEDIDAS
Cambio climático y reducción de la dependencia energética	<ul style="list-style-type: none"> • Priorizar el transporte público. • Servicios de transporte público de viajeros. • Medidas operacionales para el transporte aéreo. • Vehículo privado limpio y eficiente. • Eficiencia energética y servicios públicos de transporte. • Nuevas tecnologías en sistemas de tracción y motores y combustibles alternativos. • Biocarburantes. • Promoción de la conducción eficiente. • Etiquetado energético.
Calidad del aire y del ruido	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas con limitación de velocidad para vehículos. • Establecimiento de zonas de bajas emisiones en las ciudades. • Diseño de mapas de ruido. • Elaboración de planes de acción para reducir el ruido ambiental.
Seguridad y salud	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora de la seguridad vial. • Mejora de la seguridad ferroviaria. • Mejora de la seguridad marítima. • Mejora de la seguridad de la aviación civil y de los aeropuertos. • Mejora de la seguridad común a todos los modos. • Mejora de la accesibilidad para las personas con movilidad reducida.
Gestión de la demanda	<ul style="list-style-type: none"> • Aparcamientos disuasorios del vehículo privado e incentivos del uso del transporte público. • Desarrollo e implantación de medidas coercitivas para la mejora de la sostenibilidad en el transporte. • Promover medidas económicas que incentiven la utilización del transporte público. • Promover en el ámbito de la UE una fiscalidad que favorezca comportamientos ambientalmente sostenibles. • Apoyo a la promoción de la introducción de consideraciones de sostenibilidad en la fiscalidad sobre vehículos y carburantes en el ámbito de la UE. • Utilización del coche multiusuario o el coche compartido. • Información al ciudadano.

Plan de Acción 2008-2012 de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio)

Se incluyen numerosas medidas y su valoración.

Tabla 3. Líneas del "Plan de Acción 2008-2012 de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España".

OBJETIVO	MEDIDAS	ELEMENTOS
Cambio modal	Planes de movilidad urbana.	<ul style="list-style-type: none"> • Intercambiadores modales. • Regulación y pago del estacionamiento. • Pago por el uso de infraestructuras. • Áreas con restricción al tráfico. • Fomento de la movilidad a pie y en bicicleta. • Oferta de mayor calidad de medios colectivos. • Servicios de transportes flexibles, adaptados a la demanda. • Centros logísticos para regular la carga y la descarga. • Teletrabajo. • Coche compartido.
	Planes de transporte en empresas y centros de actividad.	<ul style="list-style-type: none"> • Autobuses de empresas o autobuses lanzadera a intercambiadores o estaciones de metro o tren. • Coche compartido. • Promoción de la bicicleta y marcha a pie. • Nueva política de aparcamiento. • Adecuación de sistemas de transporte colectivo.
	Mayor participación de medios colectivos en el transporte por carretera.	<ul style="list-style-type: none"> • Nuevos intercambiadores modales. • Corredores específicos para transporte colectivo.
	Mayor participación del ferrocarril en el transporte interurbano.	
	Mayor participación del modo marítimo en el transporte de mercancías.	
Uso más eficiente de los medios de transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión de infraestructuras de transporte. • Gestión de flotas de transporte por carretera. • Gestión de flotas de aeronaves. • Conducción eficiente del vehículo privado, camiones y autobuses. • Conducción eficiente en el sector aéreo. 	
Mejora de la eficiencia energética de los vehículos	<ul style="list-style-type: none"> • Renovación de flotas de transporte por carretera. • Renovación de la flota aérea. • Renovación de la flota marítima. • Renovación del parque de turismos. 	

Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Oficina Española del Cambio Climático (2006)

El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático se configura como el marco para la coordinación entre Administraciones Públicas para las actividades de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.

En el apartado de Transportes, establece que "las evaluaciones generales indican que el sector del transporte no se vería muy afectado por una

subida de las temperaturas del orden de magnitud previsto. Sin embargo, sí podría verse afectado por un cambio en la estructura de las precipitaciones o en el régimen de los vientos o la frecuencia de fenómenos como las nieblas. Si los cambios en estas variables son importantes, sería necesario introducir modificaciones en las obras de infraestructura: nuevas orientaciones de algunas pistas de aterrizaje y despegue, nuevos criterios para el diseño de puentes, etc. En las evaluaciones de impactos, vulnerabilidad y adaptación en los transportes habrá que tener en consideración los efectos de las políticas de mitigación en el sector. En el ámbito portuario una subida del nivel del mar y la modificación en el régimen de lluvias, vientos, oleaje, etc., podría tener numerosos impactos”.

El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático se configura como el marco para la coordinación entre Administraciones Públicas para las actividades de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático

Según este contexto, figura como Línea de actuación del Plan Nacional de Adaptación en el sector transporte la realización de “cartografía de los impactos previstos para los sectores terrestre, aéreo y marítimo, relativos a las infraestructuras y a las operaciones y seguridad de los transportes”.

5.2. COMPROMISO ESPAÑOL DE REDUCCIÓN DE EMISIONES

El reto de España es muy importante, ya que, a pesar de que las emisiones per cápita se sitúan por debajo de la media europea, en 2005 sus emisiones de CO₂ ya se situaban un 52,2% por encima de las del año 1990 y era el país de la UE que más alejado estaba del cumplimiento de los compromisos adquiridos. El Plan Nacional de Asignaciones 2005-2007 fijó como objetivo inicial que las emisiones de España en el periodo 2005-2007



se estabilizaran en la media de las de los tres últimos años disponibles (2000-2002) y estableció un incremento adicional del 3,5% en los sectores a los que se aplica el mercado de emisiones para los incrementos de actividad y nuevos entrantes. En el Plan Nacional de Asignaciones 2008-2012 se establece un esfuerzo de reducción adicional, de tal manera que, al final de dicho periodo, las emisiones nacionales de gases de efecto invernadero no debieran sobrepasar más allá de un 37% de las del año base. Esta cifra se obtiene de la suma al objetivo de la limitación del Protocolo de Kioto (+15%), la estimación de absorción por sumideros (un máximo de un 2%) y los créditos que se obtendrán por la utilización de los mecanismos de flexibilidad (20%).

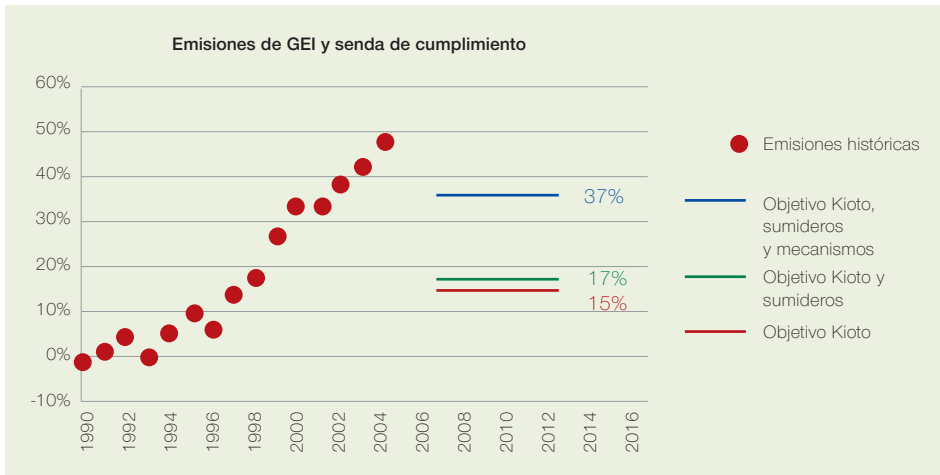
Las previsiones para el periodo 2008-2012 vaticinan un incremento de emisiones del 50%, con diferentes contribuciones por parte de los sectores: se estima que los sectores difusos, en particular el transporte y el residencial, experimenten un crecimiento más acentuado. A la vista de estos datos, el Gobierno ha establecido para el periodo 2008-2012 el objetivo de conseguir que las emisiones totales de España no superen un incremento del 37% respecto a las emisiones del año base.

El Plan Nacional de Asignación 2008-2012 es actualmente el marco para los sectores regulados, mientras que para los sectores difusos (transporte, residencial, comercial e institucional, agrario, residuos y gases fluorados), la propia Estrategia especifica los objetivos que deben alcanzarse, así como las medidas para conseguirlo y los indicadores de medición de los resultados; estos sectores se enmarcan, asimismo,

en el objetivo de no superar un 37% respecto al año base.

El siguiente gráfico hace referencia a la participación esperada de los sumideros de carbono en el volumen de emisiones en el periodo 2008-2012:

Gráfico 28. Emisiones de gases de efecto invernadero y senda de cumplimiento.



Fuente: Plan de Asignación 2008-2012.

5.3. LOS MECANISMOS DE FLEXIBILIDAD EN ESPAÑA

5.3.1. Mecanismos de Desarrollo Limpio y de Aplicación Conjunta

España, para alcanzar su objetivo de adquisición de créditos de carbono en los mercados internacionales, ha realizado una fuerte apuesta a favor de los Mecanismos de Desarrollo Limpio, en especial en América Latina, y en particular dando preferencia a la elección de proyectos energéticos y de gestión sostenible de los residuos. Esta apuesta se ha articulado a través de las siguientes iniciativas:

• Los fondos de carbono

España ha firmado un acuerdo con el Banco Mundial con la finalidad de obtener 40 millones de toneladas de CO₂ a partir del año 2005. El objetivo que se persigue con esta inversión pública es doble: por un lado, la obtención de unidades de carbono, de manera eficiente en cuanto a los costes, para facilitar el cumplimiento de su objetivo en el Protocolo de Kioto; y por otro, contribuir al desarrollo sostenible de los países receptores de la inversión a través de la transferencia de tecnologías limpias. El acuerdo cubre tres ámbitos: Fondo Español del Carbono, participación en fondos multidonantes y aportación al programa de asistencia técnica del Banco Mundial.

España, para alcanzar su objetivo de adquisición de créditos de carbono en los mercados internacionales, ha realizado una fuerte apuesta a favor de los Mecanismos de Desarrollo Limpio, en especial en América Latina

Asimismo, el Gobierno de España ha firmado acuerdos similares con la Corporación Andina de Fomento, el Banco Europeo de Inversiones, el Banco Europeo de Reconstrucción y Desarrollo y el Banco Asiático de Desarrollo.

• Asistencias técnicas

Existen instrumentos financieros de colaboración como los Fondos de Estudio de Vialidad (FEV) bilaterales, los fondos de consultoría en las instituciones financieras multilaterales y el mencionado fondo de asistencia técnica del Banco Mundial.

• Mecanismos de financiación adicional

Se pueden distinguir los créditos de ayuda al desarrollo (dirigidos a proyectos de mecanismo de desarrollo limpio), líneas del Instituto de Crédito Oficial (ICO), líneas de financiación de la Compañía Española de Financiación al Desarrollo (COFIDES) y

acuerdos del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

- **Colaboración de la Administración General del Estado con las empresas interesadas en proyectos de Mecanismos de Desarrollo Limpio y de Aplicación Conjunta**



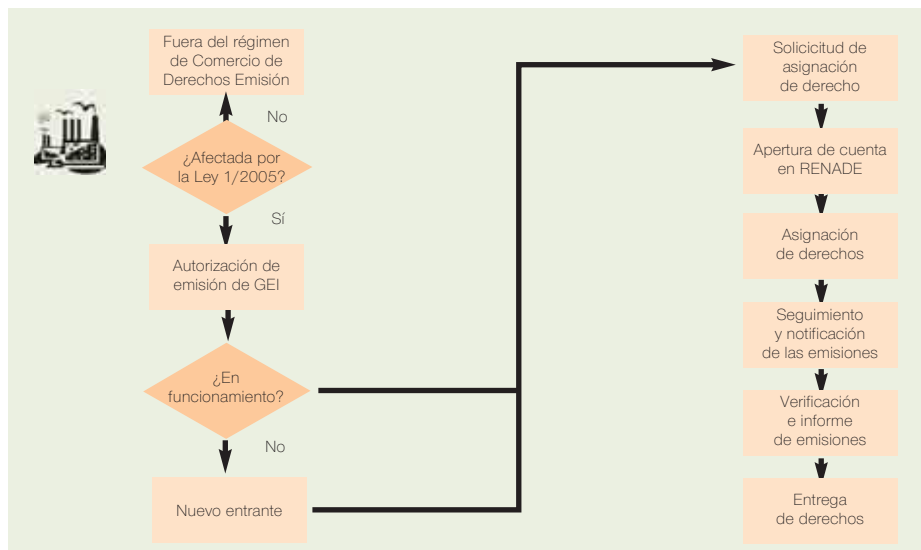
Esta colaboración ha dado como primer fruto la publicación de la *Guía española para la utilización de los mecanismos basados en proyectos del Protocolo de Kioto*. El objetivo del Gobierno es aprovechar el tejido empresarial español para facilitar la transferencia de tecnologías españolas a través de Mecanismos de Desarrollo Limpio y de Aplicación Conjunta, al tiempo que se maximizan retornos de nuestras contribuciones y se les facilita cumplir sus compromisos de reducción de emisiones.

5.3.2. Comercio de Derechos de Emisión

En el caso particular de España, se aprobó la Ley 1/2005 por la que se crea y regula un régimen de Comercio de Derechos de Emisión de gases de efecto invernadero en España, naciendo así el Plan Nacional de Asignaciones, que se divide en los periodos: 2005-2007, 2008-2012. En cada uno de los planes se determina el volumen total de derechos que se va a asignar, así como la metodología de cálculo y las medidas de los sectores no afectados por el Comercio de Derechos de Emisión.

En la actualidad, este régimen afecta a casi 1.100 instalaciones y un 45% de las emisiones totales nacionales de todos los gases de efecto invernadero.

Gráfico 29. Funcionamiento del régimen de Comercio de Derechos de Emisión.



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino.

El seguimiento y verificación de las emisiones constituye un elemento clave en el diseño de todo régimen de Comercio de Derechos de Emisión. Mediante este mecanismo se determina cuáles han sido las emisiones de cada una de las instalaciones afectadas y, por tanto, qué cantidad de derechos de emisión deben entregar. Este sistema, aplicado de manera rigurosa, permite garantizar que no se producen emisiones al margen de la obligación de entrega.

5.4. Los sumideros de carbono en España

El Protocolo de Kioto contempla la posibilidad de considerar los bosques como sumideros de carbono mediante el incremento de la superficie forestal a través de los procesos de reforestación y forestación, la conservación y mejora de la superficie forestal, la mejora de la capacidad

de captación de CO₂ de los sistemas forestales mediante la mejora de su eficiencia en términos de biomasa, a través de actuaciones selvícolas, siempre cumpliendo el principio de una gestión forestal sostenible.

El Plan Forestal Español se ha desarrollado en esta línea, persiguiendo el objetivo de ampliación de la superficie arbolada con fines de protección, y, al mismo tiempo, incrementado la fijación de carbono en la biomasa forestal para contribuir a paliar las causas del cambio climático.



Se establece en este plan que las actuaciones de repoblación forestal en el marco de la restauración hidrológico-forestal, que incluyen tanto labores de forestación como de reforestación sobre un total de 3.800.000 hectáreas de cubierta vegetal. Asimismo, se estima que se puede incrementar un 20% la actual capacidad de fijación de carbono en el área objeto de actuaciones de claros, claras y densificación de áreas desarboladas. En el contexto del Plan Forestal Español, el carbono fijado como consecuencia de las actividades de reforestación previstas se estima en unos 205 millones de toneladas de CO₂, fijados a lo largo de 30 años.

5.5. RESUMEN DE COMPROMISOS MUNDIALES, EUROPEOS Y ESPAÑOLES DE REDUCCIÓN DE EMISIONES

En la siguiente tabla figuran los compromisos de reducción de emisiones adoptados en diferentes acuerdos, según el contexto:

Tabla 4. Compromisos de reducción de emisiones.

	MUNDO	UNIÓN EUROPEA	ESPAÑA
Objetivo global de reducción de emisiones de CO ₂ (periodo)	5,2%	8%	Crecimiento del 15%, que puede llegar al 37% con medidas compensatorias.
Periodo y referencia	2008-2012 Referencia: niveles de 1990	2008-2012 Referencia: niveles de 1990	2008-2012. Referencia: niveles de 1990
Establecido en...	Protocolo de Kioto (2007)	Directive of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of energy from renewable Sources (2008)	Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia

Capítulo 6

SOLUCIONES PARA AMORTIGUAR O REDUCIR EL EFECTO DEL TRANSPORTE EN EL CAMBIO CLIMÁTICO

En este capítulo se incluyen un conjunto de soluciones que se pueden plantear para la reducción, o al menos estabilización, de las emisiones del transporte y del impacto que éstas tienen en el cambio climático.



Para cada una de las soluciones contempladas, se ha considerado el siguiente esquema en la provisión de información:

- Descripción de la medida y experiencias previas.
- Potencialidad de reducción de emisiones de CO₂ o del impacto del transporte en el cambio climático (en general, será un indicador de reducción de emisiones, siempre que este dato esté disponible).
- Viabilidad de su aplicación, apartado en el que se hace referencia a las posibles dificultades que pueden surgir en la implantación de la medida, debido a su grado de desarrollo, necesidad de avanzar en investigación, repercusión social, requisitos en cuanto a la modificación de marcos legales, volumen de costes, etc., o grado de implantación, en su caso.
- Referencias a experiencias previas de la medida formulada, si existen, y otras fuentes de información.

6.1. MEDIDAS PARA REDUCIR EL IMPACTO DEL TRANSPORTE EN EL CAMBIO CLIMÁTICO

6.1.1. Gestión de la demanda de transporte

MEDIDA	IMPOSICIONES FISCALES AL COMBUSTIBLE
Descripción	<p>El establecimiento de mayores cargas fiscales al combustible, de manera que se penalice a aquellos usuarios que más contaminan (bajo el principio "el que contamina paga") supone una medida efectiva para reducir el impacto de los combustibles más contaminantes; sin embargo, es preciso tener en cuenta las implicaciones sociales, ya que los usuarios de vehículos más antiguos que no estén en condiciones de adquirir vehículos nuevos menos contaminantes, y que no puedan reducir sus viajes se verán nuevamente entre los más perjudicados.</p> <p>En otros modos de transporte, se están analizando las imposiciones fiscales al queroseno de la aviación, combustible para la navegación y energía eléctrica y combustible en el transporte ferroviario.</p>
Potencialidad	<p>Reducción de emisiones de CO₂ estimada en menos del 5% de las emisiones totales del transporte.</p> <p>Fuente: Pour une régulation durable du transport routier de marchandises: Transport routier de marchandises et gaz à effet de serre; Centre d'analyse stratégique.</p>
Viabilidad de su aplicación	<p>La fiscalidad del combustible supone, en algunos casos, como el transporte por carretera, más de la mitad del precio total de venta, por lo que cualquier medida dirigida a aumentar las imposiciones fiscales deberá ser cuidadosamente analizada y probablemente irá acompañada de un fuerte rechazo social; en concreto, será especialmente mal recibida por algunos sectores como el del transporte por carretera.</p>
Referencias	<p>Pour une régulation durable du transport routier de marchandises: Transport routier de marchandises et gaz à effet de serre; Centre d'analyse stratégique, Avril 2008.</p>

MEDIDA	IMPOSICIONES FISCALES AL VEHÍCULO
Descripción	<p>El 1 de enero de 2008 entró en vigor en España el nuevo impuesto de matriculación, que exige de pagar esta tasa a los coches menos contaminantes (aquellos que emiten menos de 120 gramos de CO₂ por kilómetro recorrido); para el resto de los vehículos, se establecen tres escalones para el pago: 4,75% para los vehículos que emiten entre 120 y 160 gramos de CO₂ por kilómetro recorrido, 9,75% para los que emiten entre 160 y 200 gramos y 14,75% para los que emiten más de 200 gramos de CO₂ por kilómetro. Experiencias similares se han implantado en otros países.</p> <p>El objetivo de esta medida es penalizar a los vehículos más contaminantes para aproximarse al compromiso de la Unión Europea de reducción de emisiones por kilómetro de los vehículos nuevos.</p>
Potencialidad	<p>Aunque no existen datos oficiales, algunas asociaciones del sector estiman que el nuevo impuesto de matriculación reducirá las emisiones de CO₂ derivadas de los vehículos en torno a un 5% en 2008 en España.</p> <p>Otras fuentes europeas estiman una reducción del 2-5% de las emisiones de CO₂.</p> <p>Fuente: Pour une régulation durable du transport routier de marchandises: Transport routier de marchandises et gaz à effet de serre; Centre d'analyse stratégique.</p>
Viabilidad de su aplicación	<p>Además de España, países como Austria, Bélgica, Chipre, Dinamarca, Francia, Holanda, Italia, Luxemburgo, Portugal, Reino Unido y Suecia ya han establecido sistemas de fiscalidad ligados a las emisiones de CO₂.</p>
Referencias	<p>Pour une régulation durable du transport routier de marchandises: Transport routier de marchandises et gaz à effet de serre; Centre d'analyse stratégique, Avril 2008.</p>

MEDIDA	FIJACIÓN DEL PRECIO POR UTILIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA
Descripción	Las herramientas de fijación de precios de las infraestructuras permiten una mayor modulación del coste del transporte. Para ser óptima, la tarificación debe estar ligada a la longitud del trayecto, eficacia energética y ambiental de los vehículos, congestión, orografía del terreno y tipo de zona o periodo durante el que se produce el desplazamiento. La Directiva conocida como "Euroviñeta" es un ejemplo de esta medida (Directiva 199/62/CE, 2006/38/CE y propuesta de modificación del año 2008).
Potencialidad	Reducción de emisiones de CO ₂ estimada en menos del 5% de las emisiones totales del transporte. Fuente: Pour une régulation durable du transport routier de marchandises: Transport routier de marchandises et gaz à effet de serre; Centre d'analyse stratégique. El esquema de Londres de pago por congestión (London congestion charge) supuso una reducción del tráfico del 18% y una reducción de las emisiones de CO ₂ del 20%; en el caso del peaje de Estocolmo, las emisiones de CO ₂ se redujeron un 13%. Fuente: Transport for London, 2005 y Stockholmsforsoket 2005-2006.
Viabilidad de su aplicación	Algunos sistemas de pago por uso de infraestructuras han provocado un fuerte rechazo social por la desigualdad de oportunidades que puede generar (es el caso de los sistemas de tarificación de países del centro de Europa, que perjudican notablemente a los transportistas de los países más periféricos, como España). Un sistema de estas características debe plantearse desde la perspectiva de la equidad social en todo el territorio. La tecnología para un sistema global de pago por uso de la infraestructura que tenga en cuenta los factores mencionados y otros (por ejemplo, el día u hora de uso del vehículo) ya está disponible a través de tecnología DSRC (Dedicated Short Range Communication) y podrá optimizarse con la entrada en servicio de los sistemas de navegación por satélite como EGNOS y Galileo.
Referencias	<ul style="list-style-type: none"> • Pour une régulation durable du transport routier de marchandises: Transport routier de marchandises et gaz à effet de serre; Centre d'analyse stratégique, Avril 2008. • Transport for London, 2005. • Stockholmsforsoket.se

MEDIDA	FIJACIÓN DE PRECIOS A LAS EMISIONES
Descripción	El Comercio de Derechos de Emisión supone ya una experiencia real en el mundo de la fijación de precios a las emisiones, tras la aprobación de la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo por la que se establece el Comercio de Derechos de Emisión y su trasposición al ordenamiento jurídico español por medio del Real Decreto Ley 5/2004; este Real Decreto dio lugar a la Ley 1/2005, que instaura en España un régimen comunitario de Comercio de Derechos de Emisión a partir del 1 de enero de 2005. La publicación de la Directiva 2008/101/EC en enero de 2009 permite incluir las emisiones del transporte aéreo en el sistema europeo de comercio de emisiones; asimismo, se prevé que el transporte marítimo y fluvial sea incluido en el sistema de comercio de emisiones en el año 2015.
Potencialidad	No se han definido porcentajes estimados de reducción de emisiones en la Directiva 2008/101/EC ni en los documentos relacionados.
Viabilidad de su aplicación	El camino de la aviación, seguido en el corto plazo por el de la navegación, hace pensar en una integración futura de todos los modos de transporte en un sistema de fijación de precios a las emisiones. Las dificultades para asignar la fuente de emisión en el transporte internacional y el rechazo de sectores clave en la economía, han supuesto, entre otros, elementos de un difícil camino que ha culminado con la Directiva 2008/101/EC, camino que se prevé que sigan otros modos de transporte.
Referencias	<ul style="list-style-type: none"> • Directiva 2008/101/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, por la que se modifica la Directiva 2003/87/CE con el fin de incluir las actividades de aviación en el régimen comunitario de Comercio de Derechos de Emisión de gases de efecto invernadero.

MEDIDA	LIMITACIONES DEL TRANSPORTE EN ÁREAS SENSIBLES
Descripción	<p>Una medida que no hay que excluir a largo plazo es limitar el volumen de los corredores de transporte en algunas áreas sensibles, dependiendo de la capacidad de tolerancia del entorno, como ya se practica en Austria para el cruce del paso de Brenner por los camiones, o en otra área del transporte, la limitación del número de vuelos permitidos en Orly. Los términos y consecuencias de esta limitación, naturalmente, deben ser estudiados cuidadosamente.</p> <p>En particular, para ser económicamente eficiente, esta limitación podría dar lugar a una asignación de derechos de paso a la subasta, de manera que los compradores son aquellos para los cuales la transición sería más útil.</p>
Potencialidad	<p>Se estima que la limitación de paso a vehículos pesados a zonas de la ciudad de Praga ha permitido reducir más de 1.650 toneladas de CO₂ anuales.</p> <p>Fuente: Success stories within the road transport sector on reducing greenhouse gas emissions and producing ancillary benefits. European Environmental Agency, 2008.</p>
Viabilidad de su aplicación	<p>Hoy en día, la sociedad está preparada, en términos generales, para asumir limitaciones en el transporte en áreas de especial sensibilidad, si se le transmite adecuadamente la existencia de un problema y la necesidad de encontrar una solución, siempre y cuando se le ofrezcan alternativas razonables.</p> <p>La protección de zonas de especial sensibilidad es una necesidad a la que se debe dar solución desde un principio de transparencia.</p>
Referencias	Datos no disponibles.

MEDIDA	MEJORA DE LA PLANIFICACIÓN DEL TERRITORIO
Descripción	<p>Otro factor para cambiar la demanda de transporte es la integración de la política de transporte y la planificación territorial. Esto es particularmente eficaz en el caso de desarrollos urbanos para optimizar la accesibilidad del transporte público y reducir la demanda de transporte individual.</p> <p>Asimismo, el uso del suelo desempeña un papel importante en la planificación del transporte de viajeros y mercancías. Las políticas de uso del suelo por sí solas resultan insuficientes para controlar las emisiones de CO₂, pero puede desempeñar un papel importante si se combinan con estrategias de cambio modal y el fomento del transporte público, entre otros.</p>
Potencialidad	<p>La combinación de estrategias adecuadas de planeamiento urbano y aumento de transporte público podría provocar una reducción entorno al 7 – 10% de las emisiones de CO₂ provocadas por el sector del transporte.</p> <p>Fuente: Pour une régulation durable du transport routier de marchandises: Transport routier de marchandises et gaz à effet de serre; Centre d'analyse stratégique, Avril 2008.</p> <p>Considerar conjuntamente la planificación urbanística y la de transporte puede reducir las emisiones del transporte en un 3% hasta 2015 y un 5% hasta 2030 (año de origen 2003).</p> <p>Fuente: Reducing Greenhouse Gas Emissions from US Transport. Pew Center for Global Climate Change, 2003.</p>
Viabilidad de su aplicación	<p>En el diseño de nuevas áreas urbanas o nuevos barrios, la planificación del uso del suelo y del transporte público desempeña actualmente un papel clave. Dificultades mayores aparecen cuando se trata de modificar el panorama del transporte en áreas urbanas consolidadas, en las que una deficiente planificación suele generar problemas graves de transporte y convivencia.</p>
Referencias	<ul style="list-style-type: none"> • Pour une régulation durable du transport routier de marchandises: Transport routier de marchandises et gaz à effet de serre; Centre d'analyse stratégique, Avril 2008.

6.1.2. Modificación del reparto modal

MEDIDA	PLANES DE MOVILIDAD SOSTENIBLE EN EL ENTORNO URBANO
Descripción	<p>Los planes de movilidad urbana son actuaciones integrales que ponen en marcha los responsables municipales para conseguir una movilidad más eficiente desde el punto de vista energético y menos contaminante, además de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.</p> <p>Dada la complejidad de la movilidad urbana y todas sus implicaciones, el proceso de mejora de la eficiencia del transporte en este ámbito debe ser tratado de modo integral. En los planes de movilidad urbana, se deben incluir no sólo las políticas de oferta de mejores medios de transporte colectivo, sino también la regulación en la utilización del vehículo privado, sobre todo el de baja ocupación. Asimismo, deben tenerse en cuenta criterios de urbanismo, estacionamiento e infraestructuras que no potencien el aumento de tráfico en zonas sensibles.</p> <p>La elaboración de un plan de movilidad sostenible requiere una metodología de participación y concienciación social, publicidad y educación por parte de las autoridades locales, análisis detallados de la situación inicial y de las propuestas, implantación progresiva de las medidas con evaluación de resultados, y realizaciones piloto, educativas y promocionales.</p> <p>Entre los elementos que forman parte de un plan de movilidad urbana, tanto organizativos como de infraestructuras, se incluyen los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Intercambiadores modales. • Estacionamientos disuasorios. • Regulación y pago del estacionamiento. • Pago por el uso de infraestructuras. • Áreas con restricción al tráfico. • Fomento de la movilidad a pie y en bicicleta. • Oferta de mayor calidad de medios colectivos. • Servicios de transporte flexibles, adaptados a la demanda. • Centros logísticos para regular la carga y descarga. • Teletrabajo. • Centros de coche compartido. <p>Asimismo, se pueden promover otras iniciativas relacionadas con la mejora de la eficiencia del transporte, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En horas de congestión, en entornos urbanos, se podría plantear la utilización de los carriles exclusivos para autobuses también por vehículos de alta ocupación. • De la misma manera, en zonas urbanas en horas de congestión, las plataformas específicas para tranvías podrían ser utilizadas por otros vehículos. • Plantear la reducción de servicios de transporte colectivo de baja ocupación (por ejemplo, el cierre parcial del servicio de metro nocturno cuando se constate una ocupación inferior al 10% de la capacidad).
Potencialidad	<p>Según el Plan de Acción 2008-2012 de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España, la implantación de planes de movilidad urbana en ciudades de más de 50.000 habitantes en España supondrá un ahorro de más de 16 millones de toneladas de CO₂ entre 2008 y 2012.</p> <p>En un estudio realizado en el año 2008 en Estados Unidos, se estimaba que la implantación de un sistema de fomento del transporte público a medida del tamaño y configuración de cada una de las ciudades, con una inversión aproximada de más de 130.000 millones de dólares de implantación y 100.000 millones de dólares anuales en explotación, con una finalización del programa prevista para 2030, podría suponer una reducción de las emisiones de carbono de más de 140 toneladas por año a partir del año 2020 (aproximadamente el 8% de todas las emisiones totales del transporte).</p>
Viabilidad de su aplicación	<p>Los planes de movilidad sostenible son ya una realidad en numerosos entornos urbanos.</p>
Referencias	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de Acción 2008-2012 de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España. • Changing the way America moves: creating a more robust economy, a smaller carbon footprint and energy independence. American Public Transportation Association, 2009.

MEDIDA	PLANES DE TRANSPORTE EN EMPRESAS Y CENTROS DE ACTIVIDAD
Descripción	<p>Los planes de transporte en empresas o centros de actividad (polígonos industriales, hospitales, centros educativos, etc.) son actuaciones organizativas, acompañadas de dotación de infraestructuras, promovidas por los centros de actividad con el apoyo de la Administración, para conseguir un cambio en el modelo de desplazamientos a/desde el centro de trabajo: desde el modelo actual basado en la predominancia del vehículo turismo hacia otro basado en una mayor utilización de los medios colectivos y en el aumento del índice de ocupación del vehículo privado.</p> <p>La elaboración de un plan de transporte requiere un estudio inicial, para conocer, entre otros, la forma de desplazarse de todos los trabajadores, la política del centro de actividad en cuanto a transporte de trabajadores y estacionamiento de vehículos, y la infraestructura de transporte público que da servicio al centro. Posteriormente, han de ponerse en marcha las actuaciones del plan, orientadas a aumentar la eficiencia energética de los desplazamientos como consecuencia de un menor uso del coche privado. Las actuaciones típicas de un plan de transporte incluyen, entre otras:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Autobuses de empresa o autobuses lanzadera a intercambiadores o estaciones de metro o tren. • Coche compartido. • Promoción de la bicicleta y la marcha a pie. • Nueva política de aparcamiento que no facilite la utilización del vehículo privado. • Adecuación de los sistemas públicos de transporte colectivo.
Potencialidad	<p>Según el Plan de Acción 2008-2012 de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España, la implantación de planes de transporte en empresas y centros de actividad de más de 200 trabajadores, supondría un ahorro de más de 5 millones de toneladas de CO₂ entre 2008 y 2012.</p>
Viabilidad de su aplicación	<p>Si bien se trata de una medida muy positiva para mejorar el transporte en las áreas urbanas y peri-urbanas, la realidad de las empresas hace que en muchas de ellas no sea posible plantear un plan de transporte específico. La agrupación de entidades con localizaciones comunes (por ejemplo, a través de organizaciones de polígonos industriales o parques empresariales) supone una alternativa de aplicación que no siempre es posible plantear. Por lo tanto, es una solución que no es de aplicación general.</p>
Referencias	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de Acción 2008-2012 de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España.

MEDIDA	POTENCIAR EL TRANSPORTE FERROVIARIO DE MERCANCIAS
Descripción	<p>El aumento de la cuota de mercado del ferrocarril en el transporte de mercancías ha sido un objetivo prioritario de la política europea de transportes desde hace varios años, así como de la política española, reflejada en el contexto actual en el Plan Estratégico de Infraestructuras de Transportes (PEIT).</p> <p>En el contexto europeo, la necesidad de descongestionar el transporte de mercancías por carretera que, unido al transporte marítimo, suponen un elevadísimo porcentaje del total de mercancías transportadas, ha llevado a promover numerosas medidas, recogidas en los llamados "Paquetes ferroviarios" para potenciar el transporte de mercancías por ferrocarril, liberalizar el mercado y conseguir la modificación del reparto modal.</p> <p>Lo cierto es que tras numerosas medidas legislativas y subvenciones, no se ha producido el esperado cambio en el reparto modal, ni a escala europea, en términos generales, ni en España, cuya política ha seguido los pasos marcados por la Unión Europea.</p> <p>Es necesaria una renovación del transporte ferroviario para conseguir potenciar el transporte de mercancías por este modo, descongestionando así las carreteras y reduciendo los impactos negativos que se generan.</p> <p>En la Unión Europea se han planteado algunas "autopistas ferroviarias" para el transporte de mercancías, que se pueden considerar como casos de estudio para generalizar su aplicación en el futuro, si sus resultados son favorables. Entre los ejemplos, cabe citar la autopista ferroviaria alpina que ofrece cuatro lanzaderas diarias entre Aiton y Orbassano (2003), la línea Perpiñán-Bettembourg (2007) y la autopista ferroviaria atlántica Eco-Fret (prevista para 2016).</p>
Potencialidad	<p>Se estima que la modificación del reparto modal podría dar lugar a reducciones de emisiones de CO₂ próximas al 10% de las emisiones totales del transporte.</p> <p>Fuente: Pour une régulation durable du transport routier de marchandises: Transport routier de marchandises et gaz à effet de serre; Centre d'analyse stratégique, Avril 2008.</p>
Viabilidad de su aplicación	<p>Existen experiencias positivas en otros países, que hacen presagiar que otro modelo de transporte ferroviario de mercancías es posible: las cuotas de mercado suponen casi el 40% en Estados Unidos, Australia y Rusia, y alcanza casi el 50% en China (países con unas dimensiones, geografía y demografía muy diferente a la de España).</p>
Referencias	<ul style="list-style-type: none"> • Pour une régulation durable du transport routier de marchandises: Transport routier de marchandises et gaz à effet de serre; Centre d'analyse stratégique, Avril 2008.

MEDIDA	POTENCIAR LAS AUTOPISTAS DEL MAR
Descripción	<p>Sobre el mismo principio de las autopistas ferroviarias, en Europa también se están desarrollando reflexiones y proyectos para dar los servicios de las autopistas del mar. Se trata de proponer soluciones complementarias al transporte por carretera, especialmente a través de las montañas (Alpes y Pirineos), por vía marítima. En principio, se trata de mejorar las actuales conexiones marítimas y crear nuevas líneas con el fin de ofrecer servicios a los vehículos pesados en la forma de lanzaderas fiables, regulares, frecuentes y con una buena relación calidad-precio. Estos servicios de transporte marítimo/terrestre están dirigidos principalmente al transporte de mercancías intracomunitario.</p> <p>Francia y España, a través de la Comisión Intergubernamental franco-española creada en 2006, pusieron en marcha en abril de 2007 una convocatoria conjunta de proyectos para crear y operar una o varias autopistas del mar entre los puertos españoles y franceses de la costa atlántica/canal de La Mancha/mar del Norte. Esta iniciativa franco-española constituye la primera traducción del concepto de autopistas del mar en el oeste de Europa con alta frecuencia y alta calidad de servicio. La autopista enlazará como mínimo un puerto marítimo francés y un puerto español, y podría incluir los servicios de varios puertos españoles. Se han obtenido subvenciones para ayudar a la puesta en marcha de estos proyectos, pero el servicio deberá ser viable económicamente en el futuro.</p> <p>El objetivo de este conjunto de proyectos es un trasvase anual del orden de 100.000-150.000 camiones y remolques desde los ejes viarios entre España y Francia hacia el modo marítimo. La magnitud de la transferencia de tráfico y la inducida por la reducción de las emisiones de CO₂ gracias a este servicio es similar a las de las autopistas ferroviarias.</p> <p>Acuerdos similares se han realizado recientemente entre los gobiernos de España e Italia para comenzar a explotar la autopista del mar entre ambos países.</p>
Potencialidad	<p>Se estima que la creación de una autopista marítima entre el mar del Norte y el norte de la Península Ibérica con cuatro portacontenedores y seis viajes de ida y vuelta a la semana, podría transportar 5.000 millones de toneladas/kilómetro en 3 años, ahorrando 125.000 toneladas de CO₂.</p> <p>Fuente: Commission staff working document accompanying document to the Communication from the Commission. Report on the Motorways of the Sea: State of play and consultation.</p>
Viabilidad de su aplicación	<p>Experiencias europeas como la del mar Báltico, la de Europa Occidental (conecta Portugal y España con las islas británicas), la del Sureste (conecta el mar Adriático con el Mediterráneo oriental) y la del Suroeste (conecta el Mediterráneo occidental con la autopista del Sureste), suponen la aplicación práctica de uno de los pilares de la política europea de transportes y, en particular, de las redes transeuropeas. Su potencialidad será una realidad en el corto plazo.</p>
Referencias	<ul style="list-style-type: none"> • Comisión Europea-autopistas del mar.

MEDIDA	POTENCIAR EL TRANSPORTE MARÍTIMO DE CORTA DISTANCIA (CABOTAJE)
Descripción	<p>El transporte marítimo contribuye a mejorar la eficiencia energética global del transporte de mercancías si se combina, adecuadamente, con el transporte terrestre, especialmente el ferrocarril y, en particular, para determinadas cargas.</p> <p>Para hacerlo más atractivo y competitivo con otros medios de transporte, es necesario mejorar el diseño de sus infraestructuras y servicios, principalmente, mediante acuerdos con empresas del sector, estudios, auditorías y proyectos singulares, e instrumentos de ayuda.</p> <p>La Comisión Europea persigue potenciar el transporte marítimo de corta distancia (cabotaje) como uno de los pilares de su política de transporte sostenible.</p>
Potencialidad	<p>A pesar de que en el transporte marítimo de corta distancia generalmente se utilizan buques que producen emisiones de CO₂ significativamente superiores a las de otro tipo de buques (de mercancía general o portacontenedores) e incluso al transporte por carretera, debido a su baja capacidad de carga útil, el balance de costes externos es favorable a este tipo de transporte.</p> <p>Se estima que una mayor participación del modo marítimo en el transporte de mercancías permitiría en España ahorrar más de 2 millones de toneladas de CO₂ en el periodo 2008-2012.</p> <p>Fuente: Plan de Acción 2008-2012 de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España.</p>
Viabilidad de su aplicación	<p>Aunque se consiguiera el deseado despegue del transporte marítimo de corta distancia, su capacidad para cubrir las necesidades de transporte de mercancías sólo puede satisfacer a una parte del territorio; aunque se garantice una óptima intermodalidad con otros modos, habrá regiones en las que el transporte marítimo no pueda competir con el transporte por carretera.</p>
Referencias	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de Acción 2008-2012 de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España.

MEDIDA	PROMOCIÓN DEL TRANSPORTE INTERMODAL
Descripción	<p>El transporte intermodal supone uno de los ejes prioritarios de la Política Europea de Transportes desde hace varios años; se han incluido numerosas actuaciones en la Red Transeuropea de Transportes, así como se ha creado un programa específico focalizado, entre otros aspectos, en el transporte intermodal (Marco Polo). Las intervenciones prioritarias para el fomento del transporte intermodal son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acciones de transferencia entre modos. • Acciones con efectos catalizadores (autopistas del mar, servicios ferroviarios internacionales directos, tren de alta velocidad en el transporte de mercancías en rutas internacionales de alta calidad...). • Acciones de aprendizaje en común en el ámbito del mercado de la logística del transporte de mercancías. <p>En el contexto español, el Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte (PEIT) recoge la intermodalidad en el transporte de mercancías como una de sus prioridades y ámbitos de actuación sectoriales. Asimismo, la intermodalidad desempeña un papel clave en los planes PETRA (Plan Estratégico para el Sector del Transporte de Mercancías por Carretera).</p>
Potencialidad	Datos no disponibles.
Viabilidad de su aplicación	<p>Pese a sus múltiples ventajas, el transporte intermodal no ha alcanzado los niveles esperados, debido fundamentalmente a la falta de interconexión a tres niveles:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura: hace falta una red coherente de infraestructuras a escala europea (la revisión de la Red Transeuropea persigue este objetivo), interconexiones y nodos con valor añadido y armonización de las normas relativas a las unidades de carga. • Explotación y utilización de las infraestructuras: libre acceso a las infraestructuras y principios comunes de tarificación e imputación de costes. • Servicios y reglamentos de cada modo de transporte: sistemas de información y gestión, tecnologías al servicio del transporte intermodal y fomento de un régimen de carácter voluntario de responsabilidad intermodal.
Referencias	<ul style="list-style-type: none"> • Programa Marco Polo. • Planes PETRA.

MEDIDA	OPTIMIZACIÓN DEL TRANSPORTE AÉREO
Descripción	<p>La mejora de la gestión del tráfico aéreo gracias a los programas Cielo Único Europeo y SESAR (Single European Sky ATM Research Programme) podría traducirse en un incremento de la eficiencia energética global de hasta un 12%.</p> <p>Las iniciativas analizadas dentro de la estrategia "Greening Transport" de la Comisión Europea contemplan la utilización de rutas más cortas, en ocasiones infrautilizadas por la falta de información de alta calidad en tiempo real, así como la optimización del espacio aéreo reconsiderando las necesidades militares.</p>
Potencialidad	<p>La optimización de rutas aéreas puede reducir las emisiones de CO₂: un 6-12% del total de las emisiones del transporte aéreo.</p> <p>Fuente: Commission Staff Working document accompanying the Communication from the Commission to the European Parliament and the Council "Greening Transport".</p> <p>El programa de investigación "Clean Sky", dotado con 1.600 millones de euros, persigue, entre otros objetivos, la reducción de un 50% de las emisiones del transporte aéreo, por medio de una drástica reducción del consumo de combustible.</p> <p>La industria aérea ha manifestado, en el año 2009, su compromiso para recortar un 50% las emisiones de CO₂: para el año 2050, frente a los niveles de 2005, y a una disminución del 1,5% al año en la próxima década.</p> <p>Una mejor gestión de las flotas de aeronaves en España permitiría ahorrar más de 1 millón de toneladas de CO₂ en el periodo 2008-2012.</p> <p>Fuente: Plan de Acción 2008-2012 de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España.</p>
Viabilidad de su aplicación	<p>La puesta en marcha de numerosos programas a nivel europeo y la entrada de la aviación en el Comercio de Derechos de Emisión ponen de manifiesto la viabilidad de la aplicación de medidas dirigidas a reducir las emisiones del transporte aéreo, que probablemente serán tomadas como referencia para otros modos de transporte.</p>
Referencias	<ul style="list-style-type: none"> • Directiva 2008/101/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, por la que se modifica la Directiva 2003/87/CE con el fin de incluir las actividades de aviación en el régimen comunitario de Comercio de Derechos de Emisión de gases de efecto invernadero. • Greening Transport package (Comisión Europea). • Clean Sky. • Plan de Acción 2008-2012 de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España.

6.1.3. Gestión del transporte

MEDIDA	POSIBILIDADES DE LOS SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE
Descripción	<p>La utilización de la tecnología para el diseño, construcción y explotación de redes de transportes tiene un indudable impacto en el medio ambiente y en las emisiones, en la medida en que permite optimizar su utilización, reduciendo la congestión, tiempos de espera y, por lo tanto, reduciendo o eliminando las situaciones que provocan más emisiones al medio ambiente.</p> <p>Su aplicación está más generalizada en el transporte aéreo y por carretera, pero se utilizan también en el transporte ferroviario y marítimo, con una enorme potencialidad.</p>
Potencialidad	<p>Un sistema regional de gestión e información de tráfico en 88 millas de autopistas en Ohio, Kentucky e Indiana permitió reducir las emisiones de compuestos volátiles orgánicos en 186 kg/día.</p> <p>Un sistema de interconexión de la señalización en vías de alta densidad de tráfico en Philadelphia permitió reducir las emisiones de compuestos volátiles orgánicos en 52 kg/día y de NOx en 5,7 kg/día.</p> <p>Un sistema de gestión de tráfico avanzado implantado en el área metropolitana de Atlanta permitió reducir las emisiones de compuestos volátiles orgánicos en 614 kg/día y 578 kg/día en el caso de los NOx.</p> <p>Fuente: Federal Highway Administration.</p>
Viabilidad de su aplicación	La aplicación de la tecnología a la gestión del transporte es una realidad hoy y se prevé su crecimiento en los próximos años.
Referencias	<ul style="list-style-type: none"> • ERTICO. • Federal Highway Administration.

MEDIDA	REGULACIÓN DEL TRANSPORTE: PROHIBICIONES DE CIRCULACIÓN
Descripción	Las restricciones totales o parciales a la circulación en determinadas áreas de especial sensibilidad, o mediante el pago de un peaje por acceder a una zona, permiten reducir el tráfico, la congestión y las emisiones en un determinado espacio. Se trata de medidas en principio orientadas a la mejora de la movilidad en los centros de las ciudades (es el caso del centro de Londres, Oslo o Estocolmo) o para preservar el patrimonio histórico en áreas sensibles (situación del centro de Roma).
Potencialidad	Datos no disponibles.
Viabilidad de su aplicación	Se trata de medidas con un fuerte rechazo social, especialmente en las primeras etapas tras su implantación, pero su extensión a varias ciudades del mundo es una prueba de la viabilidad de su aplicación.
Referencias	<ul style="list-style-type: none"> • Tarificación por congestión en Londres ("London congestion charging"). • Peaje en Estocolmo.

MEDIDA	REGULACIÓN DEL TRANSPORTE: IMPOSICIÓN DE VELOCIDADES ÓPTIMAS
Descripción	El establecimiento obligatorio de velocidades máximas de circulación con un objetivo medioambiental de reducción de emisiones (además de otros fundamentales relacionados con la reducción de la congestión) se ha implantado ya en algunos entornos periurbanos, es el caso de los accesos a Barcelona. Se busca conseguir un régimen de velocidades de circulación constantes, para reducir los periodos en los que los motores de los vehículos funcionan con un máximo de emisiones.
Potencialidad	La reciente puesta en marcha en el Área Metropolitana de Barcelona de las restricciones de velocidad a 80 km/h dio como resultado un descenso de la velocidad media de 98 km/h a 82 km/h; esta velocidad se ha estimado como óptima para la reducción de emisiones de los vehículos, buscando una tendencia a la velocidad constante. A los seis meses de su entrada en vigor, las emisiones de óxidos de nitrógeno se redujeron un 5-7% y las partículas un 2-4%, lejos de las previsiones iniciales del 20%. Otras fuentes estiman que mediante el establecimiento de limitaciones de velocidad se pueden alcanzar reducciones de emisiones de CO ₂ entre el 2 y el 5%. Fuente: Pour une régulation durable du transport routier de marchandises: Transport routier de marchandises et gaz à effet de serre; Centre d'analyse stratégique, Avril 2008. La reducción de la velocidad de circulación en Rotterdam, a lo largo de un tramo de la autopista A-13 de 3,5 km de longitud, supuso una reducción de emisiones de CO ₂ del 15% en el primer año de operación. Fuente: Success stories within the road transport sector on reducing greenhouse gas emissions and producing ancillary benefits. European Environmental Agency, 2008.
Viabilidad de su aplicación	La medida suele ir acompañada de un fuerte rechazo social.
Referencias	<ul style="list-style-type: none"> • Generalitat de Cataluña. Departamento de Medio Ambiente y Vivienda. • Pour une régulation durable du transport routier de marchandises: Transport routier de marchandises et gaz à effet de serre; Centre d'analyse stratégique, Avril 2008.

6.1.4. Vehículos

MEDIDA	MEDIDAS PARA FOMENTAR LA RENOVACIÓN DE LOS VEHÍCULOS
Descripción	Desde que en 1994 comenzaron a aplicarse en España los programas de fomento de la renovación del parque de vehículos (RENOVE y PREVER), hasta su finalización en diciembre de 2007, 3,3 millones de vehículos se han acogido a los planes. El objetivo de estos programas era acelerar la renovación del parque automovilístico español, uno de los más envejecidos de Europa, donde el 38% de los turismos y más del 50% de los autobuses y autocares tenían más de diez años a principios de los noventa. Según la Asociación Española de Fabricantes de Automóviles y Camiones (ANFAC), en el año 2001 los fabricantes de automóviles pusieron en el mercado nacional vehículos que emitían de media un 10% menos que los comercializados en 1995; estas reducciones continuarán y se han conseguido gracias a la investigación, el desarrollo y la innovación en sistemas de propulsión tradicionales, comportamiento aerodinámico de los vehículos, sistemas de transmisión, nuevos materiales...
Potencialidad	Estudios realizados con la puesta en marcha de estos programas vaticinaban una reducción de las emisiones próxima al 10% en el caso de los turismos y del 2,5% en el caso de los vehículos industriales.
Viabilidad de su aplicación	Se trata de una medida con una buena aceptación social y un efecto incentivador en la economía por la adquisición de nuevos vehículos, aunque supone una fuerte inversión pública.
Referencias	<ul style="list-style-type: none"> • Asociación Española de Fabricantes de Vehículos y Camiones. • Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

MEDIDA	MEJORAS EN LOS VEHÍCULOS
Descripción	<p>La propuesta de la Comisión Europea para reducir las emisiones del transporte por carretera apuesta por el vehículo. Además de las adaptaciones en materia aerodinámica, resistencia a la rodadura, generación y gestión eficiente de la energía,... el entorno también tendrá que adecuar algunos aspectos como son la circulación, las ayudas a la navegación o la producción de combustibles sostenibles con balance de emisiones neutro, para contribuir a lograr los objetivos establecidos.</p> <p>Las principales áreas tecnológicas dirigidas a optimizar la generación de energía con las mínimas emisiones se incluyen a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tecnologías avanzadas de combustión, como el sistema combinado de combustión (combina algunas características del motor diesel y del motor de gasolina como la inyección directa, la compresión variable y el turbo), la relación de compresión variable, los motores sin árbol de levas (que permiten alcanzar mayores niveles de revoluciones superiores a los convencionales), cambios de régimen entre 2 y 4 tiempos e ignición por compresión homogénea (o autoignición controlada). • Nuevos ciclos de combustión. • Sistemas post-tratamiento de gases, basados en la recirculación de los gases de escape, catalizadores oxidantes, filtros de partículas... • Integración de componentes. • Mejora de la potencia específica de los motores.
Potencialidad	<p>Varios fabricantes han desarrollado modelos para avanzar en las áreas tecnológicas que se han citado, sin que por el momento existan cifras concretas sobre las posibilidades de reducción de consumo de combustible o emisiones.</p> <p>Se estima que las mejoras en los motores pueden conseguir hasta un 5% de reducción de las emisiones de CO₂, mientras que las mejoras en los componentes de los vehículos podrían alcanzar el 5-10%.</p> <p>Fuente: Pour une régulation durable du transport routier de marchandises: Transport routier de marchandises et gaz à effet de serre; Centre d'analyse stratégique.</p>
Viabilidad de su aplicación	<p>Los avances en investigación y desarrollo en el sector de la fabricación de vehículos y el marco europeo de reducción de emisiones auguran numerosos avances en este sentido en los próximos años.</p>
Referencias	<ul style="list-style-type: none"> • Fundación FITSA. • Pour une régulation durable du transport routier de marchandises: Transport routier de marchandises et gaz à effet de serre; Centre d'analyse stratégique, Avril 2008.

MEDIDA	VEHÍCULOS HÍBRIDOS Y ELÉCTRICOS
Descripción	<p>La motorización híbrida consiste en asociar un motor eléctrico a un motor térmico para utilizar las mejores capacidades de cada función en las circunstancias de rodadura. El sistema de hibridación más ligero, el "stop&start", consiste en un alterno-arranque que permite cortar el motor cuando para y arrancar instantáneamente. La hibridación permite una mejor gestión de la energía del vehículo, una reducción de la talla del motor y de importantes recuperaciones de energía. Esta solución es pertinente principalmente para las aplicaciones urbanas, ya que es en las paradas y arranques donde la hibridación permite las reducciones importantes de consumo. En cuanto a largas distancias, el modo híbrido pierde la pertinencia en razón del sobrepeso proveniente de las baterías transportadas, aunque las recuperaciones de energía son posibles.</p> <p>Los vehículos eléctricos pueden igualmente encontrar las aplicaciones en el dominio urbano, en particular para los vehículos utilitarios ligeros (bajo reserva de baterías recargables asegurando una autonomía suficiente).</p>
Potencialidad	<p>Se pueden reducir las emisiones de CO₂ en el entorno del 15% y hasta un 30% en el entorno urbano.</p> <p>Fuente: Pour une régulation durable du transport routier de marchandises: Transport routier de marchandises et gaz à effet de serre; Centre d'analyse stratégique.</p>
Viabilidad de su aplicación	<p>Estas tecnologías presentan inconvenientes a corto plazo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si la electricidad no se produce a partir de energías fósiles, este modo de transporte no produce ni directa ni indirectamente emisiones de CO₂. Una solución para disponer de una verdadera autonomía se conseguiría con la producción de electricidad a bordo, gracias a una pila de combustible. Los problemas técnicos están sin embargo por resolver: el aprovisionamiento de la pila de hidrógeno, almacenada a bordo en forma gaseosa comprimida bajo fuerte presión, o bien en forma líquida a muy baja temperatura, o bien la producción de hidrógeno a bordo del vehículo por un procedimiento de reformación a partir de un hidrocarburo líquido. • Además, el vehículo híbrido presenta una fuerte complejidad técnica, necesita en particular fuertes voltajes eléctricos, y un servicio integrante de las redes especializadas. • A más largo plazo, los progresos considerables se tendrían que poder obtener de las baterías, y gracias al desarrollo de sus súper capacidades. Se puede decir, con todo, que la generalización de la hibridación representa ciertamente la tecnología más prometedora a corto-medio plazo. • Los vehículos no estarán disponibles antes de unos cuantos años.
Referencias	<ul style="list-style-type: none"> • Pour une régulation durable du transport routier de marchandises: Transport routier de marchandises et gaz à effet de serre; Centre d'analyse stratégique, Avril 2008.

6.1.5. Carburantes

MEDIDA	GENERALIZACIÓN DE LOS BIOCARBURANTES
Descripción	<p>Los biocarburentes son carburantes producidos a partir de materias orgánicas vegetales o animales, conocidas como compuestos oxigenados. Los biocarburentes actuales, conocidos como de primera generación, son de origen agrícola, mezclados con los carburantes tradicionales. Los más corrientes son el etanol, o su derivado el ETBE, en las gasolinas, o de ésteres obtenidos a partir de oleaginosas (girasol, colza), en el gasóleo. Son introducidos en un cierto porcentaje en la gasolina o el gasóleo.</p> <p>Un campo que parece más prometedor, sin embargo, es el de los carburantes de síntesis de alta calidad, conocidos como de segunda generación. Obtenidos a partir de procesos termoquímicos o bioquímicos que utilizan la biomasa en su totalidad, pueden ser directamente sustitutos de los carburantes del petróleo, lo que representa una ganancia importante en relación a los biocarburentes de primera generación. Además, no se precisa el mismo volumen de cultivo agrícola. Hay que notar sin embargo que las ganancias de estos biocarburentes de segunda generación en términos de emisiones de CO₂ son difíciles de apreciar a día de hoy, ya que no se conoce con exactitud el procedimiento exacto para su producción.</p>
Potencialidad	<p>Se estima que se puede alcanzar una reducción de las emisiones de CO₂ entre el 5 y el 10%.</p> <p>Fuente: Pour une régulation durable du transport routier de marchandises: Transport routier de marchandises et gaz à effet de serre; Centre d'analyse stratégique.</p>
Viabilidad de su aplicación	<p>Los biocarburentes representan hoy en día un tema controvertido por el impacto de su posible uso, desde diversos puntos de vista:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El balance global de estos carburantes en términos de ahorro de emisiones/coste de producción. • La superficie agrícola que será necesaria para responder a las necesidades y a los objetivos de desarrollo que los países se han fijado. • El impacto de la producción de estos carburantes sobre la biodiversidad y sobre la deforestación. • El impacto de la producción sobre los costes de los productos alimenticios de base y las consecuencias sociales en los países en vías de desarrollo. <p>Fuente: Pour une régulation durable du transport routier de marchandises: Transport routier de marchandises et gaz à effet de serre; Centre d'analyse stratégique.</p>
Referencias	<ul style="list-style-type: none"> • Pour une régulation durable du transport routier de marchandises: Transport routier de marchandises et gaz à effet de serre; Centre d'analyse stratégique, Avril 2008.

MEDIDA	UTILIZACIÓN DE CARBURANTES ALTERNATIVOS
Descripción	<p>Los carburantes gaseosos representan igualmente una alternativa a los carburantes clásicos. El gas natural está compuesto esencialmente de metano, el más simple de los hidrocarburos. La debilidad del carbono ha hecho que sea un carburante que presenta las ventajas para la protección del entorno, tanto en el plan de emisiones de contaminantes (polución inferior de 60 a 95% a la gasolina o al diesel) como en el plan de emisiones de CO₂.</p> <p>El carburante ideal absoluto sería el hidrógeno (obtenido por electrólisis del agua recurriendo a la electricidad de origen nuclear, eólica o hidráulica), pero existen aún algunos problemas asociados al coste energético de su producción y de seguridad derivados de su débil densidad.</p> <p>Según algunos organismos oficiales, una tecnología tal, peligrosa si no se puede controlar, requiere largos periodos para su investigación e implantación; otros sectores, sin embargo, consideran que el hidrógeno podría ser utilizado para las aplicaciones urbanas sobre el motor de combustión en el horizonte 2015-2020. Recientemente se ha formulado una proposición de reglamentación europea sobre la seguridad de los vehículos que circulan con hidrógeno, lo que demuestra el interés por parte de las autoridades europeas en el desarrollo de este tipo de combustible.</p>
Potencialidad	<p>Se estima que con el desarrollo y los incentivos de los vehículos a gas se pueden alcanzar reducciones de emisiones de CO₂ de hasta el 15%, que podrían llegar al 30% en el entorno urbano.</p> <p>Fuente: Pour une régulation durable du transport routier de marchandises: Transport routier de marchandises et gaz à effet de serre; Centre d'analyse stratégique.</p> <p>En vehículos ligeros, se estima que se pueden reducir las emisiones de GEI entre un 10-20% utilizando hidrocarburos líquidos, hasta un 30% con combustibles con bajo o nulo ratio carbono-hidrógeno.</p> <p>Fuente: Reducing Greenhouse Gas Emissions from US Transportation. Pew Centre for Global Climate Change, 2003.</p>
Viabilidad de su aplicación	<p>Como en el caso de los biocarburantes, actualmente existen dificultades importantes para el uso frecuente de estos carburantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los costes y dificultades de la creación de una red de distribución. • El problema de almacenamiento. • El tiempo necesario de relleno reservado con el gas natural comprimido. • El coste suplementario para los vehículos. <p>En cualquier caso, numerosos países han apostado ya por la creación de una red de estaciones de distribución. En la misma línea, un buen número de fabricantes de automóviles proponen vehículos (ligeros y pesados) que funcionan con gas natural, y las empresas, colectivos y particulares han reaccionado positivamente. Las iniciativas fiscales al uso de gas natural han sido fundamentales en este desarrollo.</p> <p>Fuente: Pour une régulation durable du transport routier de marchandises: Transport routier de marchandises et gaz à effet de serre; Centre d'analyse stratégique.</p>
Referencias	<ul style="list-style-type: none"> • En el contexto español, Iniciativas piloto en el sector del taxi, como la del Ayuntamiento de Madrid comenzada en 2007, para promocionar el uso del gas natural como alternativa a la gasolina o gasóleo, suponen un impulso a la generalización de otros combustibles menos contaminantes. En esta misma línea se encuentran los autobuses de la capital o los vehículos de recogida de residuos, de los que un buen número ya utilizan biodiesel, gas natural o hidrógeno. • Pour une régulation durable du transport routier de marchandises: Transport routier de marchandises et gaz à effet de serre; Centre d'analyse stratégique, Avril 2008.

El estudio Mobility 2030 examinó escenarios de diferentes tecnologías de vehículos y su potencialidad de reducción de emisiones de carbono; las conclusiones figuran en la siguiente tabla:

Tabla 5. Potencialidad de reducción de emisiones de carbono de los vehículos.

TECNOLOGÍA	% DE REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CARBONO/VEHÍCULO
Diesel	18
Híbrido	30 (36 para diesel híbridos)
Biofuel	20-80
Hidrógeno	45
Hidrógeno (cero carbono)	100

Fuente: *Mobility 2030: Meeting the challenges to sustainability*, World Business Council for Sustainable Development. 2004.

6.1.6. Logística

MEDIDA	GESTIÓN DE FLOTAS
Descripción	<p>Con esta medida, se pretende impulsar el uso generalizado de las nuevas aplicaciones telemáticas y otras herramientas de gestión de flotas por parte de todas las empresas de transporte por carretera, bien sean de transporte de mercancías, bien de transporte colectivo de viajeros.</p> <p>Este objetivo se alcanzará, principalmente, mediante programas de promoción y formación, así como sistemas de apoyos a las empresas que tengan implantada la gestión de flotas con criterios de eficiencia energética.</p> <p>Los softwares de planificación de los itinerarios y de conducción capaces de trazar los itinerarios más racionales son cada vez más frecuentemente utilizados en el transporte tanto de viajeros como de mercancías. Mejorando estos sistemas e iniciando su instalación y su utilización (por vías reglamentarias, fiscales...), los desplazamientos se optimizan y se reducen los recorridos en vacío.</p> <p>La medida no sólo alcanza al transporte por carretera, sino que es de aplicación a otros modos de transporte, por ejemplo el transporte marítimo.</p>
Potencialidad	Se estima que la optimización de la gestión de la flota, incluyendo la velocidad y el cálculo de rutas podría permitir una reducción de las emisiones de la flota mundial de algo más del 28% en 2020.
Viabilidad de su aplicación	Prácticamente la totalidad de las empresas públicas y privadas de transporte de viajeros y mercancías disponen hoy de sistemas para la gestión de flotas que permiten optimizar el servicio y reducir costes de transporte, entre los que el coste de combustible supone un impacto muy significativo.
Referencias	<ul style="list-style-type: none"> • Transport and its infrastructure. P. J. Zhou, 2007. • Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the IPCC.

MEDIDA	OPTIMIZACIÓN DE LAS OPERACIONES LOGÍSTICAS
Descripción	<p>El transporte de mercancías forma parte de una cadena de suministro a todos los sectores de la economía, desde la producción hasta el consumo final. Dentro de esta cadena, la organización y la elección de los modos de suministro a las áreas comerciales determinan en gran medida la organización del transporte. Las empresas de transporte deben adaptarse y satisfacer las necesidades de sus clientes y otros implicados en el proceso. En cuanto a la logística, las organizaciones industriales y de distribución persiguen hoy reducir al mínimo las existencias. La organización logística responde a este esquema, y lleva a las empresas de transporte a revisar sus procesos para adaptarse a las nuevas expectativas de los clientes, lo que conduce a un menor almacenamiento de mercancía y el aumento de los flujos de transporte. La logística urbana presenta, asimismo, una gran potencialidad.</p> <p>La utilización conjunta de instalaciones logísticas, entre proveedores y clientes, o incluso entre competidores, puede ir en la misma dirección, para hacer innecesario algunos transportes entre la población de un centro productor y un centro distribuidor, por ejemplo si ambos disponen del mismo proveedor de servicios logísticos, en el mismo almacén. Naturalmente, la optimización de la carga en el transporte de mercancías supone un aspecto clave en la eficiencia de todo el sistema.</p> <p>La demanda de transporte también puede racionalizarse a través de medidas relacionadas con la logística de la distribución del consumidor final. Medidas fiscales o reglamentos podrían alentar a disponer de una superficie mayor de almacenamiento de la que existe ahora en los centros de venta, para evitar, cuando no sea necesario, fenómenos de "cero existencias".</p>
Potencialidad	<p>Se estima que se pueden alcanzar reducciones en las emisiones de CO₂ de 2-5%. Fuente : Pour une régulation durable du transport routier de marchandises: Transport routier de marchandises et gaz à effet de serre; Centre d'analyse stratégique.</p> <p>La construcción de un centro de consolidación de mercancías en Londres, dirigido a reducir los viajes en vacío y a optimizar las operaciones de logística y transporte ha permitido reducir en un 75% las emisiones de CO₂, si se consideran las emisiones derivadas del mayor número de viajes que se hacían anteriormente a la existencia del sistema. Fuente: Success stories within the road transport sector on reducing greenhouse gas emissions and producing ancillary benefits. European Environmental Agency, 2008.</p>
Viabilidad de su aplicación	<p>La logística es hoy una de las herramientas clave de la optimización del transporte de mercancías, en continuo desarrollo para conseguir mejorar la calidad del servicio en todos sus términos (accesibilidad, tiempo, fluidez, reducción de costes, etc.).</p>
Referencias	<ul style="list-style-type: none"> • Pour une régulation durable du transport routier de marchandises: Transport routier de marchandises et gaz à effet de serre; Centre d'analyse stratégique, Avril 2008).

6.1.7. Medidas de sensibilización

MEDIDA	CONDUCCIÓN EFICIENTE
Descripción	<p>Se trata de una medida especialmente dirigida al transporte por carretera, en el que, desde la perspectiva del usuario del vehículo, tanto profesional como no profesional, también es posible minimizar el impacto en el cambio climático. Aunque la mayor parte de los consejos van dirigidos a la conducción urbana, que genera una parte importante de las emisiones, existen otros de aplicación en el ámbito interurbano:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mantener una velocidad moderada y lo más uniforme posible, evitando, en la medida de lo posible, frenazos, aceleraciones y cambios de marchas innecesarios. • Frenar de forma suave y progresiva y, cuando la velocidad y el espacio lo permitan, detener el coche sin reducir previamente de marcha. • En paradas prolongadas (por ejemplo, más de sesenta segundos), es recomendable apagar el motor. • Asegurar el buen mantenimiento del vehículo, como factor que influye en el consumo de carburante. • Evitar la sobrecarga del vehículo. Etcétera.
Potencialidad	<p>Se estima que se pueden alcanzar reducciones en las emisiones de CO₂ entre el 2 y el 5%. Fuente: Pour une régulation durable du transport routier de marchandises: Transport routier de marchandises et gaz à effet de serre; Centre d'analyse stratégique. Avril 2008.</p> <p>"Ecodrive", implantado en Holanda en el año 2004, concebido como un programa de formación dirigido a usuarios profesionales y no profesionales sobre conducción eficiente permitió reducir las emisiones de CO₂ entre 97.000 y 222.000 toneladas en el año. Fuente: Success stories within the road transport sector on reducing greenhouse gas emissions and producing ancillary benefits. European Environmental Agency, 2008.</p>
Viabilidad de su aplicación	<p>La promoción de la conducción eficiente es una realidad hoy en la mayoría de los países, a nivel de usuarios generales y de usuarios profesionales del transporte.</p> <p>Como ejemplo, en Suecia, un grupo de ingenieros del Instituto Lund de Tecnología ha desarrollado un sistema de navegación por satélite que permite a los conductores elegir la ruta con menos gasto de combustible y, por ello, menos contaminantes. Este prototipo se encarga de buscar los recorridos con menos semáforos, cruces e incorporaciones, así como los límites de velocidad más bajos y trayectos donde las retenciones sean poco habituales. De este modo, aunque la ruta sea algo más larga, se reducen las aceleraciones y bruscos frenazos, por lo que el consumo medio de combustible se reduce, según los creadores, aproximadamente en un 8%.</p>
Referencias	<ul style="list-style-type: none"> • Pour une régulation durable du transport routier de marchandises: Transport routier de marchandises et gaz à effet de serre; Centre d'analyse stratégique, Avril 2008.

MEDIDA	MEDIDAS DE INFORMACIÓN, REGLAMENTARIAS Y DE SENSIBILIZACIÓN
Descripción	<p>Se trata de medidas complementarias a las establecidas en este documento, que persiguen modificar conductas de los implicados en el transporte, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Campañas de información y sensibilización dirigidas a ciudadanos y a usuarios específicos (por ejemplo, transportistas). • Creación de elementos como las “etiquetas ecológicas” para promover la elección por un producto o servicio que garantice el mínimo impacto en el medio ambiente en el proceso de transporte. • Medidas reglamentarias o fiscales dirigidas, por ejemplo, al fomento de la optimización de la gestión de las flotas, cargas... por parte de los transportistas.
Potencialidad	Sin datos disponibles.
Viabilidad de su aplicación	Se trata de medidas con un impacto limitado, pero también un relativo bajo coste de puesta en marcha, sobre las que existe un buen número de experiencias.
Referencias	• Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía.

6.1.8. Investigación

MEDIDA	POTENCIAR LA INVESTIGACIÓN
Descripción	<p>La investigación desempeña un papel clave en un contexto en permanente cambio como es el del transporte y la búsqueda de soluciones para reducir su impacto en el medio ambiente.</p> <p>Biofuel de segunda generación, combustibles basados en hidrógeno, “Clean Sky”, las plataformas tecnológicas, la investigación en sistemas inteligentes de transportes y multitud de proyectos de investigación en este campo avalan la apuesta europea y nacional por la investigación.</p>
Potencialidad	Aunque es difícil de cuantificar a priori, la investigación es la base de los desarrollos tecnológicos que derivan en nuevas soluciones para la reducción de las emisiones de CO ₂ derivadas del transporte.
Viabilidad de su aplicación	La coyuntura económica mundial repercutirá en una reducción de las inversiones en investigación y desarrollo, que se espera que se recuperen en los próximos años.
Referencias	http://ec.europa.eu/research/transport

6.2. REFERENCIAS AL IMPACTO SOCIAL DE LAS MEDIDAS

Según el informe francés “Pour une régulation durable du transport routier de marchandises: Transport routier de marchandises et gaz à effet de serre” (2008), se puede realizar un análisis del impacto que la implantación de las medidas consideradas tendrán en la sociedad y, en función de los

resultados, cuantificar las posibilidades de reducción total de emisiones de CO₂. En líneas generales, se pueden extraer las siguientes conclusiones:



- Existe un primer conjunto de medidas que se pueden implantar en el corto o muy corto plazo y que pueden permitir alcanzar una reducción de las emisiones de CO₂ entre el 20-30% en el horizonte de 2025. Estas medidas son:

- La mejora de la eficacia de los vehículos: mejora de los motores y componentes (por incentivos a la investigación y desarrollo o incentivos fiscales para su utilización), fomento de las nuevas tecnologías, generalización de los biocarburantes y desarrollo de los vehículos híbridos.
- Las medidas de sensibilización y formación: no sólo entre los ciudadanos, a nivel general, en cuanto a conducción eficiente, sino también en el transporte profesional, contemplando incluso la creación de la marca de calidad del “transportista ecológico”.
- El establecimiento de acuerdos voluntarios entre los fabricantes de vehículos y el aparato legislador que establece las reglamentaciones.

- Otro conjunto de medidas cuya implantación e impactos serían visibles en un plazo más largo permitirían mejoras del 25-35% de reducción de emisiones de CO₂ en 2025. Estas medidas son:

- Políticas de reordenación del territorio para optimizar el transporte, en particular en el entorno urbano.
- Desarrollo de modos alternativos al transporte de carretera y fomento del reparto modal.

- Desarrollo de carburantes alternativos, como los biocombustibles de segunda generación, gas y vehículos híbridos o eléctricos.
- Medidas de mejora de la logística para optimizar los flujos del transporte.

• Por último, un tercer grupo de medidas no acumulables entre ellas se puede poner en marcha en el corto plazo, con importantes impactos en términos de reducción de emisiones, pero con una notable repercusión económica para el sector del transporte. Este conjunto está ligado a la fiscalidad de los carburantes y a la tarificación por el uso de infraestructuras:

- Mercado de emisiones en el sector del transporte.
- Creación de una tasa específica al carbono.
- Tarificación de uso de infraestructuras de carreteras.
- Modulación de los peajes según criterios medioambientales.

Existe un primer conjunto de medidas que se pueden implantar en el corto o muy corto plazo y que pueden permitir alcanzar una reducción de las emisiones de CO₂ entre el 20-30% en el horizonte de 2025

Se estima que la implantación de las medidas del primer y segundo grupo, junto con alguna de las medidas del tercer grupo, podría permitir alcanzar reducciones de emisiones de CO₂ del 40-60% en el horizonte de 2025, pero a costa de un fuerte impacto económico y social que debe valorarse adecuadamente.

Como conclusión de este documento y de la revisión de numerosos documentos y libros sobre cambio climático, la Comisión de Transportes del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos establece las siguientes recomendaciones dirigidas a estudiar el impacto del transporte en el cambio climático.

Aspectos generales de transporte y cambio climático

- Ante las dudas suscitadas por los trabajos de los expertos del IPCC, se considera necesario seguir profundizando para disponer en España de unos datos objetivos que indiquen cuáles son las variaciones exactas del clima en los periodos para los que existen datos fiables. Así, es preciso disponer de:



- La serie histórica de temperaturas con variación horaria en todos los observatorios meteorológicos del territorio, ya que puede haber en España zonas con distinta variación de temperaturas medias.
- La serie histórica de precipitaciones, sin que sea necesario disponer de datos horarios, sino que puede ser suficiente con los datos de doce o veinticuatro horas.

– Las variaciones del nivel del mar obtenidas de observatorios precisos que no sean influenciados por el oleaje externo ni interno de los puertos; si no existiesen medidores tan precisos, es necesario crearlos.

• Los datos disponibles actualmente no permiten calcular con exactitud el conocimiento global y riguroso del consumo energético y las emisiones reales de cada modo de transporte porque no son globales.

Es preciso realizar un estudio riguroso acerca del consumo energético y las emisiones de cada modo de transporte, y considerar estos datos como base para la toma de decisiones. En este estudio se deben considerar, desde una perspectiva global:

Es preciso realizar un estudio riguroso acerca del consumo energético y las emisiones de cada modo de transporte, y considerar estos datos como base para la toma de decisiones

– Consumo energético y emisiones producidas en la construcción y mantenimiento de las infraestructuras de transporte (carreteras, ferrocarriles, puertos, aeropuertos...).

– Consumo energético y emisiones derivadas de la construcción y mantenimiento de los vehículos.

– Consumo energético y emisiones relacionadas con el consumo de energía que se produce en la actividad del transporte, englobando, en el caso de que la energía se produzca, por ejemplo, en una central eléctrica, las emisiones propias de su funcionamiento, así como las de su construcción y mantenimiento, incluida la línea de transporte de la energía.

Para cada uno de los apartados citados anteriormente, deben considerarse el número de vehículos que las utilizan anualmente y el

número de usuarios, teniendo en cuenta la capacidad de los vehículos y su ocupación, tanto para viajeros como para mercancías. De esta manera, se podrían valorar adecuadamente el consumo energético y las emisiones reales que se producen para desplazar un viajero/kilómetro o una tonelada/kilómetro por carretera, ferrocarril, avión, etcétera.

- Existe una cierta incertidumbre acerca de la gravedad de las consecuencias del cambio climático, qué aspectos son una predicción fundada en un base científica y cuáles son conjeturas que podrían no ser un peligro potencial, ni en el medio ni en el largo plazo. En cuanto al impacto del transporte en el cambio climático, tampoco existen cifras concretas y comúnmente aceptadas acerca de su valoración, aunque parece que los valores estimados por varias entidades sitúan al transporte como responsable del 13-25% de las emisiones totales de CO₂. Las variaciones en estos valores se deben no sólo a la diversidad de cifras de emisiones del transporte, sino también a los diferentes sectores considerados como responsables de emisiones en el cómputo del total.

Paralelamente al planteamiento de políticas para amortiguar o reducir el cambio climático, la opinión pública debiera conocer la realidad científica, las posibilidades de actuación y la potencialidad de mejora del impacto de una actividad humana en el medio ambiente.

- Las políticas dirigidas a reducir el impacto del transporte en el cambio climático deben prestar especial atención a los impactos sobre el desarrollo y los desequilibrios sociales que se pueden generar. El previsible incremento de costes de transporte y productos finales posiblemente dificultará el desarrollo y generará impactos



diferentes en las diversas capas sociales. Cualquier iniciativa en este sentido debe perseguir como objetivo complementario la igualdad de oportunidades para todos.

- Es probable que el planteamiento de políticas para frenar el cambio climático lleve aparejado un aumento en los costes del transporte. Quizá este hecho pueda provocar una optimización en la relación entre la producción y el consumo, de manera que se equilibraran situaciones como las que, bajo mecanismos de flexibilidad, permiten la producción de un material en un determinado país y su consumo en otro muy lejano, con los consiguientes costes de transporte e impactos derivados de esta actividad. Lamentablemente, las grandes variaciones a las que se ve sometido el precio del combustible y la incertidumbre actual acerca de posibles nuevas cargas fiscales impiden hacer proyecciones fiables a medio y largo plazo. En esta situación, el reto de la sociedad será buscar los modos de transporte más eficientes en cada caso.

- Las políticas de lucha contra el cambio climático persiguen tener un impacto positivo en el medio ambiente; asimismo, suponen una oportunidad para aumentar la presión fiscal de todas las actividades económicas de una sociedad moderna; así, las políticas actuales, como el mercado de derechos de emisión, están produciendo grandes beneficios al sector público (se estima que el Mercado Europeo de Derechos de Emisión puede generar a los Estados miembros unos 75.000 millones de euros anuales). La sociedad debe conocer esta situación y estar en condiciones de valorar el impacto, positivo y negativo, que supone sobre el desarrollo de sus actividades cotidianas.



Uno de los aspectos clave para mitigar los efectos del cambio climático es el aumento de la participación de las energías renovables

La lucha contra el cambio climático, en caso de suponer un aumento de la presión fiscal sobre las actividades de la sociedad, debiera garantizar su aplicación en políticas de prevención y mitigación de los efectos que se pretenden combatir, y no quedarse en el mencionado aumento.

- Uno de los aspectos clave para mitigar los efectos del cambio climático es el aumento de la participación de las energías renovables, ya que la quema de combustibles fósiles es una de las principales fuentes de emisión de CO₂, de los que, sin embargo, es imposible prescindir en el esquema actual de provisión de energía, dada la importancia del petróleo y el carbón.

Por ejemplo, el aprovechamiento de la potencialidad de la energía producida en centrales hidroeléctricas debiera ser objeto de mayores inversiones en I+D y un estudio de sus posibilidades de optimización.

Uno de los mayores problemas en la implantación de las energías renovables está en la falta de continuidad en su provisión, que hace que puedan no adaptarse a las necesidades de los usuarios en el tiempo. Para conseguir un máximo aprovechamiento de los recursos de la energía solar o la eólica, por ejemplo, debieran idearse mecanismos para el almacenamiento de la energía en los momentos de producción, de manera que se pudieran poner a disposición de los usuarios en los momentos de consumo. El empleo de las bombas reversibles ha permitido solucionar en parte esta limitación.

En cuanto a los combustibles fósiles, hoy es posible plantear, en el medio plazo, la utilización de un carbón limpio, con la eliminación de CO₂ en la planta de producción.

Las políticas actuales permiten vislumbrar una mejora aún mayor de la eficiencia energética de todos los modos de transporte, reduciendo su impacto en el medio ambiente

- La energía nuclear permite obtener energía eléctrica con bajos niveles de contaminación, aunque en su historia hay una larga tradición de rechazo basada en las consecuencias de un potencial accidente. Sin embargo, parece necesario un debate serio y sin demagogias sobre las oportunidades y amenazas de la utilización de la energía nuclear, sus riesgos reales y las soluciones que se están utilizando en todo el mundo en el siglo XXI, tanto para la producción de energía como para el almacenamiento de residuos.
- El transporte, en términos generales, se encuentra en una situación de continuo cambio desde hace décadas. La eficiencia energética de todos los modos es hoy significativamente mejor que a finales del siglo XX, no sólo en cuanto a los vehículos⁷, sino también en cuanto a los mecanismos de planificación, diseño, construcción y gestión. Las políticas actuales permiten vislumbrar una mejora aún mayor de la eficiencia energética de todos los modos de transporte, reduciendo su impacto en el medio ambiente.
- Las infraestructuras de transporte suponen enormes inversiones para los países y se construyen para una vida útil de decenios; es preciso

7. El programa Euro 5 (en vigor desde octubre de 2009 con un margen de adaptación para ciertos vehículos hasta 2012), que sustituye al Euro 4 (en vigor desde enero de 2005) supone comparativamente una disminución de la cantidad de óxido nítrico autorizado emitido por los vehículos a motor hasta los 60 miligramos por kilómetro en motores de gasolina y 180 en motores diésel: asimismo, el programa contempla una reducción del 80% de las partículas, que pasa de los 25 miligramos por kilómetro recorrido a los 5 miligramos por kilómetro.

Cabe destacar la reducción de emisiones medias de vehículos nuevos, establecida, según la Comisión Europea (Reglamento CE 443/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, por el que se establecen normas de comportamiento en materia de emisiones de los turismos nuevos como parte del enfoque integrado de la Comunidad para reducir las emisiones de CO₂ de los vehículos ligeros), en los siguientes términos: de los 185 g CO₂/km en 1995 se ha pasado a 164 g de CO₂/km en 2005; las previsiones actuales persiguen llegar a 130 g/km en 2015 y 95 g/km en 2020.



incorporar el efecto del cambio climático y su adaptación a los procesos de planificación, diseño y explotación. Se podría plantear un estudio climático análogo a los estudios ambientales que ya se realizan; en estos análisis debieran considerarse los efectos en las infraestructuras de la subida del nivel del mar en zonas costeras (especialmente en las habitadas), efecto de los incendios en las cubiertas vegetales, repercusiones del cambio climático en la vialidad invernal, efectos de la intensidad de las tormentas en los sistemas de desagüe superficial, etcétera.

- La intermodalidad en el desplazamiento de viajeros y muy especialmente de mercancías supone un aspecto clave en la búsqueda de un sistema de transportes más sostenible. La provisión de una infraestructura adecuada y la optimización de la gestión del transporte, en la que la tecnología desempeña un papel muy relevante, son los elementos fundamentales de este sistema integrado de transporte que se desea para el futuro.
- El transporte de mercancías por ferrocarril está hoy gravemente obsoleto e inoperante en España, su baja eficiencia hace que su presencia en las cuotas de mercado sea mínima. La construcción de nuevos ejes ferroviarios para mercancías con una visión global, en el contexto europeo, y con nuevos estándares, debiera ser objeto de un estudio prioritario por parte de la Administración, de la misma manera que se ha volcado en la construcción de infraestructuras ferroviarias de alta velocidad para viajeros.
- En el contexto del transporte, se pueden plantear iniciativas dirigidas al máximo aprovechamiento de mecanismos como los sumideros de



carbono, por ejemplo a través del aumento en las superficies vegetales asociadas a la zona de dominio público de una carretera, las actuaciones de ingeniería forestal o la mejora en la gestión de los recursos hídricos. La potencialidad de esta iniciativa para un país como España es muy significativa y debe ser aprovechada en su totalidad.

- Indudablemente, la aplicación de las políticas de mitigación del cambio climático supondrán un aumento de costes que se imputará, en mayor o menor medida, al usuario final de los diferentes modos de transporte. Ante este cambio de escenario, será necesario revisar el impacto sobre el consumidor, de manera que se puedan plantear medidas para amortiguarlos, sin distorsionar los mecanismos de libertad de mercado, que tengan como origen lo recaudado a través de la fiscalidad específica.
- La búsqueda de la reducción del impacto del transporte en el cambio climático puede llevar a plantear políticas alejadas de la realidad social de los ciudadanos y sus necesidades de transporte. Los planteamientos de cambio modal y fomento de modos de transporte que en la actualidad presentan bajas cuotas de mercado (por ejemplo, trasvase de mercancías transportadas de la carretera al ferrocarril o fomento del transporte público en las ciudades) debe realizarse aunando un impulso político y económico que garantice las inversiones necesarias, con una búsqueda de una alta calidad y eficiencia para el usuario y una notable participación pública en el proceso de planificación e implantación, de manera que se asegure que estas políticas cuenten con el apoyo social necesario para permitir modificar cuotas de mercado en el transporte de viajeros y mercancías. Sin

La búsqueda de la reducción del impacto del transporte en el cambio climático puede llevar a plantear políticas alejadas de la realidad social de los ciudadanos y sus necesidades de transporte

embargo, no parece acertado continuar con políticas que favorecen el aumento de la fiscalidad en unos modos de transporte para el aumento de recursos destinados a otros (como ocurre en el caso de la carretera y el ferrocarril).

- Según el informe francés "Pour une régulation durable du transport routier de marchandises: Transport routier de marchandises et gaz à effet de serre" (2008), para reducir el impacto del transporte de mercancías por carretera en el cambio climático se pueden plantear medidas de implantación en el corto plazo, principalmente dirigidas a la mejora de la eficacia de los vehículos, sensibilización y formación de los usuarios y acuerdos voluntarios en el sector del automóvil, que permitirían alcanzar una reducción del 20-30% de las emisiones de CO₂ en el horizonte 2025; otro conjunto de medidas, con impacto en el largo plazo, se centrarían en la política de reorganización del territorio para regular el transporte, desarrollo de modos alternativos a la carretera, desarrollo de carburantes alternativos y optimización de las operaciones logísticas, que permitirían reducciones del 25-35% de las emisiones de CO₂. Este mismo informe recoge que para alcanzar una reducción de emisiones del 40-60% sería necesario promover medidas con fuertes impactos económicos y sociales en el modo de vida de los ciudadanos, centrados especialmente en la fiscalidad de los carburantes y la tarificación de las infraestructuras de carretera, medida que será una realidad en el corto plazo en algunos países.

- Se debe continuar fomentando el papel de la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías y procedimientos para reducir el impacto

del transporte en el cambio climático; la tecnología supone una herramienta clave en la consecución de los objetivos planteados, por lo que debe recibir los apoyos necesarios para garantizar su continuidad, especialmente en situaciones de coyuntura económica adversa.

- La promoción de campañas de difusión y concienciación social es importante para conseguir el máximo aprovechamiento de los recursos de transporte desde la perspectiva de reducción de las emisiones. Un ejemplo de ello son las recomendaciones sobre conducción eficiente que se han realizado en los últimos años.

El papel de los ingenieros de Caminos, Canales y Puertos en este importante reto

- Los ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, y en especial los expertos en los diferentes modos de transporte, pueden aportar sus conocimientos a la hora de valorar las medidas que se pueden implantar para reducir el impacto del transporte en el cambio climático y estimar su coste y potencialidad de reducción de emisiones, por lo que deben estar presentes en la toma de decisiones asociada a estas políticas. El Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos debe ser una referencia en este campo.

- Los ingenieros de Caminos, Canales y Puertos están en condiciones de abordar el estudio global y riguroso del consumo energético y las emisiones de cada modo de transporte en los términos que se han planteado anteriormente, incluyendo la construcción y explotación de infraestructuras y vehículos, además de los consumos y emisiones derivados de la actividad del transporte.

El Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos debe ser una referencia en el campo del transporte y el cambio climático



- El papel de los ingenieros de Caminos, Canales y Puertos es especialmente importante en este campo en la toma de decisiones sobre la planificación del territorio, momento en el que se debe garantizar que se tienen en cuenta las necesidades de movilidad de viajeros y mercancías en una región. Una planificación adecuada permitirá lograr la máxima eficiencia en el sistema de transportes, reduciendo su impacto en el medio ambiente y facilitando la implantación de medidas dirigidas a la reducción de emisiones.

- En un campo en constante evolución, es fundamental que los responsables de la toma de decisiones políticas y técnicas en materia de transportes estén al corriente de las últimas novedades y evidencias científicas acerca de cómo el transporte puede reducir su impacto en el cambio climático. La ingeniería desempeña un papel clave, por lo que desde el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos deben promoverse acciones de divulgación, formación y transferencia de conocimiento.

- La ingeniería debe aportar soluciones para minimizar el impacto del transporte en el cambio climático pensando en la optimización del costo, la calidad y el tiempo de viaje para los usuarios de los medios de transporte, de manera que este aspecto sea tenido en cuenta al igual que otros condicionantes urbanísticos, medioambientales o de otra índole.

- Los ingenieros de Caminos, Canales y Puertos desarrollan una labor que aporta un valor a la sociedad, no sólo en el campo del transporte, sino también en el de la energía, la provisión de servicios, etcétera. En el contexto de este documento, su labor proporciona a la

sociedad instrumentos para reducir el impacto del transporte en el cambio climático, fundamentalmente a través de su participación en el diseño y gestión de infraestructuras de transporte público, intercambiadores modales, etcétera, así como a través de su labor en el diseño, construcción y gestión de carreteras y autopistas para mejorar la movilidad, reduciendo la congestión y el consumo energético, garantizando la satisfacción de las necesidades de movilidad de una sociedad del siglo XXI.

- Los ingenieros de Caminos, Canales y Puertos han estado siempre involucrados en las infraestructuras de provisión de energía (hidráulica, nuclear, eléctrica, etc.). Su conocimiento y experiencia en estos campos, así como en el diseño de infraestructuras para el almacenamiento de energía, están al servicio de la sociedad.



- El Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos se ha ofrecido a la sociedad para participar en un debate serio y técnico sobre la producción de energía nuclear.

- El “Plan Estratégico del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos 2009-2012” establece una línea de trabajo específica en “Desarrollo sostenible y cambio climático”, a través de la cual se asume el compromiso de incorporar la sostenibilidad y la lucha contra el cambio climático en las actividades del Colegio. El transporte, como sector clave en el desarrollo y por su impacto en el cambio climático, constituye uno de los factores más significativos de esta línea de trabajo, en la que el Colegio debe ser una referencia.

En el anexo 1 de este documento se incluye el texto del Protocolo de Ingeniería Civil y Cambio

Climático firmado por la Institution of Civil Engineers del Reino Unido (ICE), la American Society of Civil Engineers de los Estados Unidos (ASCE) y la Canadian Society for Civil Engineering (CSCE), que apuesta por que los profesionales de ingeniería busquen nuevas alternativas para desarrollar tecnologías y materiales que reduzcan las emisiones contaminantes, durante todo el ciclo de vida de las infraestructuras. Además, el Protocolo señala la necesidad de desarrollar e implantar herramientas, políticas y prácticas para la evaluación del riesgo y adaptación de los cambios en infraestructura originados por el cambio climático. Ambas prioridades deben ejecutarse a través de una legislación sólida que permita establecer las políticas públicas adecuadas.

- Emission Trading under the Kyoto Protocol. Center for International Climate and Environmental Research. Oslo (CICERO), 1998.
- Directiva 1999/62/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de junio de 1999, relativa a la aplicación de gravámenes a los vehículos pesados de transporte de mercancías por la utilización de determinadas infraestructuras.
- Directiva 2001/81/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2001, sobre techos nacionales de emisión de determinados contaminantes atmosféricos.
- Reducing Greenhouse Gas Emissions From U.S. Transportation. Pew Center on Global Climate Change, 2003.
- Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de octubre de 2003, por la que se establece un régimen para el Comercio de Derechos de Emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad y por la que se modifica la Directiva 96/61/CE del Consejo.
- Directiva 2003/96/CE del Consejo, de 27 de octubre de 2003, por la que se reestructura el marco comunitario de imposición de los productos energéticos y de la electricidad.
- Ten key transport and environment issues for policy-makers. TERM 2004: Indicators tracking transport and environment integration in the European Union. Agencia Europea del Medio Ambiente, 2004.
- Mobility 2030: Meeting the challenges to sustainability. World Business Council for Sustainable Development, 2004.
- La captación y almacenamiento de dióxido de carbono. Resumen para responsables de políticas. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, 2005.
- Bosques y cambio climático: la función de los bosques como sumideros de carbono y su contribución al cumplimiento del Protocolo de Kioto por

- parte de España. Foro de Bosques y Cambio Climático. V Congreso Nacional del Medio Ambiente, 2005.
- Ganar la batalla contra el cambio climático mundial. Comunicación de la Comisión Europea, 2005.
- Transport and environment: facing a dilemma. TERM 2005: indicators tracking transport and environment in the European Union. Agencia Europea del Medio Ambiente, 2006.
- Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Oficina Española del Cambio Climático, 2006.
- Stern review on the economics of climate change. Nicholas Stern, 2006.
- The European Climate Change Programme. EU Action against climate change. Comisión Europea, 2006.
- Reducing emissions from the energy and transport sectors. EU Action against climate change. Comisión Europea, 2006.
- Communication from the Commission to the Council and the European Parliament. Implementing the Community Strategy to Reduce CO₂ Emissions from Cars, 2006.
- Transport and its infrastructure. P. J. Zhou. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the IPCC, 2007.
- Commission staff working document. The EU's freight transport agenda: Boosting the efficiency, integration and sustainability of freight transport in Europe. Report on the Motorways of the Sea. State of play and consultation. Comisión Europea, 2007.
- Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia. Horizonte 2007-2012-2020. Ministerio de Medio Ambiente, 2007.
- El cambio climático en España. Informe para el presidente del Gobierno elaborado por expertos en cambio climático, 2007.
- IPCC Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Summary for Policymakers. IPCC, 2007.
- Cambio climático 2007. Informe de Síntesis. IPCC, 2007.
- Los transportes y los servicios postales. Ministerio de Fomento, 2007.
- Limitar el calentamiento mundial a 2 °C. Medidas necesarias hasta 2020 y después. Comunicación de la Comisión Europea, 2007.
- Las matemáticas del cambio climático*. Carlos M. Madrid Casado. Universidad Complutense de Madrid, 2007.
- Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2008. Tracking progress towards Kyoto targets. Agencia Europea del Medio Ambiente, 2008.

- Climate for a transport change TERM 2007: indicators tracking transport and environment in the European Union. Agencia Europea del Medio Ambiente, 2008.
- Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2007 –Country profile– Spain. Agencia Europea del Medio Ambiente, 2008.
- Potential Impacts of Climate Change on U.S. Transportation. Transportation Research Board Special Report 290, 2008.
- Perfil ambiental de España. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, 2008.
- Success stories within the road transport sector on reducing greenhouse gas emission and producing ancillary benefits. Agencia Europea del Medio Ambiente, 2008.
- Anuario estadístico. Ministerio de Fomento, 2008.
- Lessons Learned: the European Emissions Trading Scheme and the Protocol's Clean Development Mechanism. United States Government Accountability Office, 2008.
- European Energy and Transport. Trends to 2030- update 2007. Comisión Europea-Dirección General de Energía y Transporte, 2008.
- Hacia un transporte más ecológico. Comisión Europea, 2008.
- Pour une régulation durable du transport routier de marchandises "Transport routier de marchandises et gaz à effet de serre". Centre d'analyse stratégique. Francia, 2008.
- Policy Options for Reducing CO₂ Emissions. Congress of the United States, 2008.
- Directiva 2008/101/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, por la que se modifica la Directiva 2003/87/CE con el fin de incluir las actividades de aviación en el régimen comunitario de Comercio de Derechos de Emisión de gases de efecto invernadero, 2008.
- Commission staff working document. Greening Transport. Comisión Europea, 2008.
- Cool it. Bjorn Lomborg, 2008.
- Anuario Estadístico. Dirección General de Tráfico, 2008.
- Plan de Acción 2008-2012 de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 2008.
- Propuesta de Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de enero de 2008, relativa al fomento del uso de la energía procedente de fuentes renovables.
- "Dos veces 20 para 2020. El cambio climático, una oportunidad para Europa". Comunicación de la Comisión Europea, 2008.

- Inventario de emisiones a la atmósfera de España. Sumario de Resultados. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, 2009.
- Estrategia Española de Movilidad Sostenible, 2009.
- Changing the way America moves: creating a more robust economy, a smaller carbon footprint and energy independence. American Public Transportation Association, 2009.
- Un futuro sostenible para los transportes. Hacia un sistema integrado, tecnológico y de fácil uso. Comisión Europea-Dirección General de Energía y Transporte, 2009.
- Cost-Effective GHG Reductions through Smart Growth & Improved Transportation Choices. An economic case for investment of cap-and-trade revenues. Center for Clean Air Policy Transportation and Climate Change Program, 2009.
- How the energy sector can deliver on a climate agreement in Copenhagen. International Energy Agency, 2009.
- Environmental assessment of passenger transportation should include infrastructure and supply chains. Mikhail V Chester and Arpad Horvath. Department of Civil and Environmental Engineering, University of California, 2009.
- Civil Engineering and Climate Change Protocol, 2009.
- Carbon tax and greenhouse gas control: options and considerations for congress. Congressional Research Service, 2009.
- "Green" Taxes And Fees: A Politically Acceptable Way to Increase Transportation Revenue? Mineta Transportation Institute's National Transportation Finance Center. Transportation Research Board, 2009.
- Incorporating climate change considerations into transportation planning. Georgia Institute of Technology. Transportation Research Board, 2009.
- TRANSvisions. Report on Transport Scenarios with a 20 and 40 Year Horizon, 2009.
- Resumen para el ciudadano. Paquete de medidas de la UE sobre cambio climático y energía. Comisión Europea, 2009.
- Hacia la consecución de un acuerdo a gran escala sobre el cambio climático en Copenhagen. Comunicación de la Comisión Europea, 2009.
- Copenhagen Accord, 2009.
- Environmental assessment of passenger transportation should include infrastructure and supply chains. Mikhail V Chester and Arpad Horvath. University of California, 2009.
- Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables

y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE.

Plan de Acción de Techos Nacionales de Emisión para la aplicación del II Programa Nacional de Reducción de Emisiones, 2009.

El Protocolo de Kioto en la ingeniería de carreteras. Ángel Sampedro. Revista *Carreteras*, nº 167, especial "Carreteras y cambio climático", 2009.

Gestión de infraestructuras, tráfico y sumideros de CO₂ para reducir las emisiones del transporte por carretera. Elena de la Peña. Revista *Carreteras*, nº 167, especial "Carreteras y cambio climático", 2009.

Captura del CO₂ originado en el empleo de combustibles fósiles. Vicente J. Cortés y Benito Navarrete. Revista *Carreteras*, nº 167, especial "Carreteras y cambio climático", 2009.

Paradojas en la explotación de alta velocidad, Alberto García Álvarez (Fundación de los Ferrocarriles Españoles). III Jornadas Internacionales "ingeniería para alta velocidad", 2009.

ANEXOS

ANEXO 1. PROTOCOLO DE INGENIERÍA CIVIL Y CAMBIO CLIMÁTICO FIRMADO POR LA INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS DEL REINO UNIDO (ICE), LA AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERING DE LOS ESTADOS UNIDOS (ASCE) Y LA CANADIAN SOCIETY FOR CIVIL ENGINEERING (CSCE)

Antecedentes

ICE, ASCE Y CSCE consideran que es necesario reducir sustancialmente las emisiones de gases de efecto invernadero para reducir los riesgos del cambio climático. El aumento de la concentración de gases de efecto invernadero contribuirá al cambio climático. Es necesario adaptar las infraestructuras anticipadamente a las consecuencias del cambio climático, incluyendo una mayor incidencia y gravedad de las tormentas, inundaciones y aumento del nivel del mar.

Los efectos del cambio climático implican la reducción del acceso al suministro de agua potable, un aumento del riesgo de inundación y la amenaza de falta de disponibilidad de alimentos en regiones de África, Asia y América Latina. Adicionalmente, existen otros impactos potenciales del cambio climático.

El papel de los ingenieros

Los ingenieros civiles son necesarios para la planificación, diseño, construcción, operación, mantenimiento y deconstrucción de las redes de transporte, que permiten la actividad económica y proporcionan riqueza y salud a la sociedad. Serán necesarios cambios significativos en el diseño, construcción y uso de estas redes para conseguir reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y garantizar la previsión del impacto del cambio climático.



Prioridades en la ingeniería

Mitigación: la ingeniería civil debe liderar la búsqueda de nuevas tecnologías y materiales para reducir las emisiones a lo largo de todo el ciclo de vida de las infraestructuras. Los esfuerzos deben centrarse en el desarrollo eficiente de las tecnologías existentes y en la investigación acerca de nuevas tecnologías y materiales. Las estrategias de mitigación deben incorporar incentivos para conseguir un desarrollo en el corto plazo, así como la implementación de tecnologías de alta eficiencia y baja (o nula) emisión de gases de efecto invernadero y un sistema de captura y almacenamiento de carbono eficiente.

Nos comprometemos a colaborar con los gobiernos en el desarrollo de una hoja de ruta para una infraestructura baja en carbono, que establezca los pasos que deben darse hasta el año 2050. Será preciso incluir:

- Generación de energía:
 - Utilización de energías renovables y de bajo consumo de carbón como la nuclear,

hidráulica, eólica, geotermal, solar y de las mareas.

- Aumento de la eficiencia energética.
- Desarrollo de nuevas tecnologías, incluyendo la captura y el almacenamiento de carbono.

- Transporte: promover soluciones no estructurales como nuevos sistemas de transporte público, proyectos para reducir la congestión y mejora del transporte ferroviario interurbano.

- Diseño bajo en carbono, que implica una reducción en la energía empleada en la construcción y una gran disminución de la demanda de energía a lo largo de toda la vida de la infraestructura, así como de las emisiones.

Adaptación: los ingenieros civiles deben desarrollar e implantar herramientas, políticas y prácticas para la evaluación del riesgo y la adaptación de los cambios en infraestructuras originados por el cambio climático.

Nos comprometemos a elaborar documentos que sirvan de guía para evaluar la vulnerabilidad de las infraestructuras y guías de buenas prácticas para la adaptación de las infraestructuras orientada a superar los puntos débiles. Se incluirán:

- Evaluación de la vulnerabilidad física de las infraestructuras civiles.
- Consideración de efectos no monetarios o intangibles del cambio climático, incluyendo impactos indirectos (por ejemplo, aumento del nivel del mar).
- Consideración de medidas de adaptación no estructurales.

Estas actividades se llevarán a cabo a través de la Federación Mundial de Organizaciones de Ingeniería (World Federation of Engineering Organization), para asegurar que las conclusiones se compartan a nivel mundial.

Prioridades públicas

El desarrollo de soluciones de ingeniería para reducir las emisiones requiere que los gobiernos nacionales elaboren una legislación estable y clara, y adquieran los compromisos regulatorios y fiscales para facilitar la implantación de tecnologías bajas en carbono.



En el contexto internacional, apoyamos la creación de un acuerdo internacional vinculante sobre emisiones globales, así como un proceso equitativo para alcanzarlo en el largo plazo. Este acuerdo debería:

- Establecer objetivos claros y razonables y marcos temporales para la reducción de gases de efecto invernadero.
- Estimular la inversión privada en tecnología de reducción de gases de efecto invernadero.
- Promover acciones en el corto plazo para reducir emisiones por parte de otros países.

Este acuerdo pone de manifiesto que se requerirá un mayor compromiso por parte de los inversores en las infraestructuras nuevas y existentes.

Firmado el 2 de junio de 2009 en Canadá por los presidentes de ICE, ASCE y CSCE.

ANEXO 2. OTROS CONCEPTOS CLAVES EN LA LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO: CAPTURA Y ALMACENAMIENTO DE CARBONO

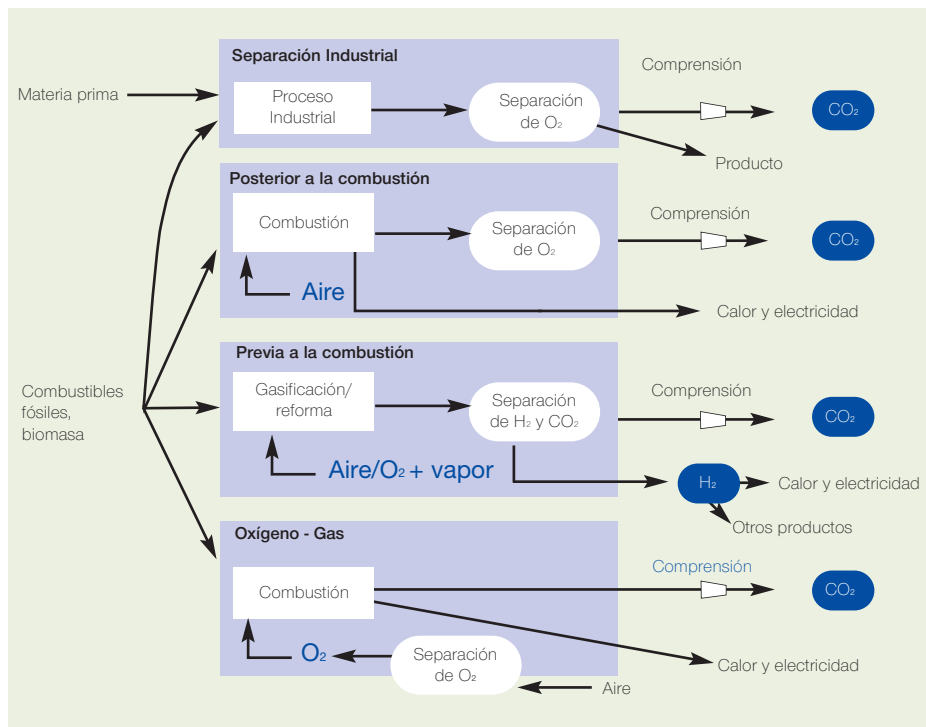
La captura y almacenamiento de CO₂ (CAC) es un proceso que consiste en la separación del CO₂ emitido por la industria y fuentes relacionadas con la energía, su transporte a un lugar de almacenamiento y su aislamiento de la atmósfera a largo plazo. Se trata de una de las opciones de la cartera de medidas de mitigación para la estabilización de las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero.

La captación de CO₂ puede aplicarse a grandes fuentes puntuales; el CO₂ sería comprimido y transportado para ser almacenado en formaciones geológicas, en el océano, en carbonatos minerales o para ser utilizado en procesos industriales.

Existen diferentes tipos de sistemas de captación de CO₂: posterior a la combustión, previo a la combustión y combustión de oxígeno-gas. La concentración de CO₂ en el flujo de gas, la presión del flujo de gas y el tipo de combustible son factores importantes para la selección del sistema de captación.

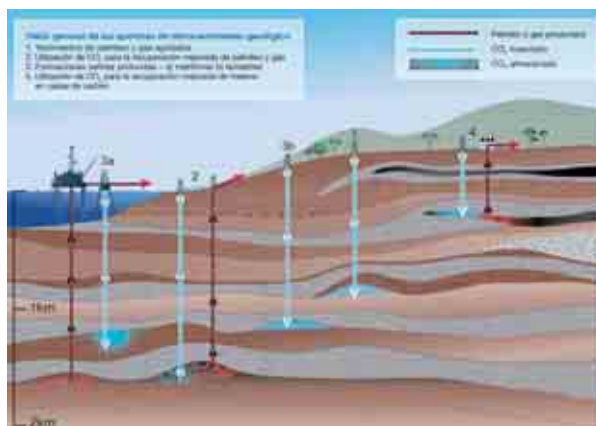
El almacenamiento de CO₂ en formaciones geológicas profundas en el mar o en la tierra utiliza muchas de las tecnologías desarrolladas por la industria petrolera y del gas y ha demostrado ser económicamente viable en condiciones específicas para los yacimientos de petróleo y gas y las formaciones salinas, pero todavía no para el almacenamiento en capas de carbón con dificultades para explotarse por ser demasiado profundos o demasiado finos.

Gráfico 30. Representación esquemática de los sistemas de captación.



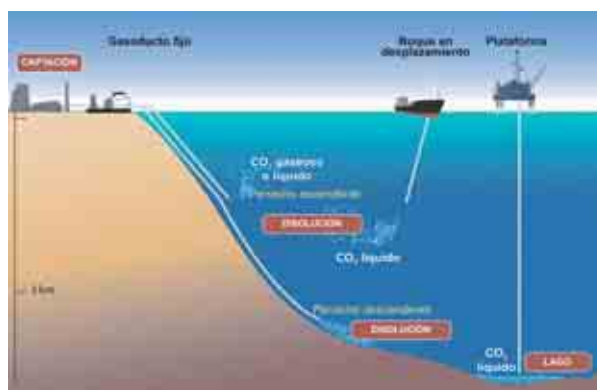
Fuente: IPCC y Cooperative Research Centre for Greenhouse Gas Technologies.

Gráfico 31. Visión general de las opciones de almacenamiento geológico.



Fuente: IPCC y Cooperative Research Centre for Greenhouse Gas Technologies.

Gráfico 32. Visión general de conceptos de almacenamiento oceánico.



Fuente: IPCC y Cooperative Research Centre for Greenhouse Gas Technologies.

En cuanto al transporte, los gasoductos son preferibles para el transporte de grandes cantidades de CO_2 a distancias de hasta 1.000 kilómetros. Para cantidades inferiores a algunos millones de toneladas de CO_2 al año o para distancias más largas en ultramar, el uso de buques, cuando proceda, podría ser más atractivo desde el punto de vista económico.

En la actualidad hay tres proyectos de almacenamiento a escala industrial (del orden de un millón de toneladas de CO_2 al año): el proyecto Sleipner en una formación salina marítima en Noruega, el proyecto Weyburn de recuperación mejorada de petróleo en Canadá y el proyecto In Salah en un yacimiento de gas en Argelia.

El almacenamiento oceánico podría llevarse a cabo de dos formas: mediante la inyección y disolución de CO_2 en la columna de agua (por lo general, a más de 1.000 metros de profundidad) por medio de un gasoducto fijo o un buque de desplazamiento, o mediante el depósito de CO_2 por medio de un gasoducto fijo y o una plataforma

marítima en el fondo oceánico a más de 3.000 metros de profundidad, donde el CO_2 tiene una mayor densidad que el agua y se espera que forme un "lago" que retrasaría la disolución de CO_2 en el entorno. El almacenamiento oceánico y su impacto ecológico están aún en fase de investigación.

La reacción del CO_2 con óxidos metálicos, que abundan en los minerales silicatos y se pueden encontrar en pequeñas cantidades en corrientes de desechos, produce carbonatos estables. La tecnología está en fase de investigación, pero ciertas aplicaciones que utilizan corrientes de desechos se hallan en la fase de demostración.

Los usos industriales del CO_2 captado como gas o líquido como materia prima en procesos químicos que producen productos valiosos que contienen carbono son posibles, aunque su contribución a la atenuación de emisiones de CO_2 es limitada.



Se considera que el lanzamiento global de las tecnologías de CAC deberá ir precedida de acciones previas de demostración para el aprendizaje y el lanzamiento inicial en los países más desarrollados. Se estima que podría alcanzarse un lanzamiento global entre 2020 y 2025.

La Unión Europea ha realizado un apuesta decidida para demostrar la viabilidad de centrales térmicas con capacidad para realizar la captura y almacenamiento de carbono a escala industrial; uno de los pasos que se han dado ha sido la subvención a una serie de proyectos de demostración en el contexto del Programa Europeo de Recuperación Económica en el ámbito de la energía. Entre los

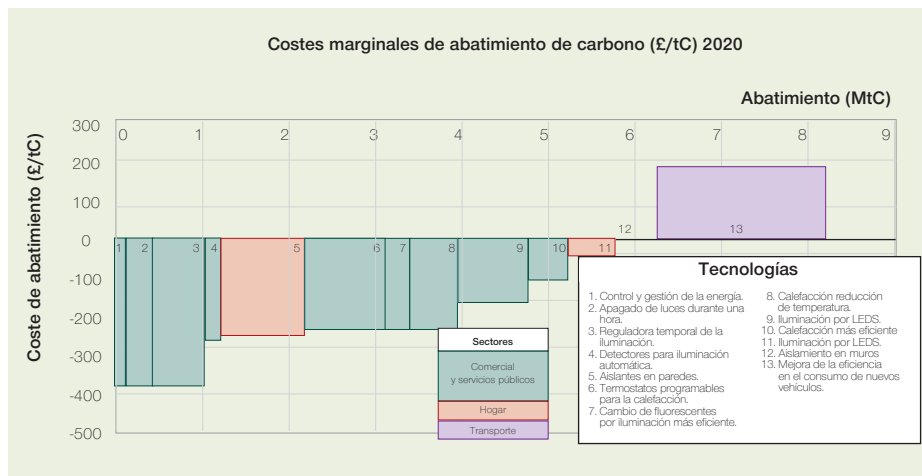
proyectos seleccionados se encuentra la iniciativa española que lideran Endesa y la Fundación Ciudad de la Energía para la construcción de la Plataforma de Desarrollo Tecnológico de Captura de CO₂ en Cubillos del Sil (León).

ANEXO 3. OTROS CONCEPTOS CLAVES EN LA LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO: COSTES DE ABATIMIENTO DEL CO₂

La reducción de emisiones en diferentes sectores conlleva inevitablemente un coste; sin embargo, la implantación de las medidas, tecnologías, normativas, etc. plantea órdenes de magnitud diferentes en cuanto a los costes de puesta en marcha y mantenimiento. En este sentido, se denomina "coste de abatimiento" al coste que supone evitar la emisión de una tonelada de CO₂ por medio de la implantación de una determinada medida.

El informe Stern ("Stern review: the economic of climate change") realiza un exhaustivo análisis económico de los costes del cambio climático. En él se incluye el siguiente gráfico en relación a los costes de abatimiento de un conjunto de tecnologías para la eficiencia energética en diferentes sectores en el Reino Unido:

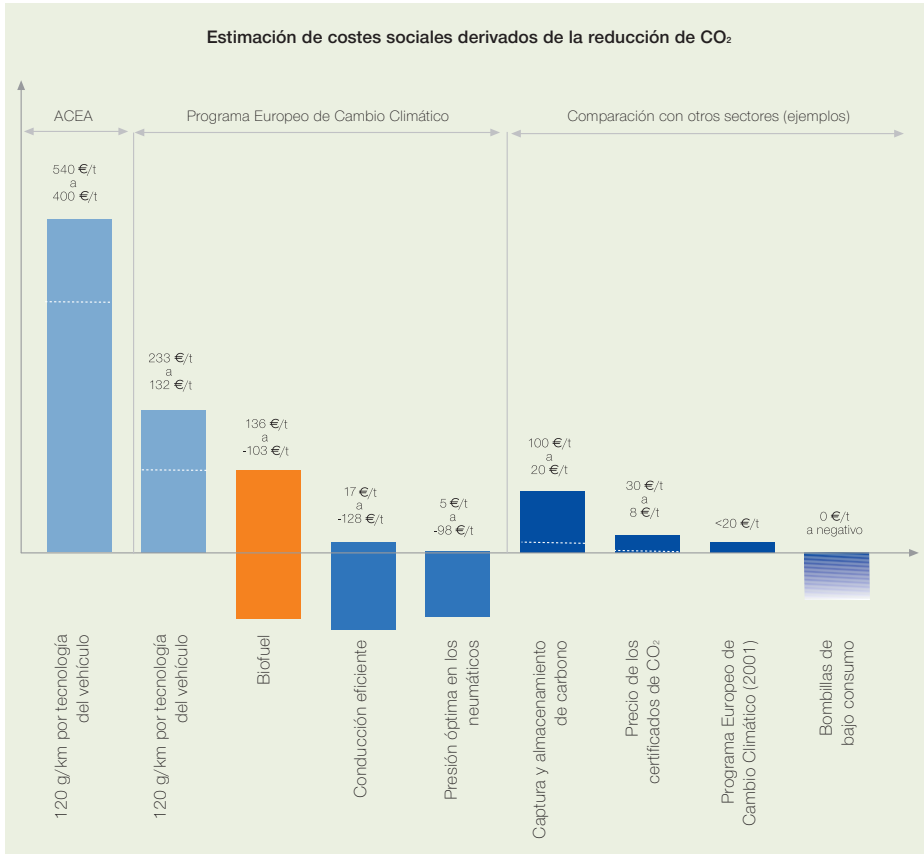
Gráfico 33. Coste de abatimiento de carbono en el Reino Unido.



Fuente: Stern review.

Se observa que el coste de abatimiento en el sector transporte (la medida que se incluye está relacionada con la reducción del consumo de los vehículos) supone un coste significativamente superior al asociado a medidas en el ámbito del hogar o del sector de los servicios públicos o comercial.

En esta misma línea, el siguiente gráfico, elaborado por TNO (consultor independiente contratado por la Comisión Europea), estima los siguientes costes sociales para la reducción de emisiones:

Gráfico 34. Estimación de los costes sociales de la reducción de emisiones de CO₂.Fuente: Programa Europeo de Cambio Climático⁸.

ANEXO 4. DEFINICIONES DE INTERÉS

Gases de Efecto Invernadero (GEI)

Se consideran Gases de Efecto Invernadero (GEI) los gases integrantes de la atmósfera, de origen natural y antropogénico, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de ondas del espectro de radiación infrarroja emitido por la

8. ACEA: Asociación de Fabricantes Europeos de Vehículos.

superficie de la Tierra, la atmósfera, y las nubes. Esta propiedad causa el efecto invernadero. El vapor de agua (H₂O), dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (N₂O), metano (CH₄), y ozono (O₃) son los principales gases de efecto invernadero en la atmósfera terrestre. Además existe en la atmósfera una serie de gases de efecto invernadero totalmente producidos por el hombre, como los halocarbonos y otras sustancias que contienen cloro y bromuro, de las que se ocupa el Protocolo de Montreal. Además del CO₂, N₂O, y CH₄, el Protocolo de Kioto aborda otros gases de efecto invernadero, como el hexafluoruro de azufre (SF₆), los hidrofluorocarbonos (HFC), y los perfluorocarbonos (PFC).
Fuente: IPCC.

Asignación

Número de derechos que le corresponden a un titular de una instalación con autorización de emisión de GEI, conforme a lo establecido en el Plan Nacional de Asignaciones.

Plan Nacional de Asignación

Plan de un Estado por el que asigna a cada instalación emisora de GEI e incluida en los sectores que suponen el 40% del total de emisiones, sus derechos de emisión para un periodo determinado (2005-2007 o 2002-2012). En el primer periodo se otorgará un mínimo del 95% de Derechos de Emisiones de forma gratuita mientras que en el segundo periodo el mínimo se fija en 90%.

Comercio de emisiones

Sistema que utiliza mecanismos de mercado para la consecución de objetivos medioambientales.

Permite a los países que reducen sus emisiones de gases de efecto invernadero por debajo de su tope de emisión utilizar o comerciar con sus excedentes de reducción para compensar las emisiones de otra fuente en el interior o en el exterior del país. Normalmente, la compraventa puede efectuarse a nivel interno de una empresa, o a nivel nacional o internacional.

Dióxido de carbono (CO₂)

Gas que existe espontáneamente y también como subproducto del quemado de combustibles fósiles procedentes de depósitos de carbono de origen fósil, como el petróleo, el gas o el carbón, de la quema de biomasa, o de los cambios de uso de la tierra y otros procesos industriales. Es el gas de efecto invernadero antropógeno que más afecta al equilibrio radiativo de la Tierra. Es también el gas de referencia para la medición de otros gases de efecto invernadero y, por consiguiente, su potencial de calentamiento mundial es igual a 1.



CO₂ equivalente

Concentración de CO₂ que daría lugar al mismo nivel de forzamiento radiativo que la mezcla dada de CO₂ y otros gases de efecto invernadero.

El forzamiento radiativo mide en términos simples la importancia de un posible mecanismo de cambio climático; es una perturbación del balance de energía del sistema Tierra-atmósfera que se produce, por ejemplo, a raíz de un cambio en la concentración de CO₂ o en la energía emitida por el sol.

Mitigación

Cambios y reemplazos tecnológicos que reducen el insumo de recursos y las emisiones por unidad de producción. Aunque hay varias políticas sociales, económicas y tecnológicas que reducirían las emisiones, la mitigación, referida al cambio climático, es la aplicación de políticas destinadas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y a potenciar los sumideros.

Sectores difusos

Los sectores difusos incluyen las actividades generadoras de emisiones de gases de efecto invernadero (en adelante GEI) que no se encuentran incluidas dentro del ámbito de aplicación de la Ley 1/2005 de 9 de marzo por la que se regula el régimen del Comercio de Derechos de Emisión de gases de efecto invernadero en España. Estos sectores son, según la clasificación utilizada en el Plan Nacional de Asignación 2008-2012, los siguientes:



- a) Transporte
- b) Residencial, comercial e institucional
- c) Agrario
- d) Residuos
- e) Gases fluorados

A esta clasificación se añaden las actividades del sector industrial no cubierto por el citado régimen de Comercio de Derechos de Emisión, bien porque el sector no esté por el momento tipológicamente incluido (caso de la industria química) o bien por no superar los umbrales establecidos en la normativa aplicable.

Forestación

Creación de un bosque, como fruto de la actividad humana, donde no lo había al menos durante los últimos cincuenta años, mediante plantación, siembra o fomento de semilleros naturales.

Reforestación

Creación de un bosque, como fruto de la actividad humana, en tierras que tuvieron bosque pero que actualmente están deforestadas, mediante plantación, siembra o fomento de semilleros naturales.

Deforestación (como fuente de emisión)

Conversión de tierras con bosque en tierras no forestales como resultado directo de la actividad humana.

Actividades adicionales (en relación con sumideros de carbono)

En el caso de España, gestión de bosques (utilización de prácticas para permitir que el bosque cumpla sus funciones ecológicas, económicas y sociales de manera sostenible, como las podas y las claras) y gestión de tierras agrícolas (aplicación de prácticas en tierras dedicadas a cultivos agrícolas y en tierras mantenidas en reserva o no utilizadas temporalmente para la producción agrícola, que mantengan o aumenten el contenido de carbono, principalmente en el suelo, como el barbecho sin suelo desnudo, la supresión del laboreo...).