

Observatorio Industrial de Electrónica, Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones

Estudio del impacto de las tecnologías y las comunicaciones en el desarrollo sostenible

Este documento está elaborado por expertos independientes bajo la supervisión de AETIC con el propósito de analizar el desarrollo sostenible en relación con las TIC, pero en modo alguno representa la posición oficial de AETIC con respecto de a otras cuestiones que pudieran derivarse más allá de este análisis.

23 de enero de 2009

Índice

Índice	3
Listado de figuras	7
Listado de tablas.....	10
Resumen ejecutivo	13
PARTE I. Introducción general	22
1. Desarrollo sostenible: calidad de vida, desarrollo económico y medio ambiente	22
2. La perspectiva europea	23
3. TIC y sostenibilidad.....	26
4. Objetivos de este documento	28
5. Algunas notas adicionales sobre España	29
PARTE II. Transporte	34
6. Visión general. Transporte y emisiones de GEI.....	34
6.1. La situación en Europa	34
6.2. La situación en España.....	39
7. Oportunidades derivadas del uso de las eTIC para la reducción de emisiones del transporte.....	44
7.1. Reducción del número de desplazamientos	45
7.1.1. Uso de servicios electrónicos	45
7.1.2. Reuniones virtuales	50
7.1.3. Teletrabajo.....	51
7.1.4. Fomento del transporte público	55
7.2. Avances en los procesos logísticos	56
7.3. Mejoras en la eficiencia energética de los vehículos	59
8. Aplicaciones en el caso de España	60

8.1.	Reducción del número de desplazamientos	60
8.1.1.	Uso de servicios electrónicos	60
8.1.2.	Teletrabajo.....	63
8.2.	Avances en los procesos logísticos	65
8.3.	Mejoras en la eficiencia energética de los vehículos	67
8.4.	Alternativas “verdes” en la elección del medio de transporte	68
8.4.1.	Pasajeros.....	69
8.4.2.	Mercancías	72
9.	Conclusiones y recomendaciones	73
PARTE III.	Construcción.....	75
10.	Visión General. Construcción y emisiones de GEI	75
10.1.	La situación internacional.....	75
10.2.	La situación en España.....	79
11.	Oportunidades derivadas del uso de las eTIC para la reducción de emisiones de la construcción.....	81
11.1.	Tecnologías de mejora.....	82
11.2.	Tecnologías de apoyo.....	83
11.3.	Tecnologías de transformación.....	83
12.	Las eTIC en el proceso de edificación: desarrollo sostenible y ahorro energético	84
12.1.	Planificación y ejecución urbanística	84
12.2.	Diseño arquitectónico.....	85
12.3.	Edificación e instalación.....	86
12.4.	Hogar digital	87
13.	Aplicaciones en el caso de España	89
14.	Conclusiones y recomendaciones	94
PARTE IV.	Energía.....	96

15.	Visión general. Energía y emisiones de GEI	96
15.1.	La situación en Europa	97
15.1.1.	Reducción de emisiones en la generación de energía.....	98
15.1.2.	Eficiencia energética.....	100
15.2.	La situación en España.....	101
15.2.1.	El sector energético en general	101
15.2.2.	La generación de energía eléctrica	102
15.2.3.	La intensidad energética.....	106
16.	Oportunidades derivadas del uso de las eTIC para la reducción de emisiones del sector de la energía	107
16.1.	La generación eléctrica	108
16.1.1.	Energía solar fotovoltaica	108
16.1.2.	Generación y distribución optimizada.....	109
16.2.	Tecnologías de monitorización y análisis.....	109
16.3.	Las infraestructuras inteligentes y la gestión dinámica de la demanda de energía	111
16.4.	Un caso particular: la iluminación	114
16.5.	El efecto directo de las eTIC en el consumo de energía	115
16.5.1.	Eficiencia energética de los sistemas eTIC	117
16.5.2.	La fabricación y el ciclo de vida de los productos eTIC.....	120
16.5.3.	TIC, medición y trazabilidad de las emisiones de GEI	121
17.	Aplicaciones en el caso de España	121
17.1.	Generación eléctrica solar fotovoltaica	121
17.2.	Infraestructuras inteligentes y gestión dinámica de la demanda	123
17.3.	La iluminación	124
18.	Conclusiones y recomendaciones	124
	PARTE V. Conclusiones y recomendaciones generales.....	126

19.	El efecto global de las eTIC en las emisiones de GEI	126
20.	Conclusiones generales.....	129
21.	Recomendaciones generales	131
	<i>Referencias</i>	135
	ANEXO I	140
	Metodología y objetivos	140
	ANEXO II	142
	Listado de siglas	142

Listado de figuras

Figura 1. Balance entre incremento y reducción de emisiones de CO ₂ generadas por un uso eficiente de las eTIC en Japón.....	28
Figura 2. Emisiones de GEI en España (1990-2006) y la UE (1990-2005). Índice respecto al año base (1990=100).....	31
Figura 3. Peso del transporte en el consumo energético y en la emisión de CO ₂ (2004).....	35
Figura 4. Evolución de las emisiones de GEI por sectores de actividad productiva en la EU-25 (1990-2004).....	36
Figura 5. Evolución de las emisiones de GEI debidas al sector transporte en Europa (1990-2005).....	37
Figura 6. Evolución de las emisiones de GEI debidas al sector del transporte en los países europeos (1990-2005).....	38
Figura 7. Emisiones de GEI, sustancias acidificantes y precursores del ozono troposférico procedentes del transporte en España (1990-2005).....	39
Figura 8. Emisiones de CO ₂ en España desglosadas por medios de transporte (1990-2005).....	40
Figura 9. Evolución de la utilización de medios de transporte para viajeros y mercancías (1995-2005).....	42
Figura 10. Evolución del parque de vehículos en España (1997 – 2006).....	43
Figura 11. Distribución por modalidades del parque de vehículos en España (a 31 de diciembre de 2006).....	44
Figura 12. Reducción de las emisiones de CO ₂ por la cumplimentación de impuestos por medios telemáticos.....	49
Figura 13. Reducción de las emisiones de CO ₂ debida a la sustitución de viajes de trabajo por videoconferencias.....	50
Figura 14. Reducción de las emisiones de CO ₂ de acuerdo con el número de audioconferencias.....	51

Figura 15. Reducción de las emisiones de CO ₂ en función del número de teletrabajadores.....	55
Figura 16. Reducción de las emisiones de CO ₂ por mejoras logísticas. Proyección a 2020.....	58
Figura 17. Adopción del comercio electrónico por los hogares españoles.....	61
Figura 18. Número de declaraciones del impuesto sobre la renta de las personas físicas presentadas por internet	62
Figura 19. Número de declaraciones de impuestos (cualquier tipo) presentadas por internet	62
Figura 20. Porcentaje de empresas que han adoptado el teletrabajo en Europa	63
Figura 21. Empresas que admiten y empleados que realizan teletrabajo en España	64
Figura 22. Porcentaje de teletrabajadores en los países de la Unión Europea.....	65
Figura 23. Distribución de camiones y furgonetas según la carga máxima autorizada.....	66
Figura 24. Antigüedad del parque de turismos en España (en porcentaje, a 31 de diciembre de 2006).....	67
Figura 25. Antigüedad del parque de camiones y de furgonetas en España (en porcentaje, a 31 de diciembre de 2006).....	68
Figura 26. Alternativas de transporte tomadas como ejemplo en un desplazamiento Madrid-Barcelona	69
Figura 27. Emisión de dióxido de carbono según el medio de transporte en un desplazamiento Madrid-Barcelona	70
Figura 28. Emisiones tóxicas (diferentes de dióxido de carbono) según el medio de transporte en un desplazamiento Madrid-Barcelona.....	70
Figura 29. Emisión de dióxido de carbono (en kg) de un turismo, según su clase, en un trayecto Madrid-Barcelona	71
Figura 30. Emisión de dióxido de carbono (en kg) de un turismo, según el combustible utilizado, en un trayecto Madrid-Barcelona	71

Figura 31. Emisión de dióxido de carbono (en kg) en un transporte de mercancías entre Madrid y Barcelona según el medio de transporte utilizado y la carga.....	72
Figura 32. Previsiones de demanda de energía por regiones.....	76
Figura 33. Uso de energía durante el ciclo de vida de un edificio.....	77
Figura 34. Estimación de emisiones de CO2 del sector de la construcción.....	78
Figura 35. Ciclo de vida de la construcción.....	84
Figura 36. Distribución del consumo energético de los hogares en España (2003)	90
Figura 37. Distribución del consumo energético en edificios del sector terciario en España (2005).....	90
Figura 38. Ciclo de edificación, tecnologías eTIC y ejes de actuación en España	92
Figura 39. Estimación del ahorro energético derivado de las Tecnologías eTIC para el Hogar Digital.....	94
Figura 40. Participación de las energías renovables eléctricas en el consumo	104
Figura 41. Escenario base y escenario “Tech Plus” de reducción de emisiones ocasionadas por la generación, transporte y distribución de energía eléctrica	107
Figura 42. Comparación de costes entre diversas tecnologías de generación de electricidad renovable no hidroeléctrica.....	109
Figura 43. Emisiones totales del sector de la energía (GtCO ₂ e) y posibles reducciones por medio de la utilización de infraestructuras inteligentes y sistemas DSM	113
Figura 44. Estimaciones y pronóstico del consumo energético en el Reino Unido para el uso de energía no doméstica.....	116
Figura 45. Reparto de las emisiones de GEI del sector eTIC entre redes de comunicaciones, data centres y dispositivos.....	117
Figura 46. Evolución del consumo de electricidad del sector eTIC en dos escenarios: normal y adopción de “tecnologías ecológicas”	118
Figura 47. Evolución de las emisiones de GEI del sector TIC.....	126

Figura 48. Impacto en GEI de la adopción intensiva de las TIC.....	127
Figura 49. Efecto en la eficiencia energética (consumo de energía eléctrica) debido a las eTIC en 2020.	128
Figura 50. Impacto presente y futuro de las eTIC en la emisión de GEI	128
Figura 51. Impacto presente y futuro de las eTIC en la emisión de GEI	129

Listado de tablas

Tabla 1. Relación entre adopción del comercio electrónico por los hogares e impacto en las emisiones debidas al transporte en Suecia.....	46
Tabla 2. Reducción de las emisiones de camiones y vehículos de reparto por la adopción del comercio electrónico (en millones de toneladas de CO ₂)	47
Tabla 3. Reducción de emisiones de CO ₂ por la adopción del comercio electrónico en Japón (en decenas de miles toneladas de CO ₂).....	48
Tabla 4. Reducción de emisiones de CO ₂ por la adopción de la administración electrónica en Japón (en decenas de miles toneladas de CO ₂).....	49
Tabla 5. Reducción en el número de kilómetros en desplazamientos por efecto del teletrabajo. Resultados de experimentos piloto.....	52
Tabla 6. Reducción de emisiones por la aceptación del teletrabajo (en millones de toneladas de CO ₂)	53
Tabla 7. Reducción de emisiones de CO ₂ por disminución de desplazamientos en Japón (en decenas de miles toneladas de CO ₂)	55
Tabla 8. Reducción de las emisiones causada por la sustitución de desplazamientos en transporte privado por desplazamientos en transporte público	56
Tabla 9. Reducción de las emisiones derivadas de las mejoras en la eficiencia del transporte de mercancías	58
Tabla 10. Reducción de emisiones de CO ₂ por la adopción sistemas de transporte “inteligentes” en Japón (en decenas de miles toneladas de CO ₂)	59

Tabla 11. Reducción de las emisiones derivadas de las mejoras en la eficiencia de los vehículos.....	60
Tabla 12. Consumo residencial de energía EU-27 (2005 y 2020).....	77
Tabla 13. Escenario de ahorro energético objetivo 2008-2012 en el sector de la construcción en España	93
Tabla 14. Contribuciones potenciales de diversos sectores a la reducción de emisiones de GEI en la UE-15 en el horizonte de 2010.....	98
Tabla 15. Reducción potencial de emisiones de CO2 (millones de toneladas) en la EU-15 con diversos tipos de energías renovables, así como sus costes (€ por tonelada de reducción) en función de diferentes tasas de interés.....	99
Tabla 16. Resumen de reducción de emisiones de GEI (millones de toneladas) por la generación de energía en la EU-15 en 2010 sin tomar medidas y sin cambios tecnológicos (FRTL), y en el caso de tomar las medidas de sustitución por renovables, co-generación, ciclo combinado y uso de tecnologías CCS.	100
Tabla 17. Escenario de contribución a la reducción de emisiones de CO2 del sector de la generación de energía para el cumplimiento del protocolo de Kyoto en 2010.	103
Tabla 18. Ahorros de energía en la iluminación en Europa.....	115
Tabla 19. Consumo de energías renovables en España (Ktep) 1990-2005 y objetivos para 2010 del Plan de Energías Renovables 2005-2010.....	122

Resumen ejecutivo

El desarrollo sostenible consiste en hacer compatibles la mejora de la calidad de vida, el desarrollo económico y la conservación del medio ambiente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. El desarrollo sostenible se enfrenta con fenómenos inquietantes como el cambio climático, la pérdida de la biodiversidad o la contaminación, en un entorno de desigualdad entre países, regiones y sectores sociales, y sin que nadie parezca querer renunciar a las ventajas del progreso económico. Sin embargo, se tiene la intuición de que existe tecnología y capacidad económica para encontrar una senda de desarrollo sostenible, aunque, evidentemente, no tendrá éxito sin el convencimiento de las personas y un eficaz liderazgo político.

Precisamente la Unión Europea está intentando liderar mundialmente el ámbito del desarrollo sostenible y, para ello, se ha propuesto metas muy ambiciosas, en particular reducir al menos un 20% las emisiones de gases causante del efecto invernadero (GEI) en 2020 con respecto a los niveles de 1990. El Consejo Europeo reconoció que el medio más idóneo para alcanzar unos objetivos tan ambiciosos es que cada Estado miembro conozca las expectativas, que los objetivos sean jurídicamente vinculantes y que se cuente con una adecuada participación de los agentes sociales, en particular a nivel sectorial. Las oportunidades que ofrece la transición permitirán reducir las importaciones de petróleo y gas se reduzcan en unos 50 000 millones de euros en 2020, la creación de aproximadamente un millón de puestos de trabajo en el sector de las energías renovables de aquí a 2020, y acceder al volumen de negocio de 227 000 millones de euros anuales que suponen las tecnologías ecológicas. Por supuesto estos objetivos son únicamente posibles si se realizan cambios drásticos, y no meramente incrementales, en el uso de las infraestructuras, en nuestros estilos de vida y en el comportamiento y objetivos de las empresas. La sostenibilidad es al mismo tiempo una última gran oportunidad para una Europa que ya no es competitiva en mano de obra, que pudiera estar alejándose de los mecanismos de incremento de la productividad derivados de la innovación tecnológica, y que tiene una enorme dependencia de energías fósiles.

El sector de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) tiene el potencial de liderar este cambio hacia el desarrollo sostenible, ya que las eTIC

ofrecen una de las vías de solución más prometedoras para la reducción de emisiones de GEI. El impacto de las eTIC sobre el medio ambiente no se manifiesta en un único sentido ni es necesariamente siempre positivo. Existen efectos directos generados por los equipos y las infraestructuras TIC; efectos indirectos debidos a la incorporación "horizontal" de las eTIC a muchas otras actividades; y efectos sistémicos asociados con los nuevos hábitos, estructuras sociales y patrones de consumo que surgen cuando los productos, servicios y aplicaciones eTIC son usados con más intensidad o de una manera diferente.

La práctica totalidad de estudios considera que el balance entre resultados favorables y resultados nocivos derivados del uso de las eTIC es positivo, es decir, que una mayor utilización de las eTIC puede ayudar a reducir el volumen de GEI.

De todos los efectos de las eTIC sobre el desarrollo sostenible, este documento se centra en el más acuciante ahora mismo: el cambio climático, o lo que es lo mismo, la reducción de las emisiones de gases, con el CO₂ a la cabeza, que crean el efecto invernadero. Para ello se han seleccionado tres ámbitos donde a priori el efecto de las eTIC puede ser mayor: el transporte, la edificación, y la energía. El documento no trata otras cuestiones relacionadas con las eTIC y la sostenibilidad como el uso de materiales peligrosos para el medio ambiente, el consumo de agua en la fabricación de equipos eTIC o el reciclaje de los mismos.

El caso de España

La relación entre eTIC y sostenibilidad es particularmente importante para España por una serie de circunstancias concretas entre las que destacan: la dificultad de la economía española para estabilizar sus emisiones de GEI; la dependencia energética externa que tenemos de energías fósiles; la importancia que tiene en España el transporte terrestre; y la necesidad de buscar nuevos nichos de oportunidad con mayor valor añadido en la construcción. En definitiva, si el desarrollo sostenible tiene en general un lugar muy destacado en la agenda política, en el caso de España éste debe ser aún si cabe más importante y, visto desde la perspectiva eTIC, se trata de una oportunidad para incorporarlas más intensamente a otros sectores como la energía, el transporte o la construcción, además de contribuir a una mejora del bienestar de la sociedad en su conjunto.

Asimismo, el potencial de las eTIC no se ha aprovechado hasta ahora en España para llevar a cabo una reducción de las emisiones de GEI. Con un horizonte

2020, las eTIC podrían reducir hasta cinco veces sus propias emisiones debido a su influencia en otros sectores. En particular para el caso español, las mayores oportunidades del uso intensivo de las eTIC están en: la reducción de desplazamientos debidos a la “desmaterialización” de la economía (servicios electrónicos, trabajo flexible, mejoras en la logística); las mejoras en la eficiencia energética de los vehículos; la edificación y el hogar digital, la iluminación interior y exterior; las infraestructuras inteligentes de transporte y distribución de energía eléctrica; la gestión dinámica de la demanda de energía; y la energía solar fotovoltaica.

Transporte

La medida más simple para frenar la emisión de GEI generados por el uso del transporte es tomar medidas que permitan reducir el número de desplazamientos. En este sentido, el desarrollo de la sociedad de la información en España y, en concreto, la difusión entre ciudadanos y empresas de prácticas ligadas al uso de aplicaciones y servicios electrónicos, tiene un efecto modernizador del país, pero, además, también contribuye a la reducción de desplazamientos y, por tanto, a una menor emisión de GEI. A largo plazo, se debería avanzar en estos procesos de “desmaterialización” de actividades y en la oferta a distancia de servicios electrónicos.

La divulgación del teletrabajo en las empresas debe continuar creciendo de la mano de las posibilidades que ofrece el progreso de las TIC. Pese a la aparición de otros desplazamientos, en términos netos más teletrabajo significa menos traslados diarios. Las eTIC también pueden evitar que muchas de las reuniones laborales sean “físicas”, consiguiéndose los mismos resultados sin necesidad de desplazamiento de los participantes.

Las eTIC aumentan la sensación de comodidad y el grado de satisfacción de los usuarios de transporte público, con un resultado de un incremento en su utilización y, en consecuencia, una disminución en el uso de vehículos particulares. La progresiva incorporación de tecnologías de información a la mecánica de los vehículos está permitiendo una mejora en la eficiencia del consumo de combustible. El parque de vehículos español es anticuado y deberían mantenerse, o incluso reforzarse, los programas que incentivan la sustitución de vehículos anticuados por otros nuevos que ya incorporan estas mejoras y son, por tanto, mucho menos contaminantes.

El uso del turismo en los desplazamientos de pasajeros debería desincentivarse frente al uso del tren, mucho más respetuoso con el medio ambiente.

Lo anterior es, si cabe, aún más cierto en el caso del avión, el medio más contaminante de los habitualmente utilizados. También en el transporte de mercancías debe incentivarse el uso del tren frente al transporte por carretera y, muy especialmente, frente al avión. La carga del vehículo es un parámetro fundamental. Las eTIC permiten mejoras en los programas logísticos que deben incorporarse para reducir el número de trayectos y para optimizar la carga que se desplaza en cada trayecto.

Es básico desarrollar herramientas que informen a los usuarios sobre el uso óptimo que pueden realizar de sus vehículos y que, además, les indiquen los efectos para el medio ambiente de cada una de las posibles opciones con que cuentan para sus desplazamientos. Esta acción debería en conjunción con campañas que transmitan una mayor concienciación medioambiental.

Construcción

Las eTIC ofrecen mejoras evidentes en la planificación del uso eficiente y el posterior consumo de energía en el ámbito de la construcción. De hecho, el sector de la construcción tiene un importante margen de mejora para contribuir al objetivo general de reducción de emisiones de GEI. Esta afirmación es particularmente importante en España, dado el gran desarrollo del sector en los últimos años.

Las medidas que se podrían desarrollar deberían orientarse principalmente al fomento del ahorro energético y el consumo responsable. Dada la tipología de edificios existente, las medidas deberían adaptarse a la realidad y situación de cada uno de ellos (edificios existentes o de nueva construcción). En las primeras se buscaría el ahorro energético a través de mejoras en la envolvente, en las instalaciones térmicas e instalaciones de iluminación; mientras que, para el parque de nuevos edificios, se buscaría la promoción de edificios específicamente diseñados para obtener la calificación energética más alta posible.

La principal barrera para implantar las medidas concretas en los edificios existentes es la económica, pues el gasto en energía solamente representa un 3% del gasto de explotación general, en un edificio del terciario, y un porcentaje similar para el presupuesto familiar en el caso de viviendas, lo que da lugar a que cualquier medida de ahorro sea poco atractiva. En el caso de edificios nuevos las barreras están más asociadas a aspectos administrativos ligados a la dispersión de las competencias y a la gran cantidad de agentes intervinientes en el proceso edificatorio.

Energía

La contribución de las eTIC a la reducción de emisiones originadas en el sector de la energía no ha sido cuantificada como relevante hasta ahora, sin embargo éstas tienen un enorme potencial en este sector.

Por orden de importancia en primer lugar se sitúan las tecnologías que permiten dotar de mayor inteligencia a las infraestructuras de transporte y distribución de la energía eléctrica y, asimismo, las que permiten efectuar una gestión dinámica de la demanda de energía. Ambas tecnologías no se encuentran totalmente desarrolladas y, probablemente, requieren todavía una cierta cantidad de investigación y un número de demostraciones para probar su potencial. Sin embargo, las ventajas que podría ofrecer al sector de la generación son suficientes como para insistir en que sean apoyadas y, eventualmente, implementadas cuanto antes. Estas tecnologías son también un buen ejemplo del nuevo tipo de colaboración público – privada que es necesario para la sostenibilidad. Su implementación podría requerir ingentes inversiones que necesitarían una cierta seguridad de retorno y ni la oferta ni la demanda por sí solas las considerarían tan atractivas como para desplegarlas. También conviene señalar que su capacidad de integrar con mayor facilidad la generación distribuida de energías renovables, una apuesta clara de España, hace que sea más atractivo su impulso.

La energía solar fotovoltaica también tiene un gran potencial para contribuir a la reducción de las emisiones de GEI, siendo, además, un ámbito donde España tiene un liderazgo destacado. Se enfrenta sin embargo a los problemas derivados de sus costes comparativos con otras fuentes de energía en su estadio actual de desarrollo y economías de escala. Esto hace necesario, por tanto, continuar una política de incentivos que permita superar las barreras para su despliegue si se pretende que sea una fuente importante de reducción de emisiones. En esta área conviene también señalar la necesaria coordinación entre CCAA y AGE.

Por último, una breve nota sobre la iluminación, tanto externa como interna. Aquí la tecnología de “estado sólido” tiene un papel muy importante que jugar, más aún cuando, por ejemplo, hemos sido pioneros también en actualizar todo tipo de señalizaciones de tráfico con estos sistemas.

Conclusiones y recomendaciones finales

Según los datos de la iniciativa GeSI (2008), el efecto global del sector eTIC (dispositivos, sistemas e infraestructuras) en las emisiones de GEI fue de 830 MtCO₂e, es decir, alrededor del 2% del total de emisiones derivadas de la actividad humana. Incluyendo las mejoras en eficiencia probables, en el año 2020 las emisiones de las eTIC estarán en torno a las 1,4 GtCO₂e. Sin embargo, sería posible que las eTIC pudieran, en 2020, reducir hasta 5 veces más las emisiones que ellas mismas causan, contribuyendo de forma muy significativa a los objetivos de disminución del calentamiento global.

Los ahorros posibles por el efecto de las eTIC provienen fundamentalmente: (i) del transporte con el protagonismo de los sistemas “inteligentes” de logística, de transporte, de desmaterialización y de vehículos más eficientes; (ii) de la construcción fundamentalmente a través de los edificios “inteligentes”, pero también a través de la desmaterialización; y (iii) de la energía donde el papel más relevante lo tienen los sistemas que permiten optimizar la eficiencia del sistema de distribución eléctrico y la gestión dinámica de la demanda de consumo de energía.

Este escenario no debe ocultar que existe una cierta incertidumbre sobre que las eTIC no produzcan un “efecto rebote” y que los incrementos de productividad derivados de su uso masivo no se traduzcan en un incremento del consumo de energía. La consecuencia de ello es que si se pretende que las eTIC contribuyan a reducir de manera significativa las emisiones de GEI, no pueden actuar solas. Tienen que enmarcarse en un conjunto de medidas políticas, económicas y, sobre todo, involucran un cambio de mentalidad en las personas y las sociedades. Precisamente las eTIC son la pieza clave para cambiar los estilos de vida, hacer que tengan una baja contribución al calentamiento global y a la vez se consiga una mejor calidad de vida.

Además de su efecto sobre sectores concretos como los examinados en este informe, las eTIC pueden servir para conectar muchas de las iniciativas dispersas que existen y para darle un sentido a los esfuerzos generales que hacen falta. Por tanto las eTIC facilitan integración y “system thinking”, los elementos necesarios para un salto cualitativo como el que se necesita para la reducción de las emisiones de GEI.

En este contexto, el caso de España es particularmente acuciante, puesto que en nuestro país se dan todas las circunstancias para “una tormenta perfecta” en el sentido de no ser capaces de reducir las emisiones de GEI. De aquí que el papel de

las eTIC sea aún más relevante en nuestro caso y que su aplicación en los sectores mencionados en este informe sea imperiosa.

Para que las eTIC tengan un papel destacado en la reducción de CO₂ y las soluciones que se prevén hoy sean verdaderamente escalables es necesario desarrollar una estrategia concreta a este respecto. La estrategia debe incluir objetivos mensurables, debe basarse en servicios eTIC realizables, debe seguir el principio de precaución y debe encuadrarse en un marco de actuación global (político, económico y social).

El propósito de este informe no es desarrollar este posible plan de acción en detalle, trabajo que queda para posteriores iniciativas; no obstante a continuación se señalan los grandes ámbitos de acción de las eTIC tanto sobre cualquier sector en general como respecto al propio sector eTIC, además del tipo de marco institucional de colaboración público-privado que sería necesario.

Las acciones concretas que las eTIC pueden llevar a cabo y sobre las que existen un mayor grado de consenso se dividen en cuatro áreas principales, que tienen impacto sobre cualquier sector:

- Suministrar información de forma estandarizada sobre el consumo de energía y las emisiones de cualquier producto o servicio, y en particular, hacerlo como ejemplo de buenas prácticas sobre el propio sector TIC, incluyendo todo el ciclo de vida del producto o servicio.
- Ser el soporte de la monitorización de información que permita el control del uso de la energía y llevar la contabilidad detallada del consumo de la misma y su implicación en términos de emisión de GEI, de tal manera que pueda formar parte de las estrategias organizativas y de gestión de todo tipo de consumidores. El objetivo último es que la información sobre la energía y las emisiones “sea visible”.
- Identificar y acelerar el desarrollo de las mejores tecnologías bajas en emisiones de dióxido de carbono en otros sectores y que se basen en las eTIC. En particular, trabajar en las áreas donde hay mayores oportunidades: transporte, construcción – edificación y energía

- Suministrar alternativas al estilo de vida actual (en la educación, el trabajo, el ocio o los viajes), que mantengan la calidad de la misma, pero que sean más sostenibles.

Y otras cuatro áreas específicas de las TIC:

- Mejorar el rendimiento medioambiental de toda la cadena de producción y suministro eTIC compartiendo mejores prácticas, de manera que exista una política de sostenibilidad sistémica de extremo a extremo. Asimismo, continuar la búsqueda de innovaciones que consigan un salto cualitativo en la reducción del consumo energético de los productos y servicios TIC.
- Demostrar que las eTIC se pueden utilizar para monitorizar el consumo de energía y las emisiones de los propios productos y servicios TIC.
- Asegurarse que las cuestiones de eficiencia energética y, en particular, la emisión de GEI se tienen en cuenta por parte de las organizaciones encargadas de establecer los estándares del sector eTIC y, además, contribuir al desarrollo de estándares de interoperabilidad de diversos sistemas inteligentes. En esta misma línea ser líderes en el etiquetado “energético” de los productos y servicios eTIC
- Estimular y alentar el cambio de comportamiento en el uso de las eTIC en las tres etapas básicas del consumo: adquisición, utilización y sustitución.

El marco de colaboración público – privado necesario se traduce en que:

- Las administraciones den claras muestras de que se requieren las reducciones de emisiones comprometidas.
- Se armonicen las políticas de apoyo a todo tipo de infraestructuras, sistemas y equipos inteligentes (transporte, construcción y energía) y se incluyan a las eTIC como un elemento clave de todas ellas.
- Se examine el “gap normativo”, es decir, se completen las normativas necesarias y se revisen las normativas existentes para que no existan “incentivos perversos” desde el sector público que vayan contra la sostenibilidad. Asimismo, en que se considere el llamado “gap de implementación” para que la normativa actualmente existente se implemente verdaderamente.

- El sector público sea un verdadero primer ejemplo para las eTIC y la sostenibilidad a través, por ejemplo, de una implementación de administración electrónica 2.0

Finalmente es también necesario un cambio en el comportamiento de los usuarios como condición necesaria. El comportamiento de los usuarios tiene una influencia espectacular en la eficiencia energética; en primer lugar debido a las preferencias de adquisición de productos más eficientes, y en segundo lugar, debido a los patrones que siguen con respecto al uso real. Todos ellos pueden representar el verdadero motor detrás de la innovación y el desarrollo de productos porque proporcionan la “demanda” del mercado de productos y servicios, aunque hasta ahora este patrón no ha emergido con la fuerza necesaria.

PARTE I. Introducción general

1. Desarrollo sostenible: calidad de vida, desarrollo económico y medio ambiente

La calidad de vida es una preocupación relativamente nueva entre los objetivos socio-económicos. Hasta hace prácticamente unos veinte años, la obsesión por el crecimiento económico había dejado en un segundo plano el interés por los efectos y derivaciones que pudiera tener sobre el medio ambiente y sobre sus consecuencias para las generaciones futuras. Afortunadamente poco a poco se va imponiendo la idea de que es necesario encontrar un camino que haga compatibles la mejora de la calidad de vida, el desarrollo económico y la conservación del medio ambiente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Es a este triángulo “mágico” al que se suele denominar como “desarrollo sostenible” o simplemente “sostenibilidad”. Como ejemplo de su importancia política, el mismo Tratado de la Unión Europea (2008) recoge en su artículo 3 que “La Unión [...] obrará en pro del desarrollo sostenible de Europa basado en un crecimiento económico equilibrado y en la estabilidad de los precios, en una economía social de mercado altamente competitiva, tendente al pleno empleo y al progreso social, y en un nivel elevado de protección y mejora de la calidad del medio ambiente”.

La calidad de vida tiene diversos componentes. Tradicionalmente se ha vinculado con el desarrollo de los servicios sociales (educación y salud, típicamente) del denominado *Estado del Bienestar*. Más recientemente el concepto se ha ampliado para abarcar aspectos relativos a los bienes y servicios consumidos, al empleo y la calidad del trabajo, al uso y disfrute del tiempo y al medio ambiente. El desarrollo económico se ha basado en el crecimiento económico (renta, PIB, etc) y del empleo (disminución de la tasa de paro, aumento de la población activa, productividad, etc). Por su parte, la conservación del medio ambiente cubre la erosión del suelo, la contaminación del aire, de las aguas terrestres y del mar, la conservación de los recursos naturales (especialmente los no renovables), la fauna y la flora, el medio ambiente urbano (congestión, ruidos, etc) y, finalmente, los residuos. Del examen de

la lista anterior se desprende de manera evidente el desafío que supone la consecución de todos estos objetivos al mismo tiempo.

Como consecuencia de las incompatibilidades entre estos objetivos tal como se han entendido hasta ahora han aparecido fenómenos inquietantes como el cambio climático, el calentamiento global, la pérdida de la biodiversidad o la contaminación, todo ello además en un entorno de desigualdad entre países, regiones y sectores sociales, y sin que nadie parezca querer renunciar a las ventajas del progreso económico.

Pero también hay un rayo de esperanza. Se tiene la intuición de que existe tecnología y capacidad económica para enfrentarse a todas estas cuestiones, aunque, evidentemente, no tendrán éxito sin el convencimiento de las personas y un eficaz liderazgo político.

2. La perspectiva europea

Precisamente la Unión Europea está intentando liderar mundialmente el ámbito del desarrollo sostenible y, para ello, se ha propuesto metas muy ambiciosas. El origen de las mismas se sitúa en el acuerdo alcanzado por el Consejo Europeo en marzo de 2007 con el fin de establecer unos objetivos precisos y jurídicamente vinculantes.

Las motivaciones principales de este acuerdo son varias. En primer lugar, la inacción tendría unos costes abrumadores para la economía mundial que según el Informe Stern (2006) podrían oscilar entre el 5% y el 20% del PIB mundial. También las recientes subidas de los precios del petróleo y el gas han contribuido a Europa apuesta por la eficiencia energética y las fuentes renovables de energía. Por último, también se espera que la transformación que el desarrollo sostenible requiere ayude a modernizar la economía europea que, a su vez, redundarán en beneficio del crecimiento y el empleo.

Tal como se recoge en la Comunicación de la Comisión Europea (2008) "Dos veces 20 para el 2020. El cambio climático, una oportunidad para Europa" se han establecido dos objetivos clave:

- Reducir al menos un 20% las emisiones de gases causante del efecto invernadero (GEI) en 2020 con respecto a los niveles de 1990; 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 de UE en 2020.

El Consejo Europeo reconoció que el medio más idóneo para alcanzar unos objetivos tan ambiciosos es que cada Estado miembro conozca las expectativas y que los objetivos sean jurídicamente vinculantes. De ese modo podrían aprovecharse plenamente los resortes estatales y el sector privado contaría con la confianza exigida a largo plazo para justificar las inversiones necesarias para esta transformación. Asimismo, la Comisión Europea ha señalado que la transición a una economía con bajas emisiones de carbono exigirá una adecuada participación de los agentes sociales, en particular a nivel sectorial.

Asimismo se reconoce que si bien un compromiso global sigue siendo indispensable para abordar el cambio climático, cuanto más espere Europa, mayor será el coste de la adaptación y que cuanto antes se ponga en marcha, mayores serán las oportunidades de que disponga para utilizar sus capacidades y su tecnología con el fin de impulsar la innovación y el crecimiento, gracias a la ventaja que supone ser el primero en actuar.

En el mismo documento de la Comisión Europea (2008) sobre el cambio climático en 2020 se resumen las oportunidades que ofrece la transición:

- Se prevé que las importaciones de petróleo y gas se reduzcan en unos 50 000 millones de euros en 2020¹, lo que supondrá una mejora de la seguridad energética y reportará ventajas para los ciudadanos y las empresas de la UE: en caso de que los precios actuales del barril de petróleo se conviertan en la tónica normal, el ahorro que se conseguiría reduciendo las importaciones sería mayor.

¹ Cálculo basado en un petróleo a 61 US \$ el barril.

- Las tecnologías asociadas a las energías renovables representan actualmente un volumen de negocios de 20 000 millones de euros y ya han creado 300 000 puestos de trabajo. Se calcula que aumentar al 20% la parte dedicada a energías renovables supondrá la creación de aproximadamente un millón de puestos de trabajo en este sector de aquí a 2020, e incluso más si Europa aprovecha plenamente su potencial para convertirse en líder en este ámbito. Además, como el sector de la energía renovable utiliza mucha mano de obra y se compone de numerosas empresas pequeñas y medianas, el empleo y el desarrollo se distribuyen por toda Europa: lo mismo cabe decir de la eficiencia energética en los edificios y los productos.
- El obstáculo que representa el cambio climático puede convertirse en una oportunidad para la industria europea si se anima a todas las empresas a utilizar tecnologías bajas en emisiones de carbono. En total, la ecoindustria representa ya unos 3,4 millones de puestos de trabajo en Europa y ofrece un potencial de crecimiento particular. Las tecnologías ecológicas, que no son el monopolio de ninguna región de Europa, constituyen una parte cada vez mayor de un sector que en la actualidad representa un volumen de negocios superior a los 227 000 millones de euros anuales y que ofrece ventajas reales a los primeros agentes que se incorporen a él.

En definitiva, con las propuestas de la Comisión Europea se limitaría el incremento de temperatura por debajo de los 2° C, aunque es importante destacar que sería necesario llegar a una reducción del 60-80% de las emisiones en 2050 para mantenernos por debajo de este límite.

Por supuesto estos objetivos son únicamente posibles si se realizan cambios drásticos en el uso de las infraestructuras, sistemas y equipos, en nuestros estilos de vida y en el comportamiento y objetivos de las empresas. Los modestos cambios incrementales de mejora de, por ejemplo, la eficiencia energética pueden ser suficientes para cumplir los objetivos de Kyoto en 2012, pero no sirven para ir más allá, menos aún con la velocidad de cambio que puede ser necesaria.

La sostenibilidad es al mismo tiempo una (última?) gran oportunidad para Europa. Se ha hablado mucho recientemente de una “dulce decadencia” de Europa, que ya no es competitiva en mano de obra, y que incluso pudiera estar alejándose de

los mecanismos de incremento de la productividad derivados de la innovación tecnológica². El desarrollo sostenible permitiría a la Unión Europea atender de una manera diferente y ejemplar a su lista de prioridades sobre competitividad y economía del bienestar (como la agenda de Lisboa para convertir a Europa en la primera potencia mundial en 2010, o a la pérdida de competitividad en I+D+i), los flujos migratorios y, sobre todo, al medio ambiente y a la energía, ya que es necesario insistir en la enorme dependencia europea de energías fósiles, y la falta histórica de una política energética europea común.

3. TIC y sostenibilidad

El sector de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) tiene el potencial de liderar este cambio hacia el desarrollo sostenible. Desde luego, se trata de un sector que está acostumbrado a cambios rápidos, grandes inversiones y manejo de infraestructuras, sistemas y equipos tremendamente complejos, cuenta con probablemente el capital humano más innovador y emprendedor y, sobre todo, puede suministrar los servicios que son una parte clave de las soluciones necesarias para combatir el cambio climático. En particular, se ha mencionado que las eTIC pueden contribuir precisamente a encontrar la senda adecuada para el desarrollo sostenible, aumentando la calidad de vida, y al mismo tiempo creando empleo y riqueza sin comprometer el medio ambiente. Por ejemplo, las eTIC pueden sustituir viajes y transportes de mercancías innecesarios, pueden conseguir que se trabaje de una forma más flexible y más eficiente, o pueden, asimismo, contribuir al paso de productos a servicios, “desmaterializando” una parte de la economía.

De hecho, Margot Wallström, Vicepresidenta de la Comisión Europea, hacía notar en el prefacio del estudio de Pamlin y Szomolanyi (2008) cómo los conceptos de Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TIC) y cambio climático, que hace sólo unos pocos años nadie hubiera esperado encontrar juntos, aparecen ahora con frecuencia ligados pues las eTIC ofrecen una de las vías de solución más prometedoras para la reducción de emisiones de GEI.

² Ver, por ejemplo, el llamado Informe Kok

Más allá de frases grandilocuentes, es indudable que el uso de las eTIC tiene un impacto real sobre el medio ambiente. Dicho impacto no se manifiesta en un único sentido ni es necesariamente siempre positivo. En un estudio del World Wide Fund for Nature (WWF, 2008) las consecuencias derivadas de la utilización de las eTIC se clasifican en tres categorías:

- Efectos directos: En este apartado se incluirían los efectos generados en un primer nivel por los equipos y las infraestructuras TIC. Tómense como ejemplo la producción de los equipos (que lógicamente consume energía y produce emisiones) o su deterioro (especialmente si los equipos desechados no son debidamente reciclados).
- Efectos indirectos: En un siguiente nivel, las eTIC se han incorporado a otras muchas actividades. Al tratarse de tecnologías “horizontales”, de propósito general, se puede afirmar que estos efectos se extienden a prácticamente cualquier sector de la actividad económica.

Estos efectos pueden ser positivos pero también negativos. Si nos centramos en el caso del transporte, la sustitución de viajes por videoconferencias contribuye al ahorro de energía y a la reducción de emisiones. Pero, en un sentido contrario, las eTIC permiten la utilización de técnicas de reducción de almacenes y entrega sincronizada (*just-in-time*), técnicas que incrementan el número de veces que los suministradores están obligados a transportar mercancías.

- Efectos sistémicos: Los efectos sistémicos son los más significativos pero también los más difíciles de evaluar. Estos efectos vienen asociados con los nuevos hábitos, estructuras sociales y patrones de consumo que surgen cuando los productos, servicios y aplicaciones eTIC son usados con más intensidad o de una manera diferente.

Este cambio en las estructuras institucionales evoluciona de modo dinámico y se refuerza o debilita de acuerdo con patrones de uso no siempre controlables. Ello significa que, dependiendo de cuál sea dicha trayectoria, la difusión en la sociedad de un nuevo servicio o aplicación puede acabar generando hábitos beneficiosos, pero también perniciosos, desde el punto de vista de la reducción de emisiones contaminantes.

La práctica totalidad de estudios considera que el balance entre resultados favorables y resultados nocivos derivados del uso de las eTIC es positivo, es decir, que una mayor utilización de las eTIC puede ayudar a reducir el volumen de emisiones de gases causantes del efecto invernadero. Aunque hay un apartado posterior específicamente dedicado a ello, como ejemplo un estudio patrocinado por el Ministerio de Asuntos Interiores y de Comunicaciones de Japón (MIC, 2008) se atreve a realizar una estimación global del que sería el resultado final. El estudio estima que los efectos negativos directos originados por las eTIC en Japón aumentarán muy lentamente. Por el contrario, la reducción de emisiones provocada por los efectos indirectos y sistémicos se intensificará en los próximos años de modo que en 2012 se habrían reducido en un 3% las emisiones totales de CO₂ (tomando como base para el cálculo del porcentaje las emisiones del año 1990). Véase la Figura 1.

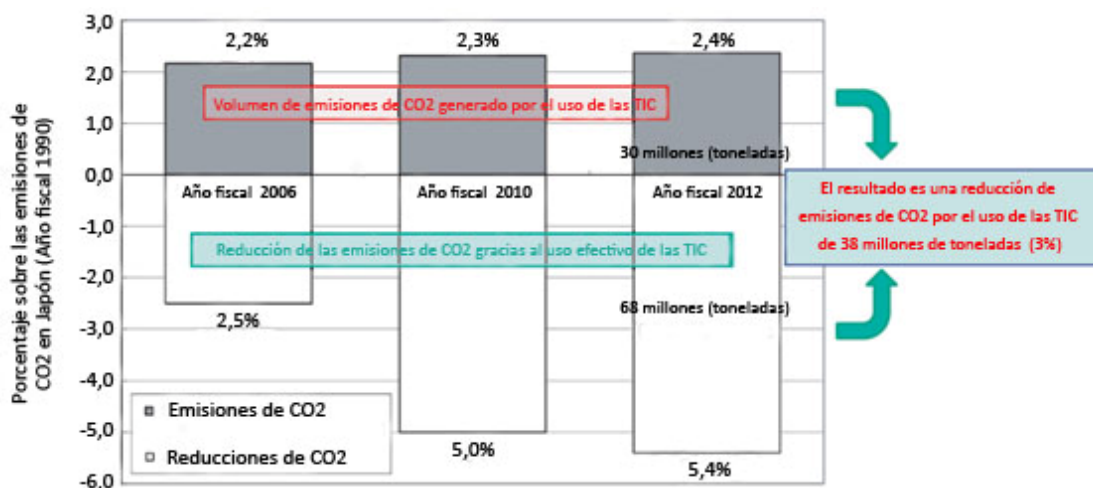


Figura 1. Balance entre incremento y reducción de emisiones de CO₂ generadas por un uso eficiente de las eTIC en Japón

Fuente: MIC (2008)

4. Objetivos de este documento

De todos los efectos de las eTIC sobre el desarrollo sostenible, este documento se centra en el más acuciante ahora mismo: el cambio climático, o lo que es lo mismo, la reducción de las emisiones de gases, con el CO₂ a la cabeza, que crean el efecto invernadero. Este documento no trata otras cuestiones relacionadas con las eTIC y la

sostenibilidad como pueden ser el empleo de materiales peligrosos para el medio ambiente, su reciclaje o el consumo de agua en la fabricación de equipos eTIC.

Por tanto, con el objetivo de la mejora de la eficiencia energética por medio de las TIC, se han seleccionado tres ámbitos donde a priori el efecto de las eTIC puede ser mayor: el transporte, la edificación, y la energía. Evidentemente estos tres sectores se encuentran interconectados y a veces es difícil, por no decir imposible, separar el efecto de las eTIC en uno u otro. En cualquier caso se ha intentado dar una visión lo más ilustrativa posible de los posibles efectos de las eTIC con el objetivo último de dejar patente que las eTIC pueden ser parte de la solución más que del problema, o en palabras de Young (2005) “[Las eTIC pueden ser] héroes, gracias a su potencial para reducir los efectos de otros sectores sobre el cambio climático y no villanos como causantes de emisiones [...]”.

Como nota adicional, este documento no entra a valorar la intensidad o los efectos del cambio climático, sino que lo da por sentado para, así, considerar los efectos que un uso intensivo de las eTIC pudiera tener en el mismo y en la calidad de vida.

5. Algunas notas adicionales sobre España

La relación entre eTIC y sostenibilidad es particularmente importante para España por una serie de circunstancias entre las que destacan (Requeijo, Iranzo et al. 2007):

- La vulnerabilidad de España al cambio climático: desaparición de zonas costeras, erosión, desertificación o aumento de la probabilidad de incendios forestales, incluyendo sus efectos en la agricultura o el turismo.
- La dificultad de la economía española para estabilizar sus emisiones de GEI. Los dos principales sectores responsables de las emisiones de GEI son el transporte y la generación eléctrica, con cuotas próximas al 30%. El resto corresponde a la construcción, la calefacción residencial, la industria, la ganadería y otras. Se ha estimado que el incumplimiento del protocolo de Kyoto supondrá para España (actualmente superamos los niveles de emisión de 1990 en más de un 50%, cuando el límite fijado fue del 15%) un coste anual para la economía de entre 2 000 y 3 000 millones de euros

debido a la adquisición de derechos de emisión en los mercados internacionales. Esto supone alrededor del 0,5% del PIB nacional.

- La situación de partida de España. En 2006 las emisiones por habitante de España fueron de 9,6 tCO₂e mientras que las de la UE- ascendieron a unas 11 tCO₂e, un 13% superior a la media española
- La dependencia energética externa que tenemos y, particularmente, de energías fósiles altamente contribuyentes a la emisión de GEI y, por tanto, al cambio climático. Hay que destacar que las políticas industriales desarrolladas en España han consolidado un “mix” energético agresivo con el medio ambiente. En cualquier caso, en España las mayores esperanzas de reducción de las emisiones de GEI recaen sobre el sector de la generación eléctrica.
- La importancia que tiene en España el transporte terrestre, precisamente uno de los mayores contribuidores a la emisión de GEI. De hecho, la forma principal de reducción de las emisiones de GEI viene de la reducción, modificación o sustitución del transporte privado.
- La necesidad de buscar nuevos nichos de oportunidad con mayor valor añadido en un sector como el de la construcción.
- La situación económica general, que se ha encargado de hacer más acuciante, si cabe, la necesidad de encontrar una fórmula para el desarrollo sostenible. En particular los shocks de oferta derivados del incremento del precio de las materias primas y, especialmente, del petróleo.
- También que la construcción y el consumo privado, los dos motores principales de crecimiento de la economía española, tienen un impacto muy negativo en el sector exterior. La única vía para restaurar el equilibrio de la economía española (competitividad, crecimiento) es adoptar un modelo radicalmente distinto al existente.
- La situación de relativo retraso en el sector de las eTIC y, por tanto, la oportunidad de incorporarlas a otros sectores y de ser la base de un profundo cambio social.

- Las características del desarrollo sostenible basado en eTIC que requieren tecnología y capital humano, factores ambos de los que disponemos, y que tendrá un efecto positivo en la productividad.

En definitiva, si el desarrollo sostenible tiene en general un lugar muy destacado en la agenda política, en el caso de España éste debe ser aún si cabe más importante.

Los últimos datos disponibles corroboran esta afirmación. Según el Inventario Nacional de Emisiones de Gases Contaminantes del Ministerio de Medio Ambiente (MMA), las emisiones de GEI en 2005 fueron de 440,6 MtCO₂e, un 52,2% más elevadas que las de 1990. En relación al año 2004, durante el año 2005 se produjo un aumento de las emisiones en un 3,6%. Las estimaciones para 2006 son que se produjo una ligera disminución del 4,1% (revista World Watch). A pesar de la reducción de 2006, España se encuentra lejos de cumplir los objetivos de reducción de emisiones de GEI establecidos por el Protocolo de Kyoto (PK). Ver Figura 2. Hay que señalar, asimismo, que entre 2004 y 2005 España fue el país de la UE-15 que más aumentó sus emisiones en términos absolutos (15,4 MtCO₂e). Los principales aumentos correspondieron al CO₂ derivado de la electricidad y la producción de calor (+10,4).

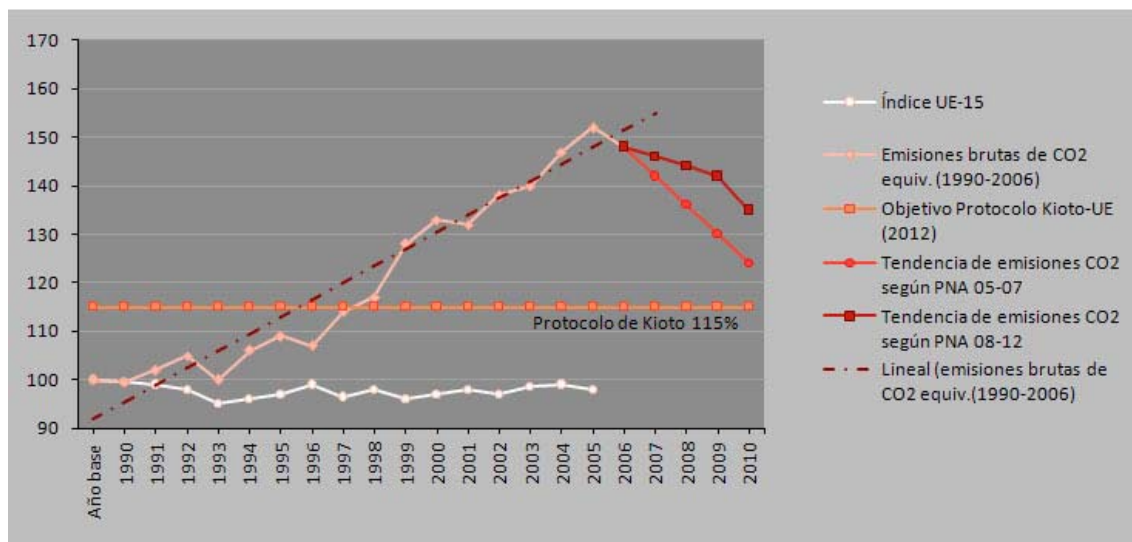


Figura 2. Emisiones de GEI en España (1990-2006) y la UE (1990-2005). Índice respecto al año base (1990=100)

Fuente: OSE (2008)

Las principales medidas que se han tomado en los últimos años en España para reducir las emisiones de GEI son:

- la Estrategia Española de Ahorro y Eficiencia Energética (E4) y sus dos Planes de Acción (actualmente el que se refiere al periodo 2008-2012),
- el Plan de Energías Renovables para el periodo 2005-2010 (PER),
- los dos Planes Nacionales de Asignaciones (PNA),
- las dos Revisiones de la Planificación de los Sectores de Electricidad y Gas,
- el Plan Nacional de Reducción de Emisiones,
- el Código Técnico de la Edificación (CTE).

Estas medidas se complementan con una serie de leyes y acciones adicionales que también contemplan la reducción de emisiones de GEI:

- la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de GEI
- la Ley de Patrimonio Natural y Biodiversidad.
- el Plan Nacional de adaptación al cambio climático
- la Estrategia de Medio Ambiente Urbano
- el Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte (PEIT),
- la Estrategia forestal española y el Plan Forestal Español
- el Plan Nacional de I+D+i 2004-2007

Sin embargo, en la opinión del OSE (2008) sin medidas adicionales a las ya adoptadas, se tendrán que adquirir cerca de 100 millones de toneladas de CO₂ equivalente al año, y unos 500 millones de toneladas durante el periodo 2008-2012, cuyo coste, en el mejor de los casos, ascendería a unos 700 millones de euros anuales y unos 3.500 millones de euros en el periodo 2008-2012.

Más recientemente, la Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia: horizonte 2007-2012-2020 (MMA 2007) recoge 198 medidas y 75 indicadores para su seguimiento que, junto con un Plan de Medidas Urgentes, pretende alcanzar reducciones de 271,7 MtCO₂e en el periodo 2008-2012, de las que 61,1 MtCO₂e son

adicionales respecto a los anteriores escenarios. Para alcanzar tales objetivos, el Gobierno ha destinado 2.366 millones de euros de recursos públicos para el Plan de Ahorro y Eficiencia Energética 2008-2012, con el que se espera obtener una reducción de 238,1 MtCO₂e en el periodo citado. El Gobierno igualmente ha aprobado cuatro Reales Decretos que desarrollan el Plan de Medidas Urgentes, donde se incluye el Plan de Acción de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética 2008-2012 y ocho actuaciones en el sector transporte (modificación del impuesto de matriculación, porcentaje mínimo de biocarburantes, apoyo al transporte de mercancías por ferrocarril y por vía marítima, y la acción ejemplarizante del Parque Móvil del Estado).

PARTE II. Transporte

6. Visión general. Transporte y emisiones de GEI

El transporte es esencial para el intercambio comercial, económico y cultural de los países. Es además uno de los factores clave para determinar la competitividad de las economías. Sin embargo, es al mismo tiempo uno de los sectores con mayor consumo energético y uno de los primeros responsables de las emisiones de GEI.

6.1. *La situación en Europa*

Según datos de Eurostat (Eurostat, 2007), el transporte era responsable en 2004 de algo más del 20% del consumo total de energía y de casi la cuarta parte del total de emisiones de CO₂ en la Unión Europea. Estas cifras estaban casi cinco puntos por debajo de las referidas a los Estados Unidos pero eran superiores a las de Japón (véase la figura 3). Los datos coinciden en buena medida con los suministrados por la European Environment Agency (EEA, 2007), que estimaba que en los quince países que formaban la Unión Europea antes de las ampliaciones de 2004 y 2007 (UE-15), un 21% del total las emisiones de GEI eran debidas al transporte (excluyendo la aviación internacional y el transporte marítimo).

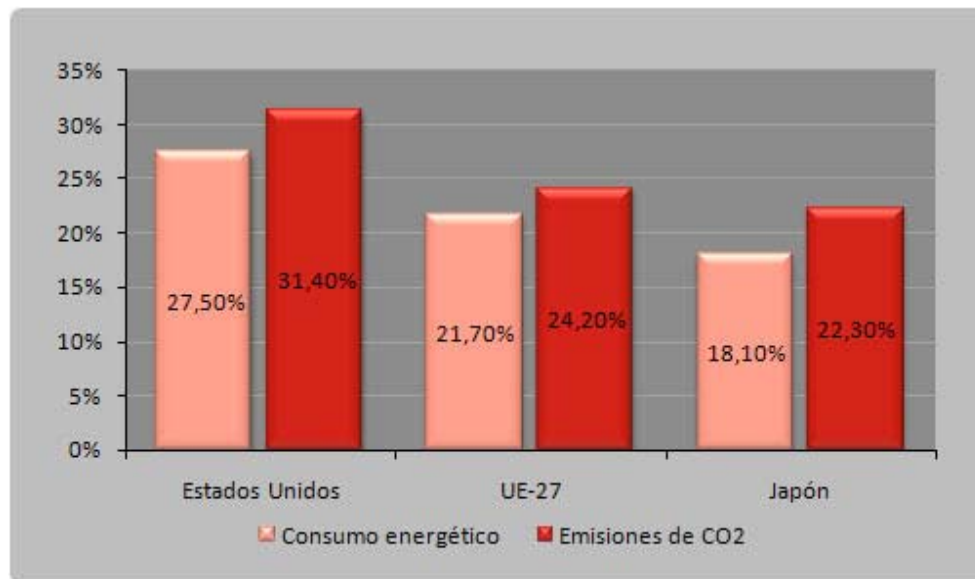


Figura 3. Peso del transporte en el consumo energético y en la emisión de CO₂ (2004)

Fuente: Eurostat (2007) (con datos procedentes de la Agencia Internacional de la Energía y de la OCDE)

Más preocupante que los valores absolutos de emisión es el hecho de que, como así lo muestra la figura 4, mientras que las emisiones de GEI en la UE-25 disminuyeron en la práctica totalidad del resto de sectores desde 1990 a 2004, las emisiones del transporte en ese mismo periodo se incrementaron aproximadamente en un 26%, y ello pese a que en esos años ya se habían planteado medidas para la reducción de gases contaminantes.

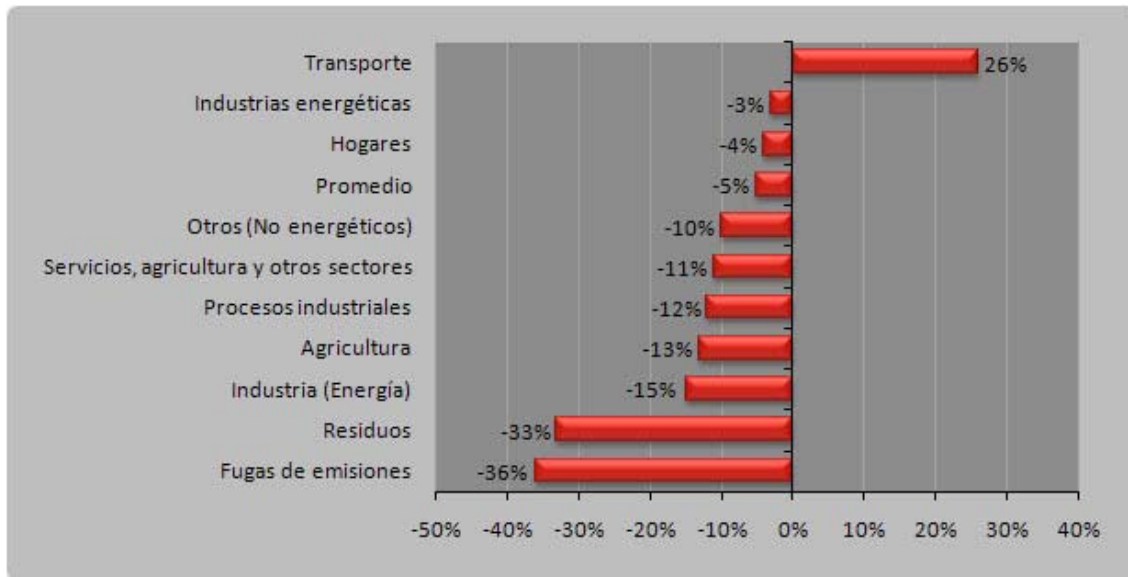


Figura 4. Evolución de las emisiones de GEI por sectores de actividad productiva en la EU-25 (1990-2004)

Fuente: Eurostat (2007) (Datos procedentes de EEA)

Con más detalle, la figura 5 muestra cuál ha sido la tendencia que han seguido las emisiones debidas al transporte en diferentes grupos de países europeos en un periodo casi idéntico al de la figura 4 (1990 a 2005 en vez de 1990 a 2004). La tendencia es casi completamente lineal en el caso de la UE-15 mientras que presenta altibajos en el resto de áreas geográficas (EU-15 se corresponde con UE-15; EU-12 son los doce países que restan hasta completar la UE-27; CC-1 es Turquía; EFTA-4 está formado por Islandia, Liechtenstein, Noruega y Suiza; EEA-32 es la suma de todos los países anteriormente citados).

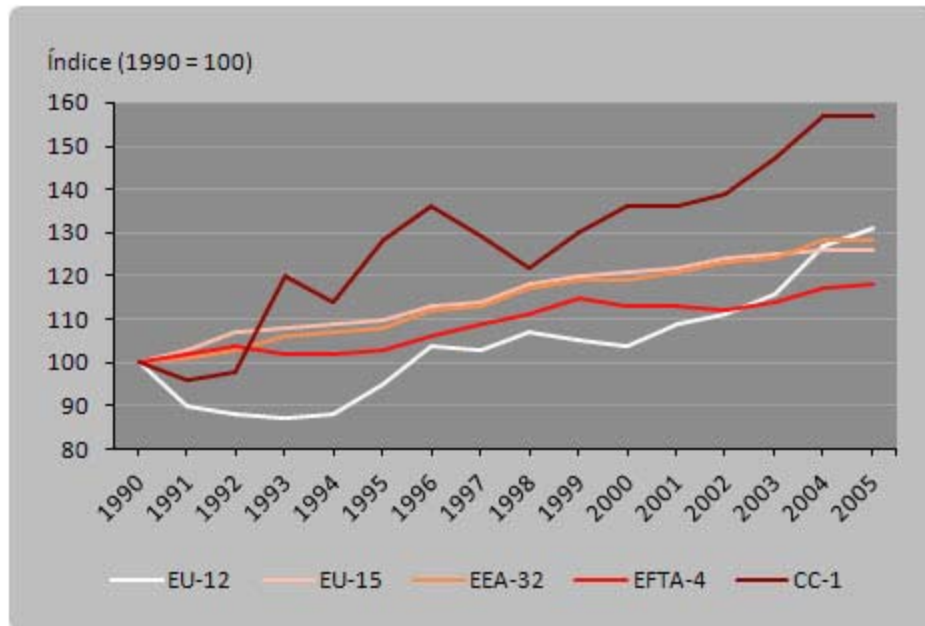


Figura 5. Evolución de las emisiones de GEI debidas al sector transporte en Europa (1990-2005)

Fuente: EEA (2008)

Aún con mayor pormenor, la figura 6 presenta los resultados finales de esta evolución país por país. En los quince años que van de 1990 a 2005, sólo con las excepciones de Estonia, Lituania, Bulgaria y en menor medida Letonia (países en donde se produjo una disminución de las emisiones de GEI), los restantes países europeos han incrementado su nivel de emisiones, Luxemburgo e Irlanda muy significativamente.

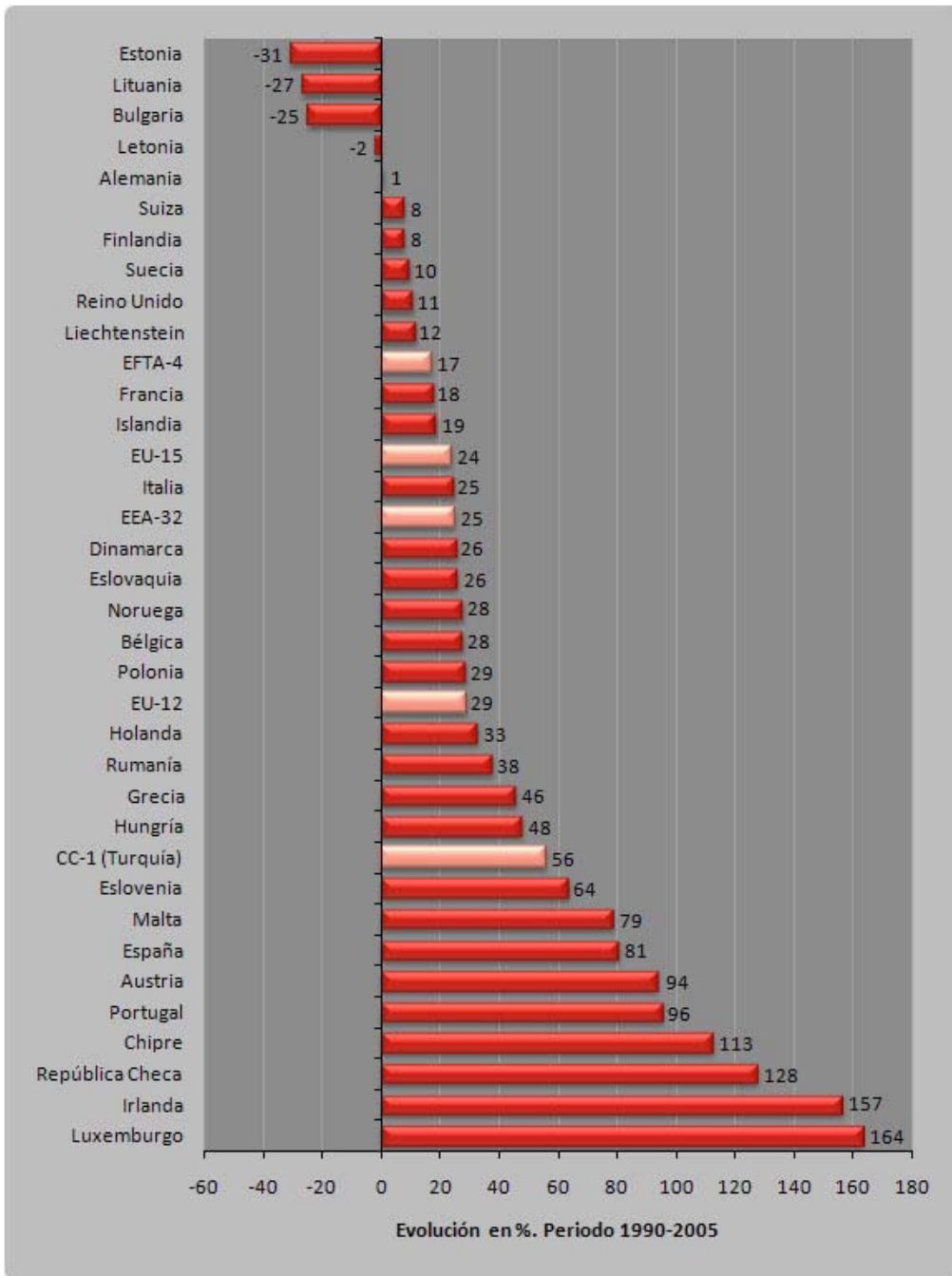


Figura 6. Evolución de las emisiones de GEI debidas al sector del transporte en los países europeos (1990-2005)

Fuente: EEA (2008)

6.2. La situación en España

De acuerdo con la figura 6, España se encuentra en una poco envidiable séptima posición en la clasificación de los países europeos con mayores incrementos de las emisiones de GEI causadas por el transporte.

Los datos del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino rebajan algo (de un incremento del 81% a aproximadamente un 79%) los datos de la EEA para el periodo 1990 – 2005. En el lado positivo, en esos años la emisión de sustancias acidificantes sí logró rebajarse en un 2,7% y la de gases precursores del ozono troposférico en un 32,5% (véase la figura 7).

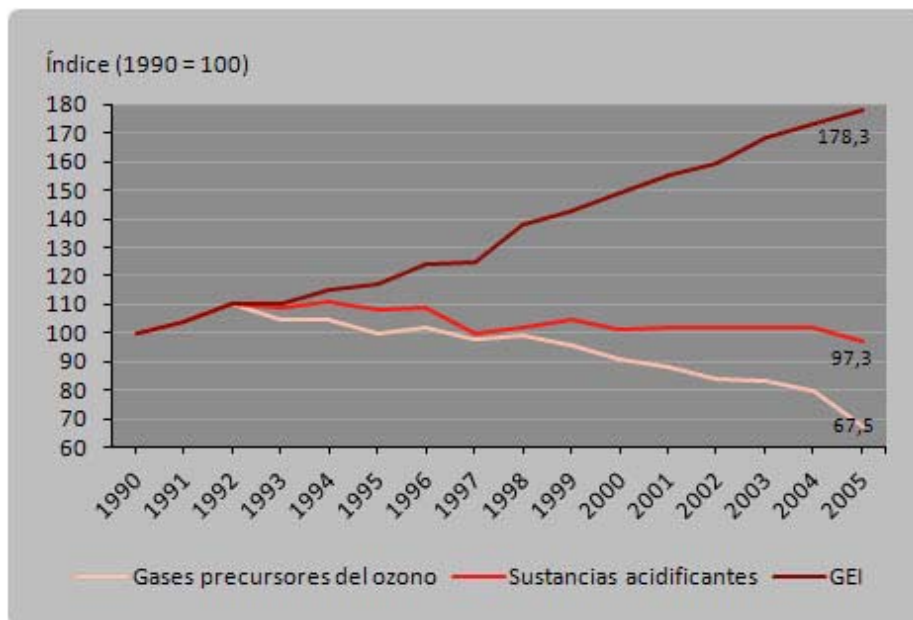


Figura 7. Emisiones de GEI, sustancias acidificantes y precursores del ozono troposférico procedentes del transporte en España (1990-2005)

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2007)

Al transporte por carretera hay que atribuirle la responsabilidad principal de estos resultados. La figura 8 muestra la evolución en valores absolutos de las emisiones de CO₂ debidas al transporte por carretera y debidas a los restantes medios de desplazamiento. En porcentaje, y siempre en el periodo 1990-2005, estos valores suponen un incremento del 83,7% en el primer caso por sólo un 33,6% en el caso de todos los demás medios de transporte.

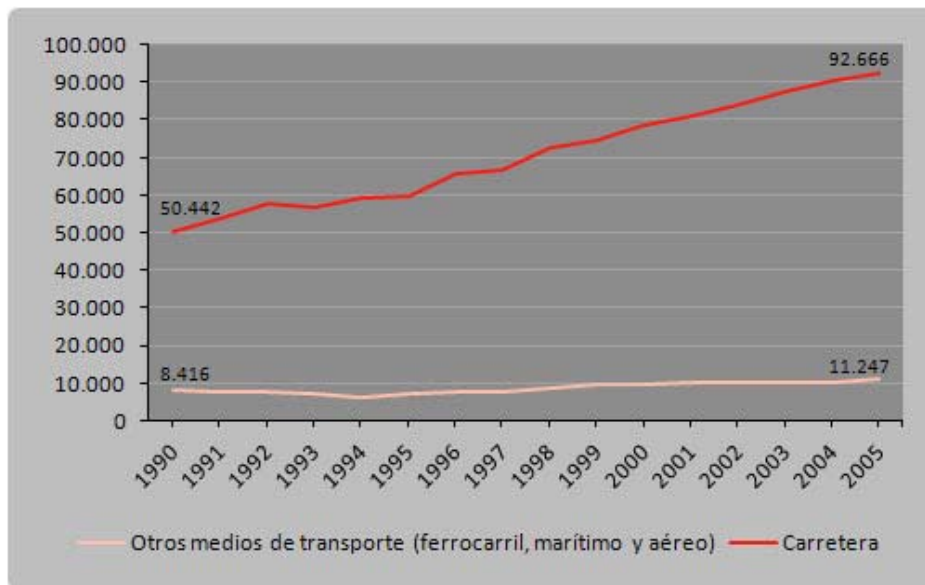


Figura 8. Emisiones de CO2 en España desglosadas por medios de transporte (1990-2005)

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2007)

Como en el resto de Europa, también en España una de las causas básicas del aumento de los volúmenes de emisiones de GEI ha sido el incremento del transporte, tanto de pasajeros como de mercancías.

El transporte por carretera sigue siendo el modo más utilizado de transporte tanto para pasajeros como para mercancías. En el caso de las personas, en el año 2005 el transporte por carretera fue el más demandado y representó el 90,0% de los viajeros-km que se realizaron. En ese año, el transporte por ferrocarril supuso el 4,7%, el avión el 5,0% y el transporte marítimo sólo el 0,3%. Si nos fijamos en las tasas de crecimiento en el periodo 1995 -2005, el transporte de viajeros por carretera creció un 40,7%, el ferrocarril un 30,3% y el transporte marítimo de pasajeros un 43,4%; destaca muy claramente la evolución del transporte aéreo, cuya utilización se incrementó en un 131,7% (véase la parte superior de la figura 9).

En la modalidad del transporte de mercancías, el transporte por carretera también domina, con un 85 % del movimiento total de bienes (en 2005). Le sigue el porte marítimo, aunque con solo el 9,6% del total, y luego el traslado por ferrocarril y por tubería que representaron tan sólo un 2,7% cada uno. En cuanto al crecimiento en el decenio anterior a 2005, el transporte por carretera fue además el modo de transporte que más cuota ganó, pues se incrementó en un 72,5% frente a un 42,2%

del transporte por tubería y sólo un 11,7 % del ferrocarril y un 8,7% del transporte marítimo (véase la parte inferior de la figura 9).

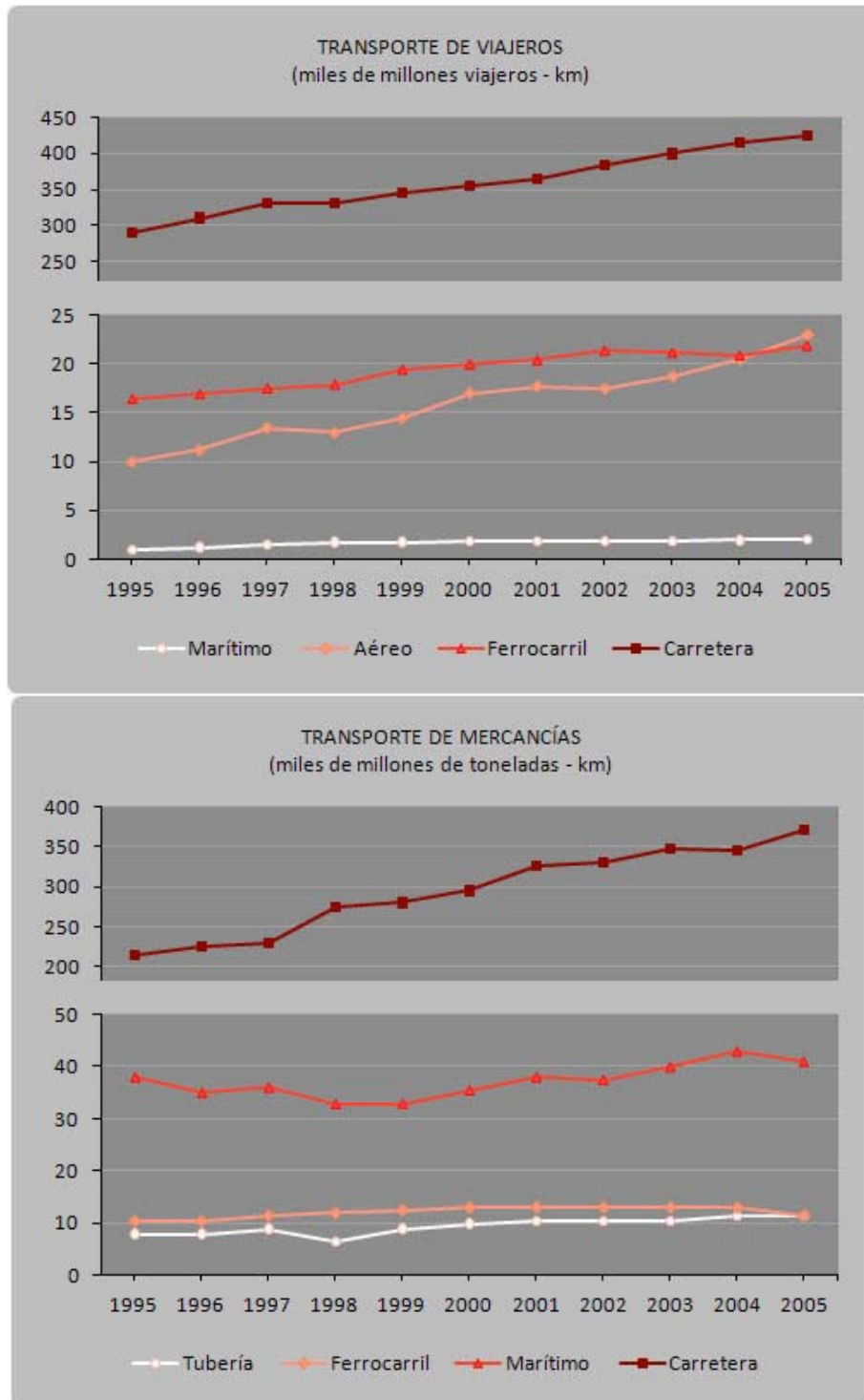


Figura 9. Evolución de la utilización de medios de transporte para viajeros y mercancías (1995-2005)

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2007)

Con estos datos, parece evidente el peso que los medios de locomoción por carretera tienen en la emisión de GEI. El mayor uso que se realiza de cada vehículo (por un cambio en los planeamientos de desarrollo urbanístico y la asociada aparición de nuevos hábitos sociales) se une al incremento evidente de su número. En el decenio precedente, el parque de vehículos mostró una tendencia claramente alcista en todas sus clases. En concreto, de unos quince millones de turismos en 1997, el número había pasado a más de veinte millones y medio a finales de 2006 (véase la figura 10).

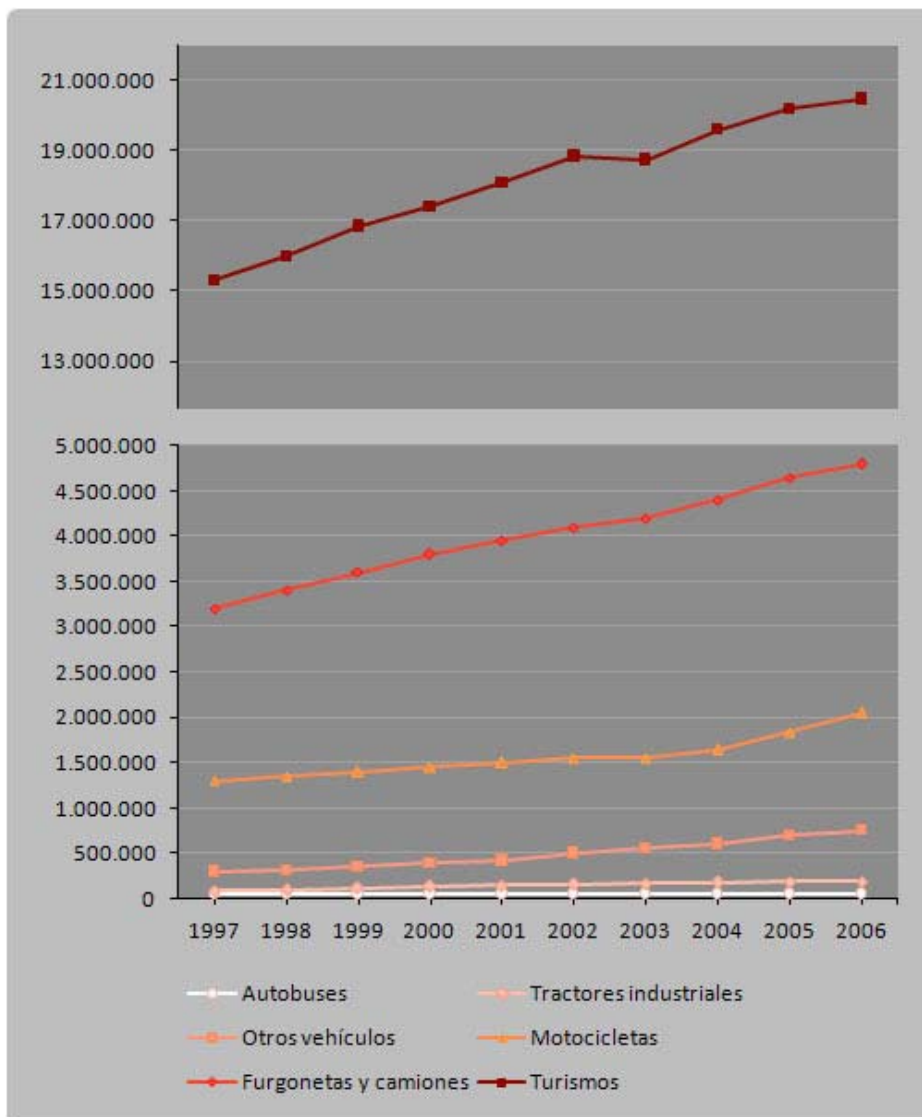


Figura 10. Evolución del parque de vehículos en España (1997 – 2006)

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Dirección General de Tráfico

En concreto, a 31 de diciembre de 2006, los turismos suponían casi las tres cuartas partes (el 72,3%) de los 28.531.183 vehículos que circulaban por las carreteras españolas. Los turismos eran seguidos por camiones y furgonetas que suponían un 16,95% del total (figura 11).

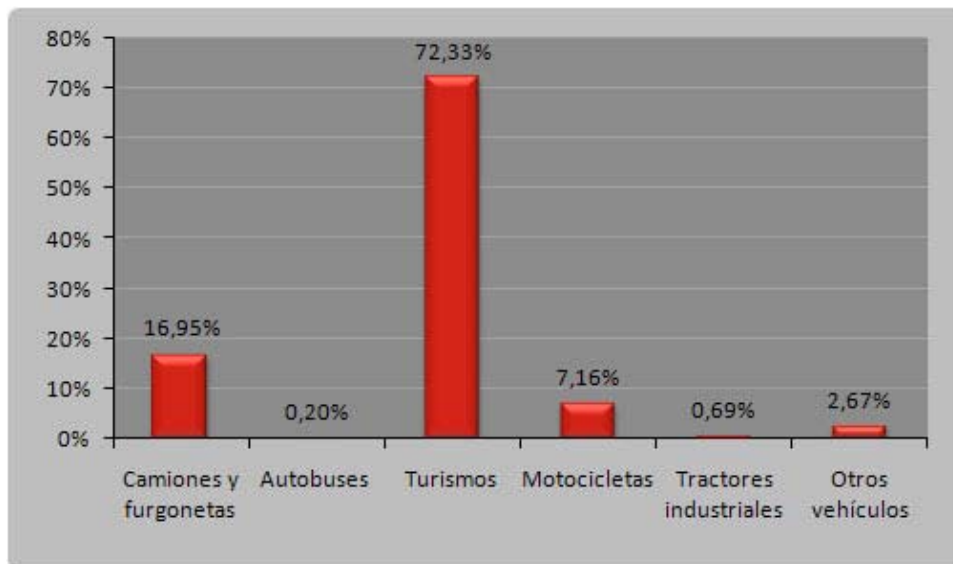


Figura 11. Distribución por modalidades del parque de vehículos en España (a 31 de diciembre de 2006)

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Dirección General de Tráfico

7. Oportunidades derivadas del uso de las eTIC para la reducción de emisiones del transporte

En este apartado analizaremos los efectos indirectos más evidentes que la utilización de las eTIC induce en el transporte y, en consecuencia, en el volumen de emisiones nocivas ligadas a los desplazamientos. También se tendrán en cuenta algunos de los efectos sistémicos que provienen de los nuevos hábitos estimulados por el uso de las TIC, aunque intentar sistematizar (y más aún cuantificar) estos efectos se antoja tarea imposible en un documento de síntesis como el presente.

7.1. Reducción del número de desplazamientos

La “desmaterialización” de un buen número de actividades del día a día evita, como consecuencia inmediata, los desplazamientos que antes eran necesarios para llevarlas a cabo. Como secuela asociada, también se reduce el gasto de algunos bienes involucrados en las transacciones; el ejemplo más obvio es el del papel, en cuya producción, evidentemente, también se consume energía y se generan residuos contaminantes. Bio Intelligence Service (2008) estima que cuatro horas de uso de un ordenador tienen un impacto similar (en términos de consumo de energía y de emisiones de CO₂) al de producir 150 gramos de papel.

7.1.1. Uso de servicios electrónicos

La incorporación de las eTIC en el suministro de servicios (administración, comercio, medicina, educación...) puede contribuir a la reducción de GEI. La digitalización de la información, con el complemento de la difusión de la identificación electrónica, va a permitir mejorar la eficiencia de las operaciones que involucran a ciudadanos, administraciones y empresas, y también a las que se producen entre diferentes departamentos de empresas o administraciones. Pero, además, y más importante desde el punto de vista medioambiental, sustituye desplazamientos físicos por traslados virtuales.

De entre la casi interminable casuística de posibles servicios transformables en electrónicos, analizamos los dos ejemplos más destacados: comercio electrónico y administración electrónica.

Comercio electrónico

Basándose en un estudio realizado para Estocolmo, y luego extrapolado a toda Suecia, Persson y Bratt (2001) estiman cuál sería la relación entre adopción del comercio electrónico y reducción en las emisiones de CO₂ generadas por el transporte. La relación es prácticamente lineal, a razón de una reducción de 0,7 puntos por cada uno por ciento de bienes que los hogares compran mediante comercio electrónico.

Adopción del comercio electrónico (en porcentaje de los bienes diarios adquiridos por los hogares)	Impacto en las emisiones del transporte
--	---

50 %	34 %
20 %	14 %
10 %	7 %
5 %	3,5 %
3 %	2,1 %
2 %	1,4 %
1 %	0,7 %

Tabla 1. Relación entre adopción del comercio electrónico por los hogares e impacto en las emisiones debidas al transporte en Suecia

Fuente: Persson y Bratt (2001)

Bio Intelligence Service (2008) recopila varios casos de estudio, demasiado particulares como para hacer extrapolaciones, razón por la cual no se atreve a diseñar escenarios genéricos y ofrecer cifras aproximadas, algo que sí realiza en el caso de otros *teleservicios*.

Más interés tiene, por ello, el estudio de WWF Suecia (2008) pues aquí sí se realizan estimaciones globales y además en un ámbito planetario. De acuerdo con este análisis, la reducción de las emisiones en todo el mundo, según el grado de adopción del comercio electrónico, oscilaría entre 65,8 y 657,7 millones de toneladas de CO₂ (tabla 2).

	2030 baseline emissions LDV MtCO2e	2030 baseline emissions trucks MtCO2e	2030 baseline emissions total MtCO2e	E-commerce adoption (% of daily household goods)			Net Emission reductions from e-commerce MtCO2		
				low	Medium	high	low	medium	high
OECD North America	1,623	504	2,127	2%	10%	20%	29.8	148.9	297.7
OECD Europe	535	374	909	2%	10%	20%	12.7	63.6	127.3
OECD Pacific	219	120	339	2%	10%	20%	4.7	23.7	47.4
	-	0							
FSU	229	79	308	1%	5%	10%	2.2	10.8	21.6
Eastern Europe	82	22	104	1%	5%	10%	0.7	3.6	7.3
China	303	153	456	1%	5%	10%	3.2	16.0	31.9
Other Asia	174	274	448	1%	5%	10%	3.1	15.7	31.3
India	103	145	248	1%	5%	10%	1.7	8.7	17.4
Middle East	67	204	271	1%	5%	10%	1.9	9.5	19.0
Latin America	294	272	566	1%	5%	10%	4.0	19.8	39.6
Africa	167	80	247	1%	5%	10%	1.7	8.6	17.3
Total	3,797	2,226	6,023				65.8	328.9	657.7

Tabla 2. Reducción de las emisiones de camiones y vehículos de reparto por la adopción del comercio electrónico (en millones de toneladas de CO₂)

Fuente: WWF Suecia (2008). (LDV: light duty vehicles)

Una tercera estimación es la que ofrece el Ministerio de Asuntos Interiores y de Comunicaciones de Japón. Dicho ministerio ha formado un grupo de trabajo, liderado por la Universidad de Tokio, para cuantificar cómo las eTIC pueden contribuir a la reducción de las emisiones de CO₂ en el país. El informe este de grupo presenta unas previsiones para los años 2006, 2010 y 2012. La tabla 3 muestra los valores obtenidos para el caso del comercio electrónico. Los mayores márgenes de crecimiento del servicio (y por tanto las mayores reducciones de GEI) están en el comercio minorista y en el abastecimiento entre empresas.

Assessment field	Usage scenarios	Fiscal 2006		Fiscal 2010		Fiscal 2012	
		10,000 tons CO ₂	Percentage	10,000 tons CO ₂	Percentage	10,000 tons CO ₂	Percentage
Electronic commerce for consumers	Online shopping	198	0.1%	542	0.4%	712	0.5%
	Online issuing of air tickets	2	0.0%	5	0.0%	6	0.0%
	Purchase of tickets at convenience stores	31	0.0%	60	0.0%	64	0.0%
	Putting in place of ATMs	261	0.2%	291	0.2%	319	0.2%
Electronic commerce for corporations	Online trading	527	0.4%	767	0.6%	836	0.6%
	Supply-chain management	532	0.4%	1,839	1.4%	1,839	1.4%
	Re-use market	577	0.4%	1,154	0.8%	1,197	0.9%

Tabla 3. Reducción de emisiones de CO₂ por la adopción del comercio electrónico en Japón (en decenas de miles toneladas de CO₂)

Fuente: MIC (2008) (El porcentaje se toma con respecto a las emisiones totales de Japón en 2005)

Administración electrónica

Pamlin y Szomolanyi (2008) estiman cuál puede ser el ahorro (en toneladas de CO₂) gracias simplemente a la aceptación de una actividad muy concreta: la tramitación telemática del pago de impuestos. En el sistema tradicional, una enorme cantidad de documentos han de ser trasladados de un lugar a otro y los contribuyentes se desplazan a oficinas y agencias para resolver dudas y, en la fase final, para realizar la gestión oportuna. La cumplimentación de estos trámites por teléfono o por internet permitiría una reducción de emisiones en la cuantía que muestra la figura 12: por cada diez millones de ciudadanos que cumplieran sus obligaciones fiscales de forma electrónica las emisiones se reducirían en aproximadamente 10.000 toneladas de CO₂. A este respecto, España, uno de los países líderes en el pago de impuestos por Internet, tiene quizá un menor recorrido posible.



Figura 12. Reducción de las emisiones de CO₂ por la cumplimentación de impuestos por medios telemáticos

Fuente: Pamlin y Szomolanyi (2008)

Con una orientación similar, Bio Intelligence Service (2008) ofrece datos de ahorro en diferentes escenarios que combinan, de un lado, la aceptación de la administración electrónica y, del otro, el procedimiento concreto seguido. Si no se envía ningún tipo de papel a los contribuyentes, el ahorro para 2020 estaría entre 47.141 y 53.034 toneladas de CO₂ dejadas de emitir en el caso de los contribuyentes particulares y 3.543 toneladas en el caso de las empresas.

Con perspectiva más amplia, no reducida a la tramitación de impuestos, la tabla 4 muestra las estimaciones que ofrece el Ministerio de Asuntos Interiores y de Comunicaciones de Japón.

Assessment field	Usage scenarios	Fiscal 2006		Fiscal 2010		Fiscal 2012	
		10,000 tons CO2	Percentage	10,000 tons CO2	Percentage	10,000 tons CO2	Percentage
Electronic government and municipalities	Electronic bidding	0	0.0%	2	0.0%	2	0.0%
	Electronic applications (tax return filing)	0	0.0%	8	0.0%	8	0.0%
	Electronic applications (online reception)	0	0.0%	1	0.0%	1	0.0%

Tabla 4. Reducción de emisiones de CO₂ por la adopción de la administración electrónica en Japón (en decenas de miles toneladas de CO₂)

Fuente: MIC (2008) (El porcentaje se toma con respecto a las emisiones totales de Japón en 2005)

7.1.2. Reuniones virtuales

El informe de Pamlin y Szomolanyi (2008) realiza unas estimaciones del ahorro de emisiones (medido en toneladas de CO₂) que resultarían del uso de videoconferencias y audioconferencias.

La figura 13 se refiere a la videoconferencia, en que existe intercambio de la imagen y el sonido de los intervinientes, pero mediante la que también se pueden transmitir datos o documentos. En Europa, cada reducción en un porcentaje del 5% de los viajes de negocio (sustituídos por videoconferencias) reduciría las emisiones de CO₂ en aproximadamente 5,5 millones de toneladas.

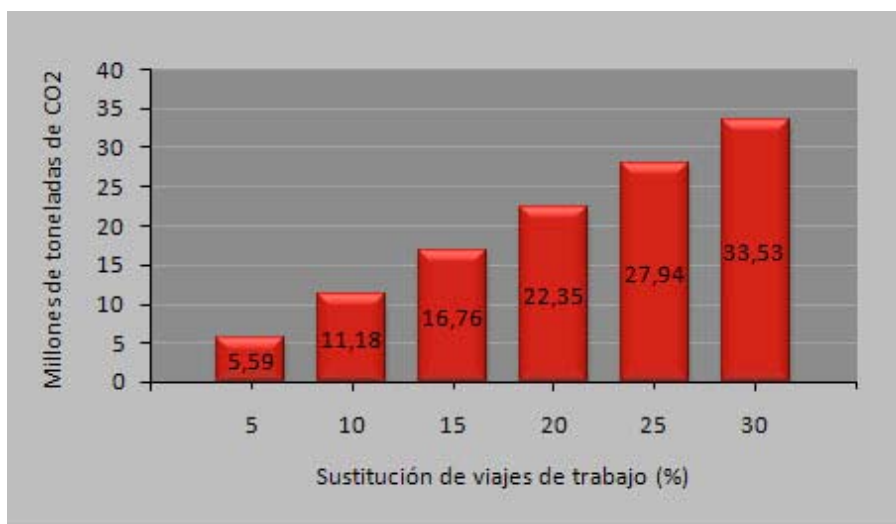


Figura 13. Reducción de las emisiones de CO₂ debida a la sustitución de viajes de trabajo por videoconferencias

Fuente: Pamlin y Szomolanyi (2008)

La figura 14, por su parte, se refiere a las audioconferencias, considerando como tales aquellas comunicaciones en que al menos tres personas intervienen. Es un método alternativo al de la videoconferencia, quizá más apropiado para reemplazar reuniones de personas que ya se conocen o que trabajan conjuntamente con frecuencia. En el gráfico se observa que cada 20 millones de audioconferencias evitan la emisión de unas 440.000 toneladas de CO₂. Tomando este dato como partida, si el 50% de los empleados de los países de la UE25 (unos 195 millones) sustituyera durante el año una reunión por una audioconferencia, ello permitiría dejar de emitir 2.128 millones de toneladas de CO₂.

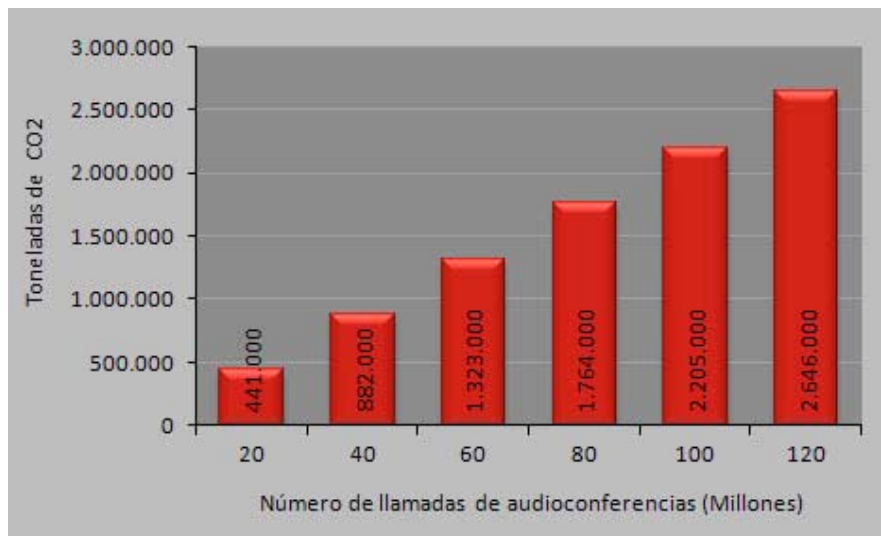


Figura 14. Reducción de las emisiones de CO₂ de acuerdo con el número de audioconferencias

Fuente: Pamlin y Szomolanyi (2008)

Bio Intelligence Service (2008) recoge datos de estudios particulares e incorpora sus propias estimaciones para concluir que cada videoconferencia ahorra 74,2 kg de emisiones de CO₂ por 113 kg en el caso de las audioconferencias; hay que hacer notar, no obstante, que en el primero de los casos se estima que se elude un desplazamiento de unos 800 km mientras que en el cálculo realizado para las audioconferencias se toman tres de unos 400 km. Juntando audio y videoconferencias, y añadiendo otras hipótesis para definir un escenario “medio” previsible para 2020, se llega a la conclusión final de que para entonces podría prescindirse del 8% de los viajes de negocios, lo que, traducido a ahorro de emisiones de CO₂, se convierte en cerca de 9 millones de toneladas.

7.1.3. Teletrabajo

El teletrabajo es un magnífico procedimiento para reducir desplazamientos, con la consiguiente disminución del consumo de combustibles y la asociada rebaja en las emisiones de GEI. Además de esta disminución del número de trayectos realizados en vehículos existen otros efectos asociados, también con impacto positivo en el medio ambiente, tales como reducción de la congestión del tráfico (no sólo por la circulación de menos vehículos sino por hacerlo fuera de las horas punta cuando se tiene un horario flexible), reducción de los espacios dedicados a oficina y reducción de las infraestructuras relacionadas con el transporte (carreteras, aparcamientos).

No es, desde luego, fácil cuantificar tales impactos. En el estudio realizado para el Departamento de Transporte del Reino Unido por Cairns et al (2004), se advierte de efectos sistémicos perversos: pese a que el teletrabajo obviamente disminuye el número de desplazamientos de los trabajadores a las oficinas, el teletrabajo modifica los patrones de conducta incidiendo en un aumento de los desplazamientos por otros motivos. Estos “nuevos” desplazamientos serían:

- El teletrabajador hace trayectos en coche durante el día para tareas específicas (por ejemplo, recoger a los hijos en el colegio o ir a comprar), que anteriormente enlazaba en el camino hacia o desde su lugar de trabajo.
- Otros miembros de la familia, que previamente utilizaban medios de transporte público, utilizan el vehículo ahora “disponible” en el hogar.
- El tiempo que el trabajador se ahorra en los desplazamientos hacia o desde el trabajo puede ser utilizado para realizar actividades de ocio que posiblemente impliquen desplazamiento en coche.

En el mismo estudio se recogen los resultados de diferentes experiencias piloto en que se habían estudiado los ahorros en los desplazamientos imputables al teletrabajo. La tabla 5 sintetiza estos resultados.

Study	Mileage savings per person
BT	178 - 193 miles per week
BAA	45 miles per week
Washington Metropolitan Area study	16 miles <i>per day</i> for part-time home-workers
AA call centre	48-57 miles per week (full time home-workers)
Mitchell & Trodd	113 miles per week
RM Consulting	47 miles per week
ADAS Consulting	43 miles per week (full time home workers)
Hertfordshire's Trading Standards department	3 miles per week for in-work mileage
Sefton MBC	15 miles per week per person 46 miles per telework day

Yearly totals converted to weekly totals assuming 46 weeks worked per year.

Tabla 5. Reducción en el número de kilómetros en desplazamientos por efecto del teletrabajo.

Resultados de experimentos piloto

Fuente: Cairns et al (2004)

Como conclusión final, Cairns et al (2004) estiman que el teletrabajo reduce entre un 48 y un 77% las kilómetros que tienen que recorrer los trabajadores en sus caminos de casa al trabajo y viceversa. Si se tiene en cuenta la compensación el incremento de otros desplazamientos (de menor distancia), el teletrabajo acabaría reduciendo las necesidades de transporte entre un 11 y un 19%.

Evidentemente, los estilos de vida y los patrones urbanos pueden alterar estas conclusiones. Otros estudios ofrecen estimaciones diferentes. En GeSI y The Climate Group (2008) se estima que si en los Estados Unidos 30 millones de personas trabajaran desde casa, las emisiones de CO₂ se podrían reducir de 75 a 100 millones de toneladas para 2030, dato comparable a la reducción obtenida por otras medidas como la mejora en la eficiencia de los combustibles para los vehículos.

WWF Suecia (2008) llega a cifras similares (en toda Norteamérica y también para 2030) con una adopción esperable (“media”) del teletrabajo, dentro de una horquilla que va de 18 a 110 millones de toneladas de CO₂. En todo el mundo, la reducción de emisiones estaría, según este informe, entre 43 y 256 millones de toneladas de CO₂ (véase tabla 6).

	2005 emissions LDV MtCO ₂ e	2030 baseline emissions LDV MtCO ₂ e	% emissions from commuting	% of commuting emissions saved by individual telecommuters	Telecommuting take up			Emission reductions from telecommuting MtCO ₂		
					low	medium	high	low	medium	High
OECD North America	1,282	1,623	30%	75%	5%	10%	30%	18	37	110
OECD Europe	516	535	30%	75%	5%	10%	30%	6	12	36
OECD Pacific	219	219	30%	75%	5%	10%	30%	2.5	5	15
FSU	100	229	30%	75%	5%	10%	30%	2.5	5	15
Eastern Europe	53	82	30%	75%	5%	10%	30%	1	2	6
China	64	303	30%	75%	5%	10%	30%	3.5	7	20
Other Asia	64	174	30%	75%	5%	10%	30%	2	4	12
India	29	103	30%	75%	5%	10%	30%	1	2	7
Middle East	29	67	30%	75%	5%	10%	30%	1	2	5
Latin America	133	294	30%	75%	5%	10%	30%	3.5	7	20
Africa	63	167	30%	75%	5%	10%	30%	2	4	11
Total	2,551	3,797						43	85	256

Tabla 6. Reducción de emisiones por la aceptación del teletrabajo (en millones de toneladas de CO₂)

Fuente: WWF Suecia (2008)

Por su parte, el estudio de Bio Intelligence Service (2008) reduce drásticamente las previsiones de ahorro hasta un valor medio en torno a las 14 millones de toneladas de CO₂ en 2020. En el escenario “tendencia actual” (con un 20% de teletrabajadores pero en que todos ellos mantienen su puesto de trabajo en una oficina) el ahorro sería de 9 millones de toneladas de CO₂; en el otro escenario extremo, llamado “ecológico” (25% de teletrabajadores de los cuales la mitad renuncian a tener un puesto de trabajo en las dependencias de la empresa), el ahorro es de 19 millones.

Desde una perspectiva de largo plazo, las consecuencias asociadas al desarrollo del teletrabajo (efectos sistémicos) pueden ser enormes ya que podría impulsar un cambio de concepción en los parámetros de desarrollo urbanístico. Los parámetros actuales serían sustituidos por otros en los que las vías de comunicación no serían el elemento fundamental y en los que se disminuiría el espacio dedicado a lugares de trabajo colectivo tales como oficinas. Aunque en países desarrollados, como en Europa, las infraestructuras ya existen y el hipotético cambio no sería efectivo sino en el muy largo plazo, en economías de rápido crecimiento como China e India, el teletrabajo puede favorecer desde este mismo instante enormes ahorros energéticos en comparación con el gasto asociado a la desarrollo de la industrialización tradicional; esta aseveración es especialmente cierta si el teletrabajo se combina con otras medidas tales como la construcción de edificios altamente eficientes o incluso capaces de generar su propia energía (Pamlin y Szomolanyi, 2008). Los autores que acaban de citarse también realizan una estimación del ahorro de emisiones imputable al teletrabajo. Para ellos, por cada diez millones de teletrabajadores se ahorraría a la atmósfera más de once millones de toneladas de CO₂ (figura 15).



Figura 15. Reducción de las emisiones de CO₂ en función del número de teletrabajadores

Fuente: Pamlin y Szomolanyi (2008)

Por último, la tabla 7 muestra otras estimaciones: las que ofrece el Ministerio de Asuntos Interiores y de Comunicaciones para Japón. Como se observa, este estudio apenas concede significatividad a la reducción de emisiones impulsada por el teletrabajo. Para el grupo de trabajo japonés son bastante más importantes las reducciones asociadas a la evitación de desplazamientos que permiten las tecnologías de reunión virtual analizadas en el apartado precedente.

Assessment field	Usage scenarios	Fiscal 2006		Fiscal 2010		Fiscal 2012	
		10,000 tons CO ₂	Percentage	10,000 tons CO ₂	Percentage	10,000 tons CO ₂	Percentage
Movement of people	Telework	30	0.0%	50	0.0%	63	0.0%
	TV conferencing	105	0.1%	194	0.1%	305	0.2%
	Remote management	5	0.0%	5	0.0%	5	0.0%

Tabla 7. Reducción de emisiones de CO₂ por disminución de desplazamientos en Japón (en decenas de miles toneladas de CO₂)

Fuente: MIC (2008) (El porcentaje se toma con respecto a las emisiones totales de Japón en 2005)

7.1.4. Fomento del transporte público

Desde el punto de vista de las emisiones de GEI, se ha estimado que el transporte público es entre un 40 y un 80% más eficiente que el transporte privado (WWF Suecia, 2008). Las eTIC pueden contribuir al aumento del uso del transporte

público, en detrimento del transporte privado, ofreciendo mejor servicio al usuario gracias a la gestión de flotas de autobuses y, en general, gracias a la incorporación de “sistemas inteligentes” en las líneas de transporte.

Las estimaciones realizadas en el mismo estudio (WWF Suecia, 2008), incluyen tres escenarios según el porcentaje en que aumente el uso del transporte público. En estos tres escenarios, la reducción de las emisiones sería de 57, 380 y 760 millones de toneladas de CO₂, respectivamente (tabla 8).

	2005 emissions LDV MtCO ₂ e	2030 baseline emissions LDV MtCO ₂ e	% emissions reductions of public transportation as compared to LDV	% LDV traffic 'lost to public transportation			Net Emission reductions from mode switching MtCO ₂		
				low	Medium	high	Low	medium	high
OECD North America	1,282	1,623	50%	3%	20%	40%	24.3	162.3	324.6
OECD Europe	516	535	50%	3%	20%	40%	8.0	53.5	107
OECD Pacific	219	219	50%	3%	20%	40%	3.3	21.9	43.8
FSU	100	229	50%	3%	20%	40%	3.4	22.9	45.8
Eastern Europe	53	82	50%	3%	20%	40%	1.2	8.2	16.4
China	64	303	50%	3%	20%	40%	4.5	30.3	60.6
Other Asia	64	174	50%	3%	20%	40%	2.6	17.4	34.8
India	29	103	50%	3%	20%	40%	1.5	10.3	20.6
Middle East	29	67	50%	3%	20%	40%	1.0	6.7	13.4
Latin America	133	294	50%	3%	20%	40%	4.4	29.4	58.8
Africa	63	167	50%	3%	20%	40%	2.5	16.7	33.4
Total	2,551	3,797					57	380	760

Tabla 8. Reducción de las emisiones causada por la sustitución de desplazamientos en transporte privado por desplazamientos en transporte público

Fuente: WWF Suecia (2008)

7.2. Avances en los procesos logísticos

El transporte de mercancías está creciendo rápidamente como resultado de la globalización y del crecimiento económico. En este proceso, la logística se está mostrando en ocasiones ineficiente. Por ejemplo, desajustes en la planificación de las rutas provocan que a veces se realicen más kilómetros de los necesarios y que, con frecuencia, los vehículos transporten muy poca mercancía, o incluso nada, en sus

viajes de retorno. Todo ello con el aumento asociado en el consumo de combustible y de las emisiones de CO₂.

En concreto, WWF Suecia (2008) estima que, en los países desarrollados, entre el 20 y el 30% de los camiones que circulan por las carreteras van vacíos. INFRAS (2004) indica que el consumo de combustible de un vehículo vacío puede rondar en torno a un tercio del consumo del mismo vehículo cargado.

Para afrontar estos problemas, las eTIC ofrecen posibilidades que pueden explotarse para la mejora de los procesos logísticos. Las más destacadas son:

- Servicios de localización y gestión de flotas.
- Control y optimización de inventarios.
- Gestión de operaciones diarias con datos en tiempo real.
- Comercio electrónico de capacidad de carga que permita pujar por espacio libre en vehículos.

Existen algunas estimaciones de cuál sería la reducción de las emisiones en el transporte de mercancías mediante la utilización de las eTIC para optimizar la carga de los vehículos. WWF Suecia (2008) la valora entre 71 y 426 millones de toneladas de CO₂, dependiendo del porcentaje de mejora conseguida en la carga total (figura 15).

	2005 emissions light and heavy duty trucks MtCO2e	2030 baseline emissions light and heavy duty trucks MtCO2e	% improvement in total load factor			Net Emission reductions from total load factor improvement MtCO2		
			low	Medium	high	Low	medium	high
OECD North America	370	504	5%	15%	30%	20	59	118
OECD Europe	282	374	5%	15%	30%	14	43	86
OECD Pacific	87	120	5%	15%	30%	2	7	14
FSU	46	79	5%	15%	30%	2	6	13
Eastern Europe	12	22	5%	15%	30%	1	2	5
China	59	153	5%	15%	30%	4	11	22
Other Asia	130	274	5%	15%	30%	9	27	54
India	56	145	5%	15%	30%	5	14	28
Middle East	130	204	5%	15%	30%	4	13	26
Latin America	154	272	5%	15%	30%	8	24	47
Africa	39	80	5%	15%	30%	2	6	13
Total	1366	2,226				71	213	426

Tabla 9. Reducción de las emisiones derivadas de las mejoras en la eficiencia del transporte de mercancías

Fuente: WWF Suecia (2008)

GeSI y The Climate Group (2008) amplían los efectos medidos en su estudio a las posibles mejoras logísticas alcanzables en el almacenamiento. La figura 16 detalla los resultados: la introducción de las eTIC en el sector de la logística podría reducir las emisiones en aproximadamente 1.500 millones de toneladas en todo el mundo. En términos relativos, las reducciones en las aplicaciones destinadas al transporte llegarían al 16% y al 27% las que se refieren al almacenamiento.

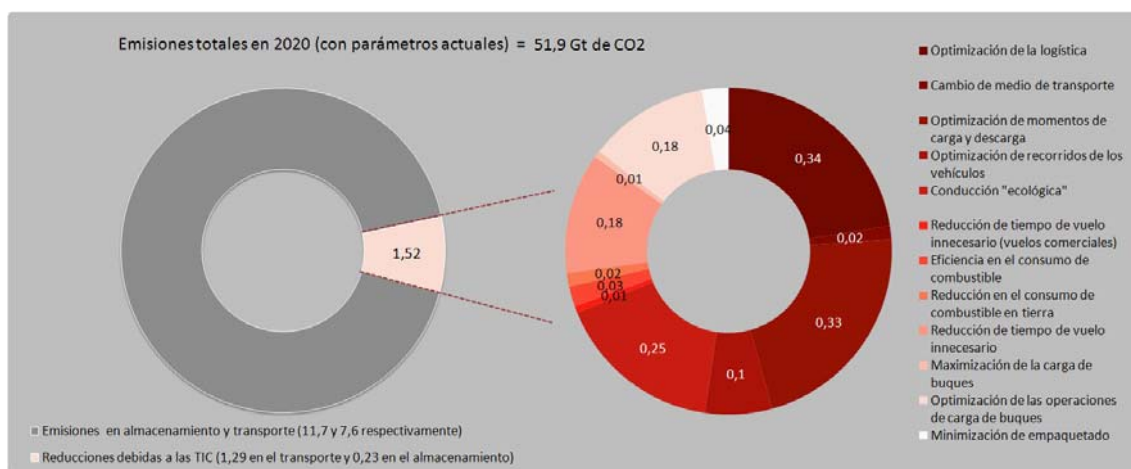


Figura 16. Reducción de las emisiones de CO₂ por mejoras logísticas. Proyección a 2020

Fuente: GeSI y The Climate Group (2008)

Por último, MIC (2008) también aporta datos cuantitativos. En el caso de Japón, el uso de sistemas de transporte “inteligentes” contribuiría a la reducción de emisiones que se detalla en la tabla 10.

Assessment field	Usage scenarios	Fiscal 2006		Fiscal 2010		Fiscal 2012	
		10,000 tons CO2	Percentage	10,000 tons CO2	Percentage	10,000 tons CO2	Percentage
Intelligent transport systems	ITS	308	0.2%	370	0.3%	401	0.3%

Tabla 10. Reducción de emisiones de CO₂ por la adopción sistemas de transporte “inteligentes” en Japón (en decenas de miles toneladas de CO₂)

Fuente: MIC (2008) (El porcentaje se toma con respecto a las emisiones totales de Japón en 2005)

7.3. Mejoras en la eficiencia energética de los vehículos

Es difícil cuantificar en cuanto contribuyen las eTIC a las mejoras en la eficiencia en el uso de combustibles por parte de los vehículos. No obstante lo anterior, sí existe un estudio (el elaborado por WWF, 2008a) que se atreve a realizar una estimación. En el escenario conservador, con una mejora del 5% en la eficiencia, el ahorro de emisiones sería de 453 millones de toneladas de CO₂ en el conjunto del planeta. Esta cifra se triplica (1.460 millones) si se asume el escenario más optimista de entre los tres planteados (tabla 11).

	2005 emissions all vehicles MtCO ₂ e	2030 baseline emissions all vehicles MtCO ₂ e	Vehicle efficiency improvement			Emission reductions from vehicle efficiency improvements MtCO ₂		
			Low	medium	high	low	medium	high
OECD North America	2,120	2,815	5%	10%	15%	141	281	438
OECD Europe	1,224	1,511	5%	10%	15%	76	151	229
OECD Pacific	499	589	5%	10%	15%	29	59	91
FSU	204	401	5%	10%	15%	20	40	67
Eastern Europe	93	155	5%	10%	15%	8	15	26
China	315	827	5%	10%	15%	41	83	145
Other Asia	412	806	5%	10%	15%	40	81	137
India	164	395	5%	10%	15%	20	40	69
Middle East	237	387	5%	10%	15%	19	39	63
Latin America	398	792	5%	10%	15%	40	79	134
Africa	181	378	5%	10%	15%	19	38	63
Total	5,846	9,055				453	906	1,460

Tabla 11. Reducción de las emisiones derivadas de las mejoras en la eficiencia de los vehículos

Fuente: WWF Suecia (2008)

8. Aplicaciones en el caso de España

8.1. Reducción del número de desplazamientos

8.1.1. Uso de servicios electrónicos

Comercio electrónico

A finales de 2006, el 11,7% de la población en España había comprado a través de internet en los últimos tres meses. Como se puede observar en la figura 17, la tendencia es claramente positiva. Ahora bien, no existen estadísticas que evalúen exactamente cuántas de esas compras se refieren a bienes “físicos” y cuántas a bienes “intangibles”. Sin poder cuantificarse, sí es seguro que el número de adquisiciones en “supermercados electrónicos” es aún bajo. Recuérdese que de acuerdo con la tabla 1, cuando el comercio electrónico de los “bienes cotidianos” alcance el 1%, se reducirán en un 0,7% las emisiones debidas al transporte.

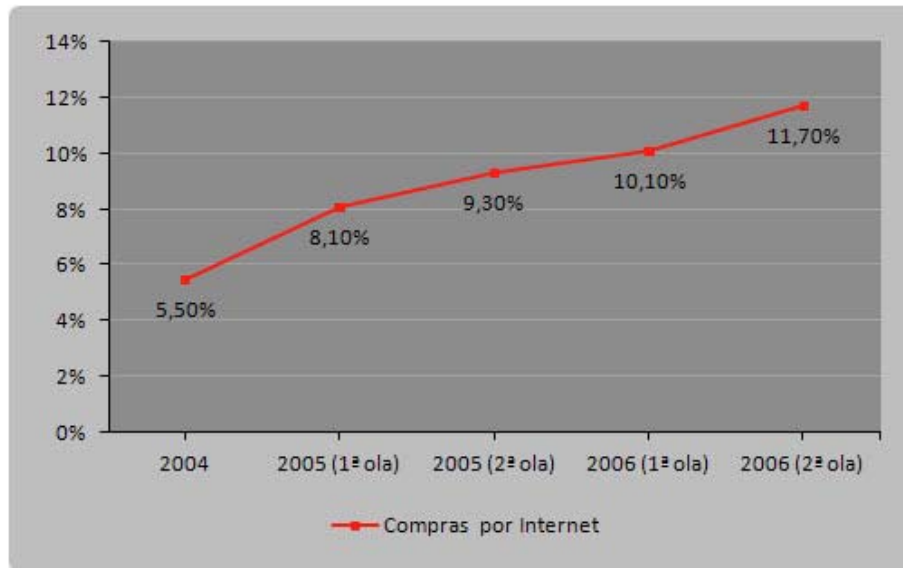


Figura 17. Adopción del comercio electrónico por los hogares españoles

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INE (2007a)

En cuanto a las empresas, en el año 2006, el 18,22% de las empresas habían realizado compras mediante internet (por un valor de 74.953.231 miles de euros), y un 7,3% habían vendido por Internet (por un valor de 75.823.423 miles de euros) (INE, 2007b).

Administración electrónica

Los datos publicados por la Agencia Española de Administración Tributaria muestran una evolución ascendente del número de declaraciones del impuesto sobre la renta de las personas físicas presentadas utilizando los recursos de la página web de la AEAT. En el año 2007 alcanzaron la cifra de 5,63 millones de declaraciones (figura 18).

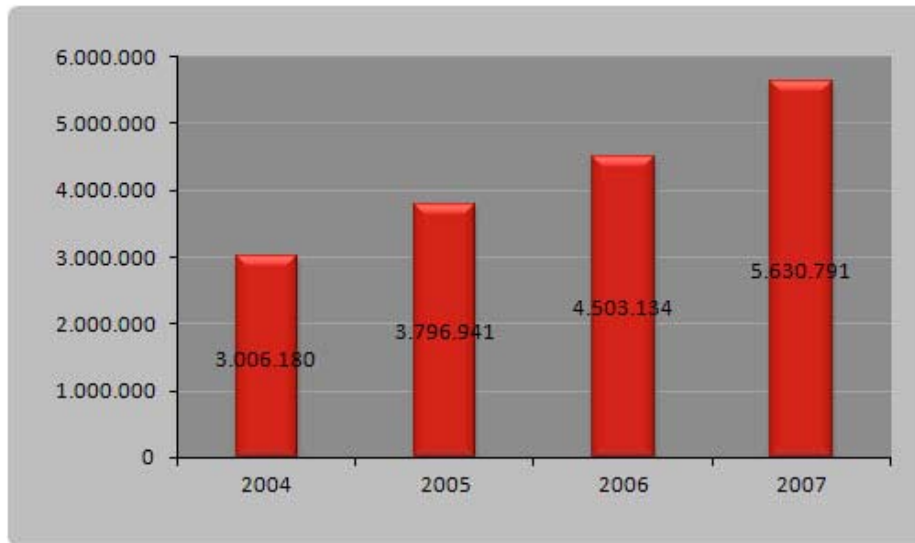


Figura 18. Número de declaraciones del impuesto sobre la renta de las personas físicas presentadas por internet

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de AEAT (2008)

Si se unen otras presentaciones de impuestos (aduanas, IVA, etc.) el número total de trámites en que se ahorró la presentación física superó los 46 millones en el año 2007.

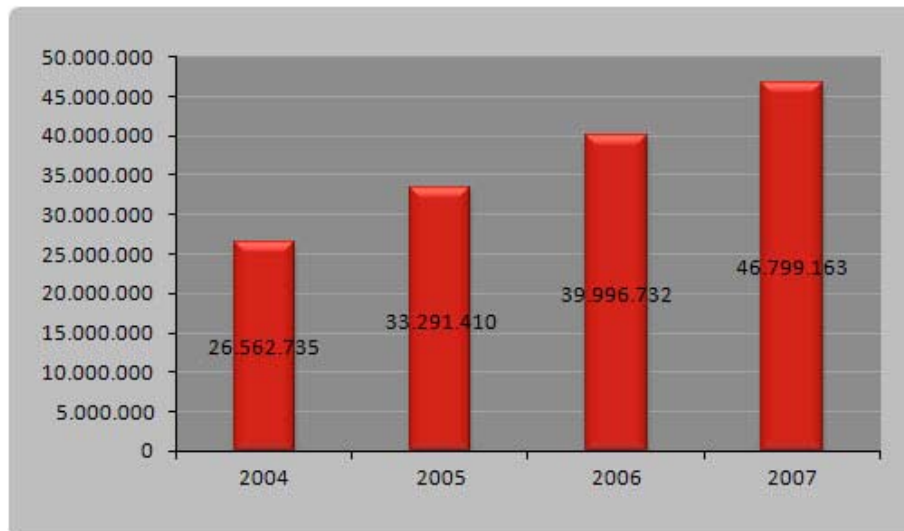


Figura 19. Número de declaraciones de impuestos (cualquier tipo) presentadas por internet

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de AEAT (2008)

De acuerdo con las cifras estimadas por Pamlin y Szomolanyi (2008) (figura 12), eso significaría que el éxito de las aplicaciones desarrolladas por la Administración Tributaria estaría evitando la emisión de casi 50.000 toneladas de CO₂.

8.1.2. Teletrabajo

No existe uniformidad de criterios a la hora de definir qué es se considera teletrabajo. Como consecuencia, las estadísticas muestran datos muy distintos según la fuente de obtención de los mismos y según los criterios elegidos para determinar el concepto de teletrabajo.

Así, Eurostat toma una definición amplia por la que considera teletrabajo toda actividad en que se realice parte del trabajo fuera de las instalaciones de la empresa, lo que incluye también al personal dedicado a ventas o al que se encuentra desplazado en las instalaciones del cliente. Según este indicador, son los países del norte de Europa aquellos en los que el teletrabajo está más difundido, destacando Dinamarca e Islandia en que más de la mitad de sus empresas lo han ya adoptado. España, con un 11% de las empresas, está entre los países de cola sólo por delante de Rumanía, Letonia, Polonia e Italia (figura 20).

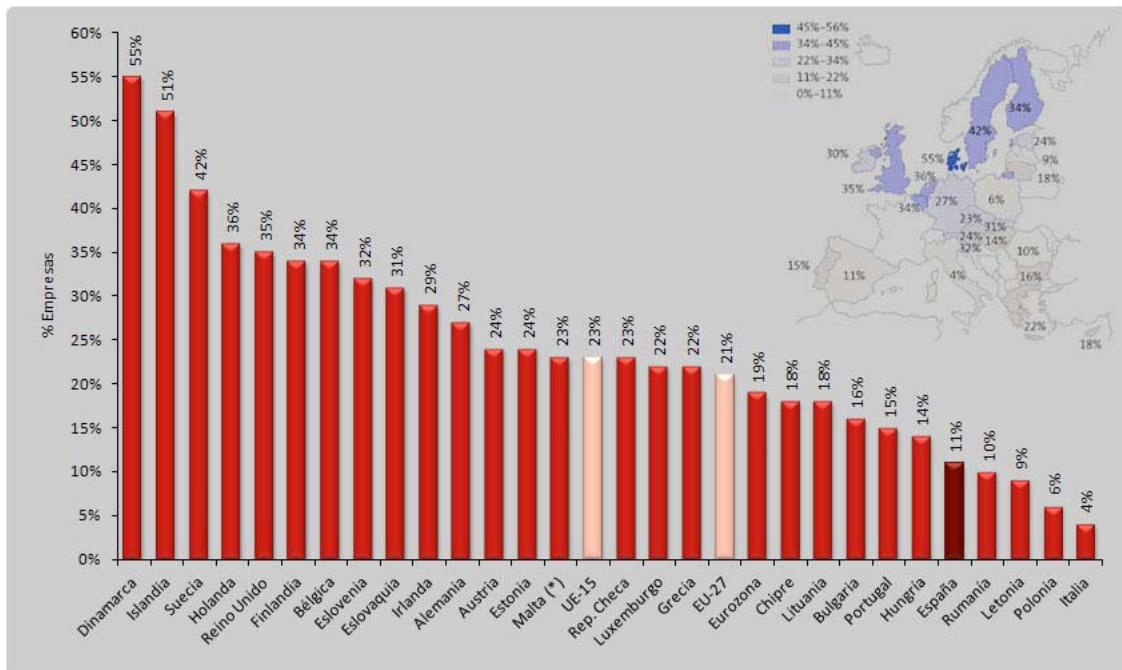


Figura 20. Porcentaje de empresas que han adoptado el teletrabajo en Europa

Fuente: Fundación Telefónica (2007) a partir de datos de Eurostat

Un estudio de DMR/AETIC utiliza un concepto de teletrabajo más restringido, lo que resulta en unos datos muy inferiores a los presentados por Eurostat. Según este informe, la difusión del teletrabajo como opción laboral en España era limitada en 2005, pues sólo lo permitían un 7,5% de las empresas españolas que disponían de ordenadores y un 6,7% de las empresas totales entrevistadas. En términos globales sólo un 2% de la población laboral realiza teletrabajo; esto era debido no sólo al reducido número de empresas que optan por el teletrabajo sino también a que en las empresas en las que sí se acepta el teletrabajo como modalidad, éste no concierne a gran parte de la plantilla (de hecho en el 60% de los casos no afecta a más del 25% de la plantilla). Las empresas que más adoptan el teletrabajo son las empresas grandes (con al menos 50 empleados) (figura 21).

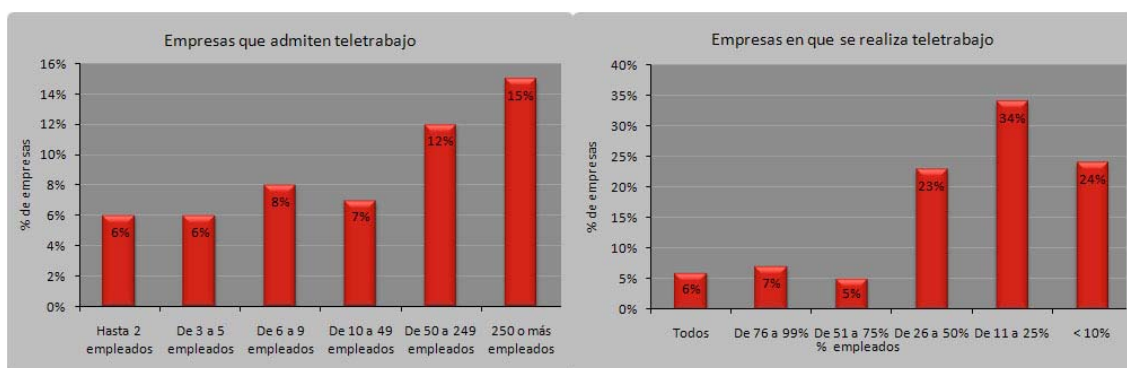


Figura 21. Empresas que admiten y empleados que realizan teletrabajo en España

Fuente: Fundación Telefónica (2007) a partir de datos de DMR/AETIC

Una tercera fuente de datos es European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions (2007). También con datos referidos al año 2005, el país con un mayor porcentaje de teletrabajadores en esa modalidad durante toda o casi toda la jornada laboral es la República Checa (9,11%), seguida por Austria (5,05%) y Eslovaquia (4,97%); en el extremo opuesto, se entrarían Bulgaria (0,17%), Rumania (0,51%) y Portugal (0,55%). Si se considera el número de teletrabajadores a tiempo parcial (entre uno y tres cuartos de su jornada laboral), en primer lugar aparece Estonia (12,92%), seguida por Dinamarca (12,91%) y Letonia (11,35%); en el extremo opuesto se encontrarían de nuevo Rumania, Portugal y Bulgaria con valores en torno al 1,50% de los empleados. En este informe, España se encuentra muy próxima a la media de la UE27, algo por debajo de la media en el teletrabajo a tiempo completo o

casi completo, pero algo por encima en el porcentaje de teletrabajadores a tiempo parcial (véase la figura 22).

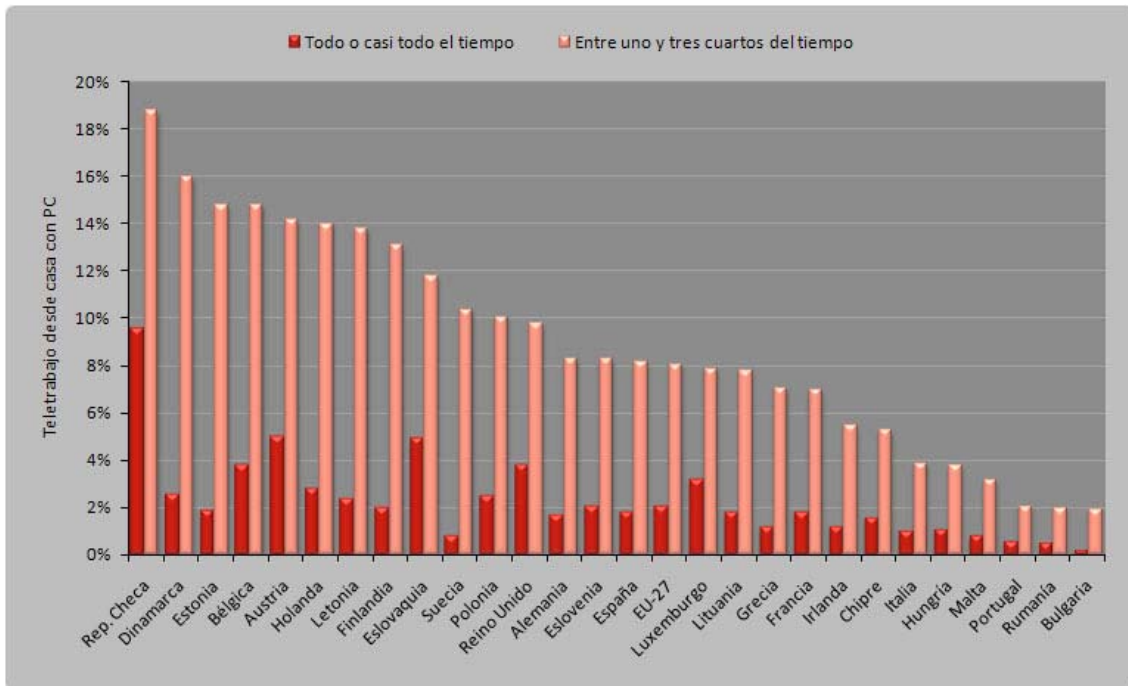


Figura 22. Porcentaje de teletrabajadores en los países de la Unión Europea

Fuente: European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions (2007)

Si unimos las discrepancias en el número de teletrabajadores con las discrepancias en el impacto que el teletrabajo tiene en la reducción de desplazamientos (tal y como se ha analizado en el apartado 7.1.3), resulta extraordinariamente aventurado ofrecer una estimación acerca de cuál es la reducción del volumen de GEI que la difusión del teletrabajo propicia.

8.2. Avances en los procesos logísticos

El sector de la logística en España se enfrenta a varias barreras que le impiden obtener una mayor eficiencia, tales como:

- El transporte por mercancía (al igual que en buena parte de Europa) está muy fragmentado.

- Existe una tendencia, tanto de los operadores de logística como de los propios proveedores de servicios, a realizar inversiones a corto plazo descartando otras de más largo plazo que servirían para mejorar la eficiencia.
- La regulación europea no favorece la cooperación entre compañías.

A lo anterior, se unen problemas más concretos. Tómese como ejemplo que el parque de vehículos de carga en España está formado mayoritariamente por vehículos pequeños: casi el 75% de los camiones y furgonetas tienen una carga máxima autorizada de menos de 1000 kg y más del 85% menos de 1500 kg (figura 23)

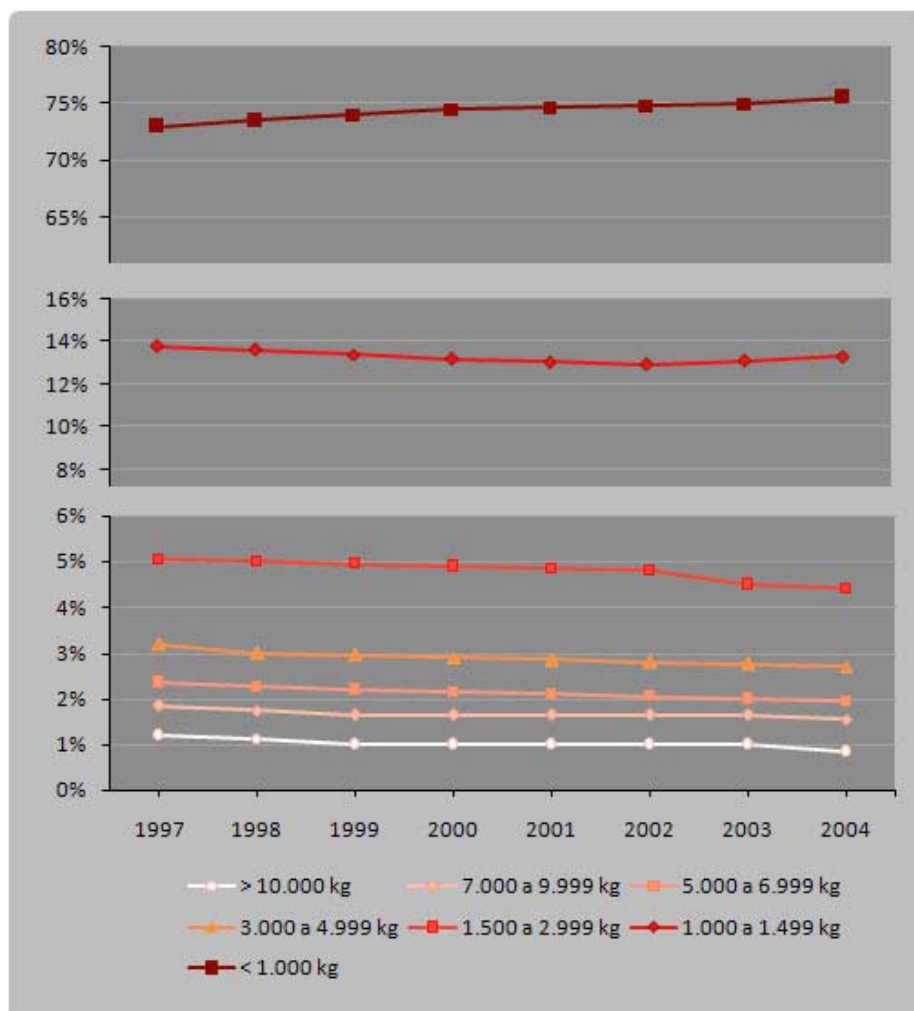


Figura 23. Distribución de camiones y furgonetas según la carga máxima autorizada

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Dirección General de Tráfico (DGT)

8.3. Mejoras en la eficiencia energética de los vehículos

Parece evidente que próximas generaciones de vehículos incorporarán avances que redunden en una mayor eficiencia en el uso de combustibles y en una menor emisión de materias contaminantes.

Es también evidente que esta evolución se ha ido ya produciendo progresivamente y que los vehículos que se encuentran actualmente en el mercado son, en general, más respetuosos con el medio ambiente que los que se fabricaron hace un lustro, estos más que los que se fabricaron hace una década y así sucesivamente.

En este sentido, es un factor muy preocupante la antigüedad del parque de vehículos en España. La figura 24 presenta los datos referidos a turismos: casi el 10% de los turismos que circulaban en España a finales de 2006 tenían ¡más de veintiún años de antigüedad!

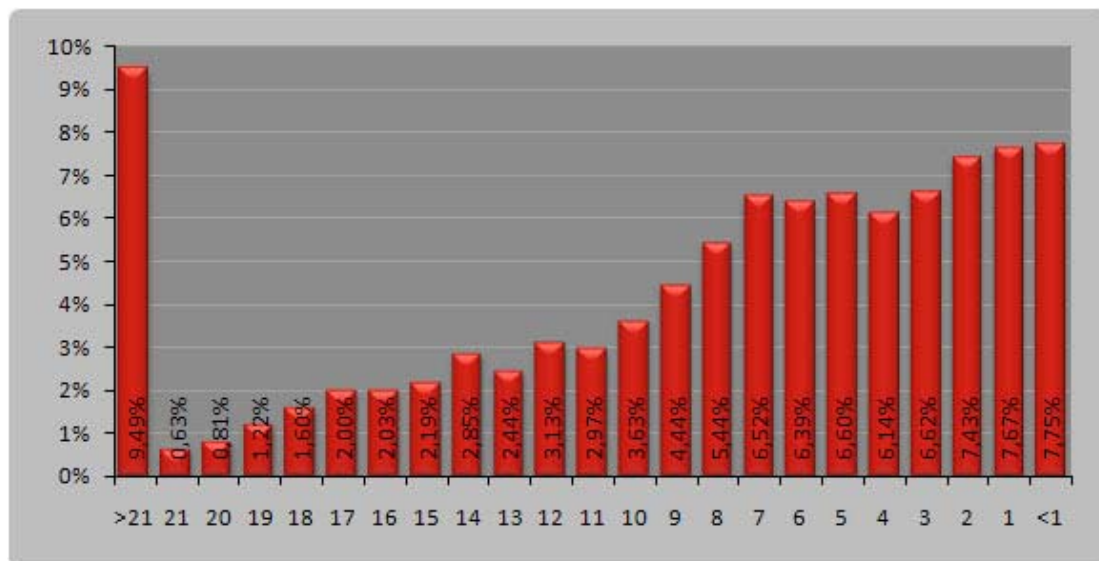


Figura 24. Antigüedad del parque de turismos en España (en porcentaje, a 31 de diciembre de 2006)

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Dirección General de Tráfico

La figura 25 presenta los mismos datos para camiones y furgonetas. La imagen que resulta no es mucho más favorable que para los turismos: un 9% del parque tenía más de veintiún años y cerca de un 40% de los camiones y furgonetas superaban los diez años de antigüedad.

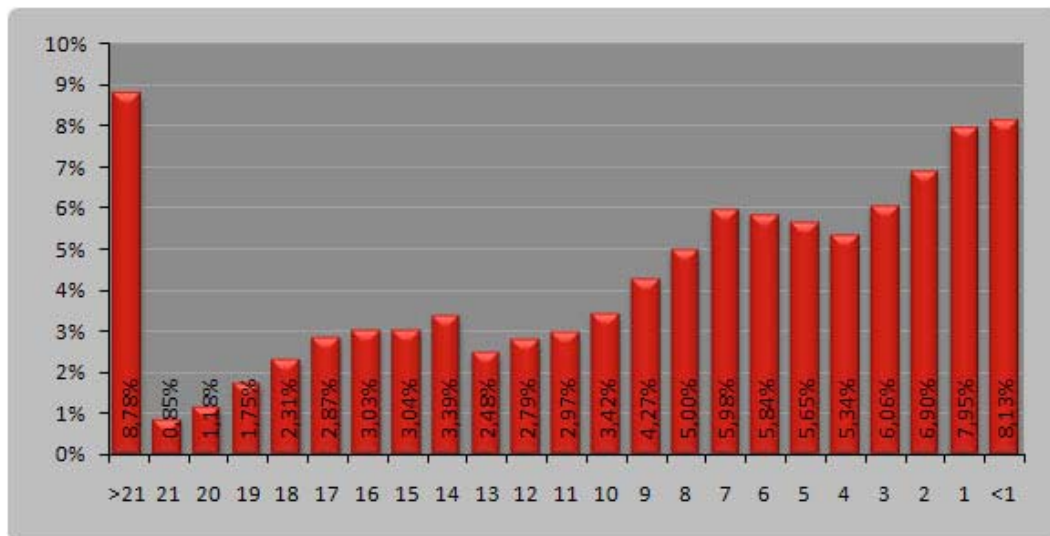


Figura 25. Antigüedad del parque de camiones y de furgonetas en España (en porcentaje, a 31 de diciembre de 2006)

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Dirección General de Tráfico

8.4. Alternativas “verdes” en la elección del medio de transporte

No hay que olvidar que tanto el consumo energético como las emisiones de CO₂ dependen del medio de transporte utilizado.

En los últimos años se están desarrollando bases de datos y simuladores que permiten estimar cuál será el consumo energético y las emisiones de cada modo de transporte bajo diferentes condiciones de operación. Entre otras cabe citar las siguientes.

- ARTEMIS (*Assessment and Reliability of Transport Emission Models and Inventory Systems*). Proyecto de investigación patrocinado por la Dirección General de Transporte y Energía de la Comisión Europea. Más información en <http://www.trl.co.uk/artemis>
- REMOVE: Modelo de simulación de transporte y emisiones desarrollado por la Universidad Católica de Lovaina y Transport & Mobility Leuven para la Comisión Europea. Más información en <http://www.tremove.org>
- ATMOSFAIR (*The atmosfair emissions calculator*). Para los viajes en avión. Más información en <http://www.atmosfair.org>

Las herramientas más completas son las desarrolladas por la Unión Internacional de Ferrocarriles (UIC) y la European Environment Agency (EEA). Estas instituciones han desarrollado dos aplicaciones web: EcoPassenger (<http://www.ecopassenger.org>) y EcoTransIT (Ecological Transport Information Tool – <http://www.ecotransit.org>). EcoPassenger y EcoTransIT permiten calcular y comparar el consumo de energía y las emisiones de diferentes modos de transporte en Europa, en el primer caso en el transporte de pasajeros y en el segundo en el transporte de mercancías. En ambos casos, se toman en consideración las emisiones originadas en la producción de la electricidad o del combustible que los diferentes medios de transporte requieren para su funcionamiento.

8.4.1. Pasajeros

Para la comparación entre los distintos modos de transporte se ha utilizado la herramienta EcoPassenger.

El ejemplo seleccionado toma como ciudad de origen Madrid y ciudad de destino Barcelona un día laborable por la mañana. Las tres modalidades consideradas son tren (alta velocidad), avión (incluyendo desplazamientos en coche hasta y desde los correspondientes aeropuertos) y turismo (vehículo de clase media; motor PC Diesel Euro 3 y un único ocupante en el vehículo). La figura 26 sintetiza las características de los medios utilizados en el ejemplo


	Start/Destination	Details	Duration	Products
	MADRID-PUERTA DE ATOCHA [ES] BARCELONA SANTS [ES]	from Mo, 04.08.08, 13:30 to Mo, 04.08.08, 16:54 → Details → Map → Google Earth → sooner → later	3:24	AVE 3133
	MADRID-CHAMARTIN [ES] BARCELONA SANTS [ES]	Middle class; PC Diesel EURO 3; → Details → Map	5:44	Car
	MADRID-CHAMARTIN [ES] BARCELONA SANTS [ES]	Flight from Barajas Airport, Madrid to Barcelona Airport.	3:15	Car, Aircraft, Car

Figura 26. Alternativas de transporte tomadas como ejemplo en un desplazamiento Madrid-Barcelona

Fuente: Elaboración propia utilizando la herramienta EcoPassenger

Con las condiciones indicadas, la figura 27 nos ofrece el resultado en kilogramos de CO₂ expelidos. Como se puede apreciar, el tren es con notable diferencia el medio de transporte menos contaminante.

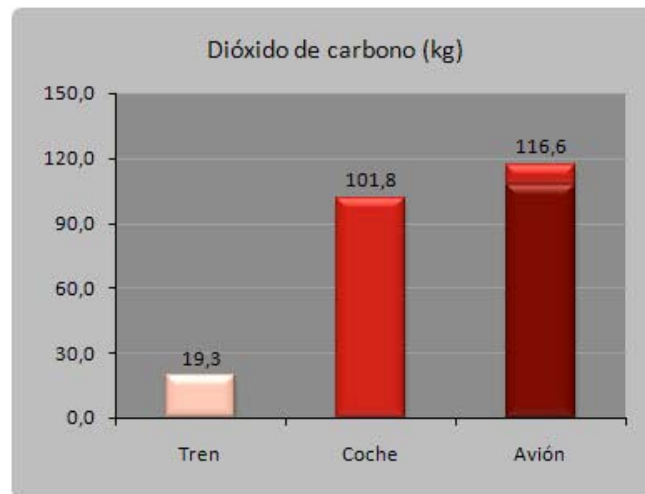


Figura 27. Emisión de dióxido de carbono según el medio de transporte en un desplazamiento Madrid-Barcelona

Fuente: Elaboración propia utilizando la herramienta EcoPassenger

Las conclusiones son similares (el tren es el medio de transporte preferible) cuando lo que se mide no es la emisión de dióxido de carbono sino de otros gases o partículas contaminantes (véase la figura 28).

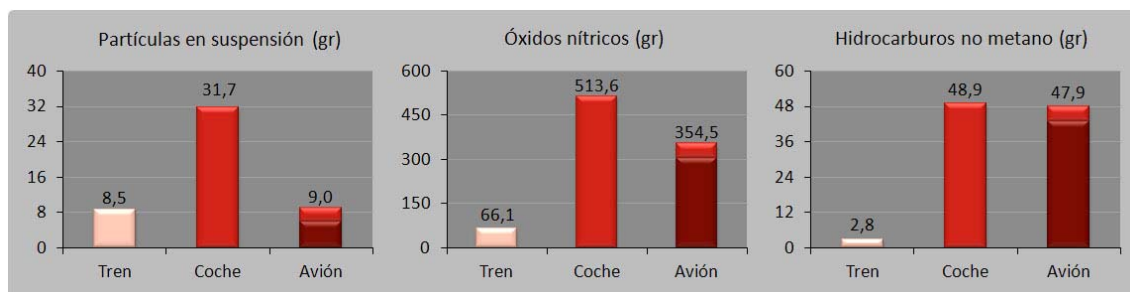


Figura 28. Emisiones tóxicas (diferentes de dióxido de carbono) según el medio de transporte en un desplazamiento Madrid-Barcelona

Fuente: Elaboración propia utilizando la herramienta EcoPassenger

Se puede profundizar algo más en el análisis y comparar, por ejemplo, cuál es la incidencia de las características del turismo en las emisiones. En el ejemplo, se ha tomado un vehículo de clase media. Pues bien, si se cambia por un vehículo considerado “pequeño” no hay diferencia en los kilogramos de CO₂ emitidos. En cambio, si el turismo es de “clase superior” el aumento de emisiones con respecto a los clases media y baja es muy considerable (algo más del 40%). La figura 29 presenta los resultados obtenidos con EcoPassenger.

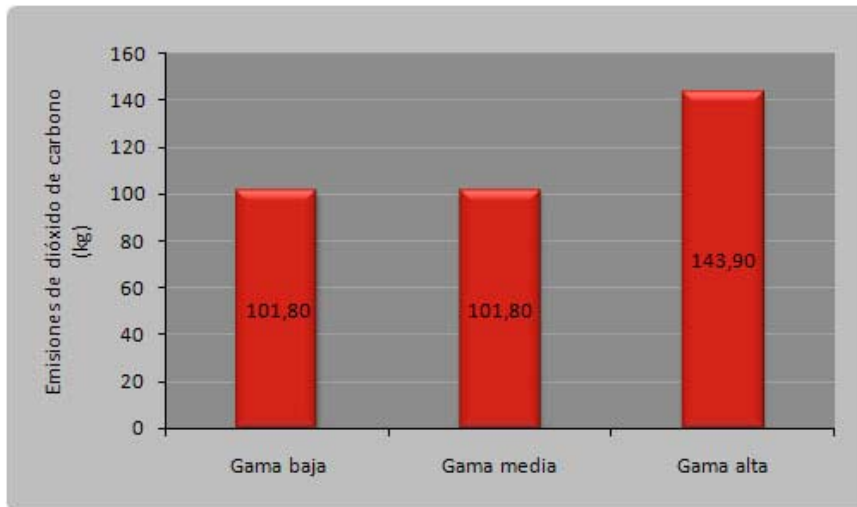


Figura 29. Emisión de dióxido de carbono (en kg) de un turismo, según su clase, en un trayecto Madrid-Barcelona

Fuente: Elaboración propia utilizando datos obtenidos con la herramienta EcoPassenger

También se puede estudiar cuál es la influencia del tipo de combustible en los volúmenes de emisión. La figura 30 muestra cómo para un coche de clase media, el gasóleo da cifras más bajas que la gasolina y que el gas licuado de petróleo (LPG).

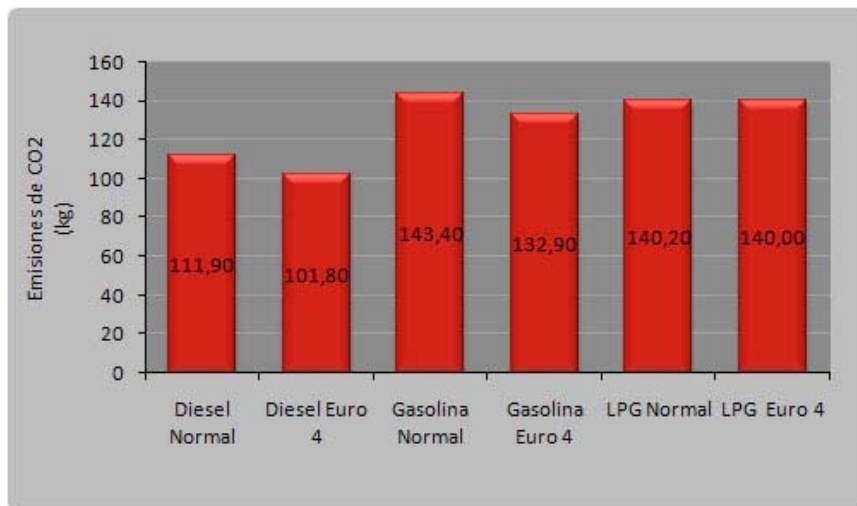


Figura 30. Emisión de dióxido de carbono (en kg) de un turismo, según el combustible utilizado, en un trayecto Madrid-Barcelona

Fuente: Elaboración propia utilizando datos obtenidos con la herramienta EcoPassenger

8.4.2. Mercancías

La comparación entre los distintos medios de transporte también se ha realizado para el caso del transporte de mercancías utilizando en este caso la herramienta EcoTransIT.

El ejemplo que tomamos es de nuevo un trayecto entre las ciudades de Madrid y Barcelona. En este caso, evaluamos las emisiones generadas en el transporte de 1, 5 ó 20 toneladas de mercancías. Los medios de transporte considerados son camión (con capacidad de carga de 40 toneladas y combustible diésel Euro3), tren (eléctrico convencional) y avión (convencional).

La figura 31 presenta los resultados. El tren es el medio menos contaminante seguido del transporte por carretera quedando el avión último en la comparación. Las diferencias entre unos y otros medios de transporte se hacen tanto más evidentes cuanto mayor es la carga transportada.

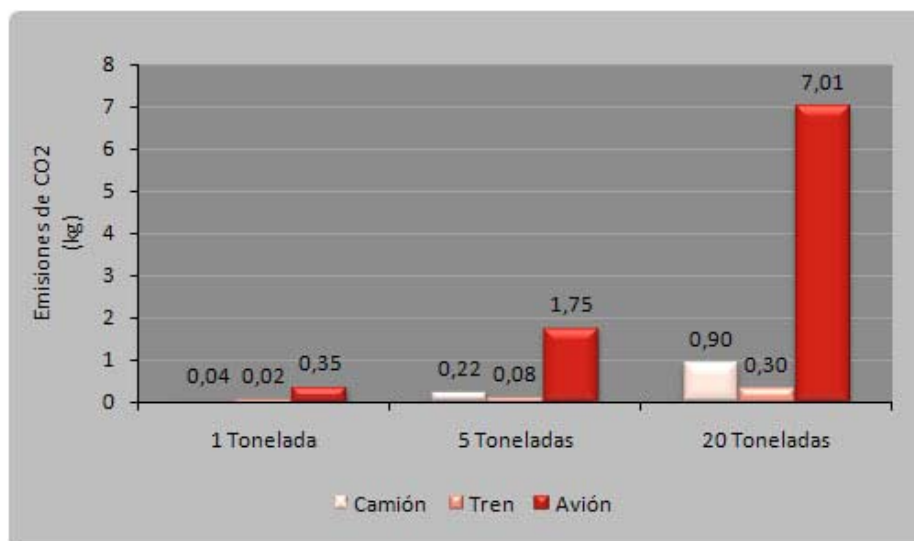


Figura 31. Emisión de dióxido de carbono (en kg) en un transporte de mercancías entre Madrid y Barcelona según el medio de transporte utilizado y la carga

Fuente: Elaboración propia utilizando la herramienta EcoTransIT

9. Conclusiones y recomendaciones

- La medida más simple para frenar la emisión de GEI generados por el uso del transporte es tomar medidas que permitan reducir el número de desplazamientos.
- En este sentido, el desarrollo de la sociedad de la información en España y, en concreto, la difusión entre ciudadanos y empresas de prácticas ligadas al uso de aplicaciones y servicios electrónicos, tiene un efecto modernizador del país (necesario para afrontar los retos económicos que plantea una economía globalizada) pero también contribuye a la reducción de desplazamientos y, por tanto, a una menor emisión de GEI.
- A largo plazo, se debería avanzar en estos procesos de “desmaterialización” de actividades y en la oferta a distancia de servicios electrónicos.
- La divulgación del teletrabajo en las empresas debe continuar creciendo de la mano de las posibilidades que ofrece el progreso de las TIC. Pese a la aparición de otros desplazamientos, en términos netos más teletrabajo significa menos traslados diarios.
- Las eTIC también pueden evitar que muchas de las reuniones laborales sean “físicas”, consiguiéndose los mismos resultados sin necesidad de desplazamiento de los participantes.
- Las eTIC aumentan la sensación de comodidad y el grado de satisfacción de los usuarios de transporte público, con un resultado de un incremento en su utilización y, en consecuencia, una disminución en el uso de vehículos particulares.
- La progresiva incorporación de tecnologías de información a la mecánica de los vehículos está permitiendo una mejora en la eficiencia del consumo de combustible. El parque de vehículos español es anticuado y deberían mantenerse, o incluso reforzarse, los programas que incentivan la sustitución de vehículos anticuados por otros nuevos que ya incorporan estas mejoras y son, por tanto, mucho menos contaminantes.

- El uso del turismo en los desplazamientos de pasajeros debería desincentivarse frente al uso del tren, mucho más respetuoso con el medio ambiente.
- Lo anterior es, si cabe, aún más cierto en el caso del avión, el medio más contaminante de los habitualmente utilizados.
- También en el transporte de mercancías debe incentivarse el uso del tren frente al transporte por carretera y, muy especialmente, frente al avión.
- La carga del vehículo es un parámetro fundamental. Las eTIC permiten mejoras en los programas logísticos que deben incorporarse para reducir el número de trayectos y para optimizar la carga que se desplaza en cada trayecto.
- Es básico desarrollar herramientas que informen a los usuarios sobre el uso óptimo que pueden realizar de sus vehículos y que, además, les indiquen los efectos para el medio ambiente de cada una de las posibles opciones con que cuentan para sus desplazamientos. Esta acción debería en conjunción con campañas que transmitan una mayor concienciación medioambiental.

PARTE III. Construcción

10. Visión General. Construcción y emisiones de GEI

Otro de los sectores en los que las eTIC pueden hacer una contribución fundamental a la mejora de la sostenibilidad de la economía en sentido amplio, es el sector de la construcción.

La progresiva implantación de las eTIC tanto en las técnicas de construcción y edificación, como en el diseño y equipamiento de los edificios (residenciales, de negocios, recreo, temáticos, etc), facilita la optimización de los costes de producción y fomenta el ahorro energético, con la consiguiente reducción de emisiones de GEI, mejorando al mismo tiempo las condiciones de habitabilidad de los usuarios y, por tanto, su calidad de vida.

Dentro de las mejoras potenciales que ofrecen las TIC, este capítulo se centrará en el estudio de aquellos aspectos dentro del ámbito de la construcción en los que el ahorro energético puede ser mayor, entre los que destaca la climatización (calefacción, ventilación y aire acondicionado) e iluminación de edificios.

10.1. *La situación internacional*

Según el estudio del World Business Council for Sustainable Development³ (WBCSD, 2007) el reto de la industria mundial de la construcción es diseñar y construir edificios cuyo balance energético neto sea cero, es decir, que produzcan y consuman la misma cantidad de energía, ya que el consumo de energía en edificios supera el 40% del total consumido en la mayoría de países desarrollados. Esta cifra continua creciendo a nivel mundial a medida que lo hace el sector de la construcción, siendo muy relevante en países de rápido desarrollo como China o India.

³ Véase <http://www.wbcd.org>

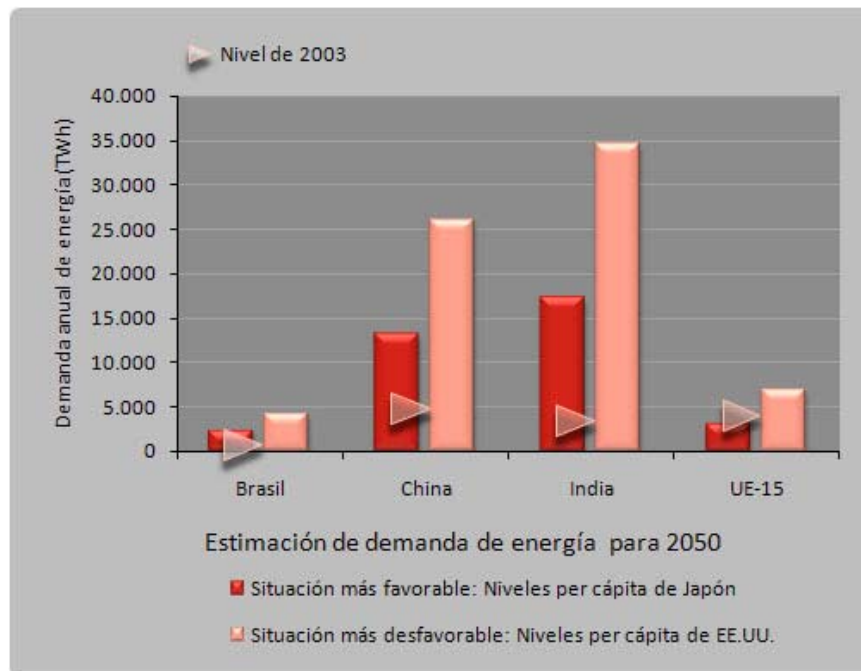


Figura 32. Previsiones de demanda de energía por regiones

Fuente: International Energy Agency and TIAX analysis. US Census 2006

Otro dato a destacar de este estudio muestra que más del 80% de la energía consumida en el ciclo de vida de un edificio corresponde a la fase de operación, es decir, al propio uso del edificio. Además el uso de energía en edificios representa más del 40% de las emisiones europeas en GEI y la energía utilizada para calentar, iluminar y administrar hogares representa más de la mitad de esa cifra.

Este hecho indica que el principal ahorro se registraría si se utilizaran tecnologías que apoyasen el consumo eficiente de los usuarios finales de un edificio, principalmente en climatización.

En línea con lo anterior EICTA (EICTA, 2008) estima que 70 de los 400 billones de kWh del consumo de electricidad anual en los hogares de la UE podrían ahorrarse sin imponer restricciones a nuestras vidas diarias⁴.

⁴ The Economic Potentials of ICT, German Ministry for Education and Research <http://www.ikt2020.de/de/102.php>

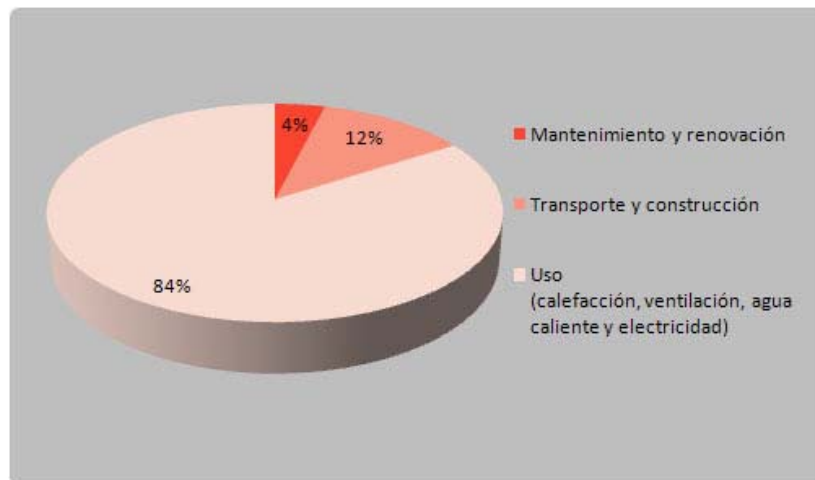


Figura 33. Uso de energía durante el ciclo de vida de un edificio

Fuente: (Adalberth, 1997)

Sobre el uso energético en edificios, la Comisión Europea⁵ señala que más del 60% del consumo residencial se destina a la climatización de los edificios, tal y como muestra la siguiente tabla

EU Energy Consumption	2005	2005	2020	2020
Residential by use	%	Mtoe	%	Mtoe
HVAC	66,0	202,6	64,0	215,0
Water heating / cooking	22,0	67,5	21,4	72,0
Lighting	4,5	13,8	4,5	15,0
EEE/ICT	7,5	23,0	10,1	34,0
Total	100,0	307,0	100,0	336,0

Tabla 12. Consumo residencial de energía EU-27 (2005 y 2020)

Fuente: European Commission

Por su parte, el consumo en oficinas y edificios comerciales se sitúa por encima del 50% del total, siendo en volumen sensiblemente inferior al consumo residencial.

Otro informe, elaborado por The Climate Group⁶ (The Climate Group, 2008), indica que las emisiones del sector de la construcción supusieron un 8% del total de

⁵ [DG TREN 2008] European Commission Directorate-General for Energy and Transport: "European Energy and Transport – Trends to 2030 (Update 2007)".

⁶ Estudio realizado dentro de la iniciativa *Global eSustainability Initiative (GeSI)*. Véase <http://www.gesi.org/>

emisiones⁷ en 2002. En el informe se estima que las emisiones del sector alcanzarán 11,2 GtCO₂ en 2020.

Este informe señala que un mayor uso de las eTIC podría contribuir a la reducción de las emisiones de CO₂ en un 15% en 2020, estimando un ahorro económico de 500.000 millones de Euros.

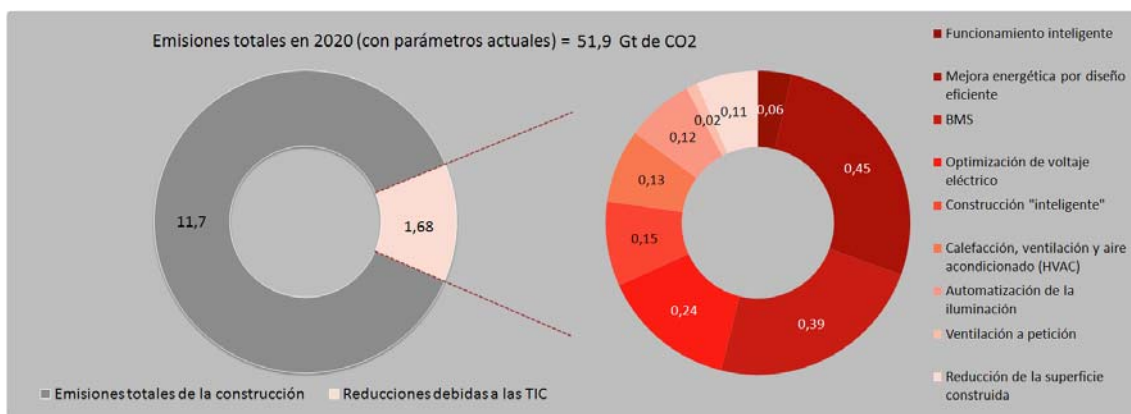


Figura 34. Estimación de emisiones de CO₂ del sector de la construcción.

Fuente: The Climate Group, 2008

Por su parte la Comisión Europea⁸ (EC, 2008), afirma que Europa debe avanzar hacia la creación de hogares y edificios más inteligentes desde el punto de vista energético. Según la CE más del 40% del consumo de energía en Europa está relacionado con los edificios (de viviendas, públicos, comerciales e industriales). El plan de acción para la eficiencia energética estima que las mayores posibilidades de ahorrar energía de una manera económica las ofrecen las viviendas (en torno al 27 %) y los edificios comerciales (en torno al 30 %).

Unos sistemas de gestión de la energía avanzados, flexibles e integrados, y basados en las TIC, tanto para los edificios nuevos como para los antiguos,

⁷ En esta cifra no se incluye la energía empleada en el uso corriente de los edificios en ese año.

⁸ Texto íntegro de la Comunicación disponible en:

http://ec.europa.eu/information_society/activities/sustainable_growth/docs/com_2008_241_all_lang/com_2008_241_1_es.pdf

combinados con el control generalizado de la iluminación natural y la ventilación, así como con un mejor aislamiento (de ventanas, suelos y techos) contribuirán no sólo a reducir el consumo de energía, sino también a reforzar la seguridad, promover el bienestar y facilitar la vida asistida.

Por otro lado señala la necesidad de avanzar hacia una iluminación inteligente: en interiores, en exteriores y en la vía pública. La Comunicación recoge como dato que la quinta parte aproximadamente del consumo mundial de electricidad se dedica a la iluminación, por lo que el potencial de ahorro es muy elevado.

Así, medidas como la adopción de la tecnología de diodos emisores de luz (LED) podría reducir en un 30 % el consumo actual de aquí a 2015 y hasta en un 50 % para 2025. Podrían conseguirse otras mejoras si a las bombillas eficientes se les añaden capacidades de detección y actuación, de manera que pudieran ajustarse automáticamente (p. ej., a la luz natural o la presencia de las personas).

Los datos anteriores ponen de manifiesto que las eTIC pueden ayudar al sector de la construcción a alcanzar el objetivo de eficiencia, reducción de demanda y uso de energía, y reducción de emisiones de GEI.

Para ello la principal estrategia de impulso al consumo responsable y eficiente pasa por concienciar a todos los agentes involucrados en el sector de la construcción de la necesidad de introducir en sus respectivas actividades las tecnologías y medios adecuados, siendo las eTIC la base sobre la que sustentar el cambio. Esta cuestión es particularmente importante en el diseño y construcción de edificios para proporcionar servicios de hogar digital (como se presenta posteriormente) ya que los mayores ahorros se producen en el consumo corriente de hogares y edificios.

10.2. *La situación en España*

Según los datos publicados por el IDAE (IDAE, 2007a) en su Plan de Acción 2008-2012, el consumo de energía final del sector de la construcción⁹ representa el

⁹ Según el IDAE, el sector de la construcción incluye los servicios que tienen un mayor peso sobre el consumo energético de los edificios: las instalaciones térmicas (calefacción, climatización y producción de agua caliente sanitaria) y las instalaciones de iluminación interior, tanto del sector doméstico como del terciario.

17% del consumo de energía final nacional, correspondiendo un 10% al sector doméstico y un 7% al sector terciario.

El IDAE (IDAE, 2007b) también apunta que desde la década de los 90 el ritmo de crecimiento en el uso de energía ha sido del 2,5% anual. En la actualidad el consumo de energía de las familias españolas supone el 30% del total.

Otro estudio en la misma línea es el publicado por la Fundación Entorno (Fundación Entorno, 2008), según el cual el sector de la construcción es el responsable directo del 7% de las emisiones nacionales (emisiones directas derivadas del consumo de combustibles fósiles para calefacción y agua caliente) y del 25% de las emisiones nacionales si se imputan además las emisiones asociadas a su consumo de electricidad según apunta el Plan Nacional de Asignación 2008-2012.

Otro dato de gran importancia es que alrededor de un 70% del consumo energético de los Ayuntamientos españoles corresponde al alumbrado público. Esta cifra, sin duda elevada, se pretende reducir mediante la progresiva incorporación de sistemas de gestión y control centralizado del alumbrado¹⁰.

Así el cambio a las últimas tecnologías en alumbrado público supondría un ahorro de 1 000 millones de euros anuales en costes de funcionamiento y 4 millones de toneladas de CO2 para el conjunto de los Ayuntamientos.

En lo referente al consumo energético de un hogar español, la Fundación Entorno afirma que es un 60% superior a la media europea, lo que deja un evidente margen de mejora en la calidad de los edificios (vivienda mal orientada, mal aislada, materiales poco apropiados, etc).

Otro dato que señala el margen de mejora del sector de la construcción en España es que nuestro país se encuentra en el último lugar entre los países líderes europeos en reciclado y reutilización de residuos de construcción y demolición con un 5%, frente a Holanda, Bélgica y Dinamarca, que se sitúan entre el 80 y el 90%.

En resumen, el fuerte crecimiento experimentado por el sector de la construcción en los últimos años hace que el ahorro de energía en este sector sea uno de los principales retos a la hora de limitar las emisiones y contribuir a frenar el cambio

¹⁰ Véase como ejemplo, la instalación de Philips de 80 luminarias con gestión remota en Getafe (Madrid), que permitió conseguir un 41% de ahorro total de energía.

climático en España, siendo el uso de las eTIC en los diferentes ámbitos del proceso de construcción la principal palanca de cambio.

En este sentido, los retos clave que el sector de la construcción en España debe afrontar pueden resumirse en los siguientes:

- Fomentar diseños energéticamente eficientes en infraestructuras y edificaciones.
- Favorecer el uso de energías renovables.
- Fomentar el ahorro y la eficiencia en el uso de la energía a través del fomento de equipamientos eficientes, la innovación en materiales y la concienciación de los usuarios.

11. Oportunidades derivadas del uso de las eTIC para la reducción de emisiones de la construcción

Tal y como se ha presentado en apartados anteriores, el uso de las eTIC en las diferentes fases que componen la construcción de un edificio tiene una importancia creciente, dada la situación actual y los retos a los que se enfrenta el sector de la construcción, particularmente en nuestro país.

Por ello en este apartado se resumen las principales formas de contribución que las eTIC pueden ofrecer al sector de la construcción de cara a impulsar su modernización en aras de una reducción sustancial de emisiones de CO₂.

En este sentido, y considerando los principios recogidos por EICTA (EICTA, 2008) en un reciente informe, se presentan las diferentes oportunidades identificadas en tres ámbitos de actuación básicos:

- Tecnologías de mejora: mejora de procesos tradicionales, ganando en eficiencia.
- Tecnologías de apoyo: soporte del cambio progresivo de hábitos.
- Tecnologías de transformación: cambio de las capacidades, usos y aplicaciones actuales.

Estos ámbitos se pueden relacionar respectivamente con los efectos directos, indirectos y sistémicos mencionados en la introducción.

11.1. Tecnologías de mejora

Monitorización y análisis: tales como herramientas de climatización, suministros básicos (agua, electricidad, gas), reducción de fugas en el suministro (sensores), optimización del consumo (contadores inteligentes) o monitorización de la integridad de los diferentes sistemas y redes de suministro (central de datos, incidencias, alarmas, etc).

Logística: indirectamente los aspectos logísticos que afectan a la construcción (provisión de materiales, desplazamiento de maquinaria pesada), permiten optimizar la planificación de la mano de obra, ajustando el plazo de ejecución de los proyectos de construcción. Además la mejora de la gestión en el transporte supone un beneficio adicional para el sector de la construcción. Por otro lado la alta presencia de eTIC en edificios facilita a su vez los suministros básicos de proveedores, lo que supone un ahorro de desplazamientos una vez que los edificios son habitados.

Edificios inteligentes: las eTIC intervienen en la eficiencia energética de la climatización (sistemas de calefacción, calderas, aire acondicionado), iluminación (sensores que ajustan el nivel de intensidad de la iluminación en función de las condiciones del entorno), mediante sensores, termostatos, interruptores de presencia, centralización y monitorización de datos, gestión remota, *standby* de equipos, etc.

Gestión de edificios y energía: los sistemas de gestión de edificios (BMS) son medios automáticos que permiten controlar los servicios para mantener un entorno cómodo con la cantidad mínima de desperdicio de energía. Para ello se combina un conjunto de datos, como niveles de ocupación y mediciones de espacio, con información procedente de sensores, tanto internos como externos. Esta información se procesa por un ordenador central, que ajusta los controles de temperatura, ventilación e iluminación para mantener una eficiencia óptima. Su aplicación actual es mucho mayor en grandes edificios (hospitales, oficinas, hoteles) pero en el ámbito residencial los ahorros podrían ser muy importantes.

LEDs: se trata de dispositivos que pueden ser hasta 4 veces más eficientes que las bombillas incandescentes tradicionales, reducen los costes energéticos hasta en un 75% y ofrecen un brillo similar al de las luces halógenas. Además, los LEDs

tienen una salida térmica muy baja, lo que reduce la necesidad de refrigeración en entornos sensibles al calor.

Paneles fotovoltaicos: la generación de electricidad a través de sistemas fotovoltaicos solares es una tecnología sin explotar completamente y que ofrece un potencial enorme para reducir la dependencia de los combustibles fósiles, especialmente para calentar agua.

11.2. Tecnologías de apoyo

Generación de energía y tecnologías limpias: principalmente utilizados en sistemas de climatización (energía geotérmica, paneles solares, etc). Cabe destacar la tecnología fotovoltaica, en lo que se refiere a la fabricación de paneles, o al desarrollo software para la gestión e integración de la energía solar con el resto de sistemas de climatización de un edificio.

Herramientas de diseño y simulación: la ingeniería, la arquitectura y muchas formas de fabricación han utilizado el diseño asistido por ordenador (CAD) durante décadas, lo que representa ahorros de energía muy importantes con respecto a la modelización física (y también permite diseñar y producir productos cada vez más óptimos).

11.3. Tecnologías de transformación

Conectividad: todos los edificios actuales deben contar con la infraestructura interior adecuada (ICT) para facilitar el uso de la banda ancha actual y futura, lo que supone un beneficio para los usuarios y contribuye al ahorro energético global, la reducción de desplazamientos, el consumo de papel, etc.

Telecontrol, monitorización y detección remota: la conectividad de los edificios facilita a su vez el control remoto de los mismos, acercando las funcionalidades del hogar digital al dispositivo de comunicación de un usuario (PC, PDA, teléfono móvil, TDT).

12. Las eTIC en el proceso de edificación: desarrollo sostenible y ahorro energético

Este conjunto de oportunidades puede utilizarse a lo largo del ciclo de vida de las infraestructuras y las edificaciones que se representa en la siguiente figura:



Figura 35. Ciclo de vida de la construcción.

Fuente: Fuente: (Fundación Entorno, 2008)

Sobre esta representación, el presente apartado se centra en aquellas áreas donde las eTIC pueden tener una contribución primordial para garantizar el uso eficiente de la energía. Sin ser exhaustivos en la clasificación es posible identificar cuatro grandes áreas:

- Planificación y ejecución urbanística.
- Diseño arquitectónico.
- Edificación e instalación.
- Hogar digital.

12.1. Planificación y ejecución urbanística

Se trata de la fase inicial previa a la edificación de edificios y en la que se realiza un planeamiento de las necesidades de abastecimiento de servicios básicos, tanto actuales como futuras. Tradicionalmente estas necesidades se centran en el suministro de electricidad, agua y gas natural, junto con la red de saneamientos.

Sin embargo en los últimos años cada vez se da más importancia a la incorporación en la planificación del diseño de redes de comunicaciones, para lo que es necesario construir las canalizaciones necesarias. Con ello se pretende facilitar la prestación de servicios de comunicaciones a los edificios proyectados, y por tanto la incorporación de las eTIC a la vida cotidiana.

El modo en que las eTIC impactan en esta actividad es doble. Por un lado facilitan la virtualización de los procesos de planificación gracias al empleo de herramientas CAD y redes de comunicaciones entre los agentes que intervienen en la planificación, lo que genera un ahorro general en consumo de papel y la reducción de desplazamientos.

Por otro lado, la consideración de las redes de comunicaciones como un elemento básico de los nuevos planeamientos facilita que en la ejecución de los planes de desarrollo se construyan las canalizaciones necesarias para dotar a las nuevas construcciones de la conectividad necesaria para facilitar el uso de las eTIC en el futuro.

Además el diseño de la iluminación será un factor esencial para el control del gasto energético. En este ámbito las eTIC tienen mucho que aportar.

12.2. *Diseño arquitectónico*

El esfuerzo por diseñar edificios que tengan en cuenta criterios básicos de sostenibilidad y eficiencia energética es una de las disciplinas de mayor actividad en la actualidad en el campo de la arquitectura.

En este sentido se habla de arquitectura sostenible para referirse al modo en el que se concibe un proyecto arquitectónico con el objetivo de aprovechar las condiciones naturales de un determinado lugar, minimizando el impacto de la construcción en el entorno natural y maximizando la utilización de técnicas y elementos constructivos que favorezcan la eficiencia energética, tales como:

- Diseño de sistemas pasivos de climatización, incorporando materiales aislantes y dispositivos electrónicos de control específicos.
- Planificación activa de ahorros, mediante el uso de equipos de climatización de alta eficiencia energética, sistemas de control integrados y dispositivos de comunicación para gestión integral y monitorización.

Así, cuestiones como las condiciones climáticas del entorno y la integración del edificio en el mismo, la elección de los materiales y procesos, la utilización eficiente de agua y energía, la planificación y gestión de residuos o la creación de espacios saludables (tanto interiores como exteriores), se convierten en los criterios básicos de diseño. En todas ellas existe un impacto directo de las TIC, siendo algunos de los más relevantes:

- Herramientas CAD.
- Herramientas software de simulación.
- Sistemas de control para:
 - Prevención de las emisiones tóxicas.
 - Gestión eficiente del agua y la energía.
 - Utilización y producción de energía renovable.
 - Optimización de los sistemas de climatización e iluminación.

Como resultado del proceso de diseño arquitectónico bajo criterios de sostenibilidad, se favorece el ahorro energético y el uso eficiente de la energía, y se disminuye el consumo de fuentes de energía no renovables, lo que se traduce a su vez en una disminución de las emisiones de CO₂ y otras sustancias tóxicas a la atmósfera.

Por otro lado debe considerarse también en la planificación las infraestructuras de hogar digital en la que intervienen profesionales cualificados para esta tarea en aras de dotar al proyecto de las infraestructuras adecuadas que facilitarán el uso de servicios y aplicaciones de control, seguridad, comunicaciones, etc.

12.3. Edificación e instalación

El paso siguiente al diseño de un edificio lo constituye la propia ejecución del proyecto, es decir, la edificación e instalación de sistemas.

En este caso el promotor o constructor del proyecto será el encargado de buscar los profesionales adecuados en cada ámbito para garantizar que la construcción final cumple los criterios de sostenibilidad utilizados durante la fase de diseño.

En esta fase el impacto de las eTIC reside en buena parte en la propia capacitación de los diferentes profesionales que intervienen en la ejecución física del proyecto (arquitectos, ingenieros, gestores energéticos, instaladores, fabricantes de equipos, etc) dado que sin los conocimientos técnicos apropiados la ejecución del proyecto podría no cumplir con los requisitos y especificaciones del diseño.

Por tanto, más allá de las mejoras que las eTIC introducen en los diferentes procesos, convirtiéndose en herramientas de apoyo a la edificación e instalación, el impacto de las eTIC debe medirse en función de las capacidades de los actores intervinientes en dichas tecnologías. Las eTIC por tanto se convierten en herramientas de apoyo para garantizar la consecución de objetivos de la fase de diseño.

Además una vez finalizada la obra, ésta debería someterse a un proceso de certificación para verificar el cumplimiento de los criterios de calidad exigibles y validez de la ejecución conforme al proyecto original.

12.4. Hogar digital

Como elemento final del análisis de impacto de las eTIC en la construcción, aparece el concepto de hogar digital como la integración de los distintos sistemas que el usuario final puede utilizar, tales como la domótica (automatización y control), seguridad (intrusión, detección de fugas, alarmas), el entretenimiento (hogar multimedia) o las telecomunicaciones (conectividad interior y exterior).

Si se considera al hogar digital como el último eslabón de la cadena que favorece en conjunto el ahorro de energía y el uso eficiente de la misma, la introducción de criterios de sostenibilidad se ve plasmada en un conjunto de servicios y aplicaciones que, utilizando las infraestructuras e instalaciones existentes, mejoran las condiciones de habitabilidad, el ahorro, la seguridad o el entretenimiento.

El impacto de las eTIC se percibe de manera directa examinando los potenciales servicios de hogar digital. Dado que una posible clasificación puede quedar obsoleta por la rápida evolución de estas tecnologías, a continuación se recoge un conjunto de servicios¹¹ agrupados por categorías que permite ilustrar el intenso papel de las eTIC en la consecución final del ahorro y la eficiencia energética:

¹¹ Véase el estudio MINT-CASADOMO

- Domótica:
 - Detectores de humo / incendio.
 - Detección de fugas de agua con salida para corte de suministro.
 - Detección de fugas de gas con salida para corte de suministro.
 - Detección de humedad.
 - Detección de lluvia.
 - Detección de viento.
 - Detección de iluminación.
 - Control remoto de encendido/apagado de climatización, iluminación.
 - Control de persianas.
 - Control de riego por zonas.
 - Control de electrodomésticos.
 - Integración de videoportero.
 - Desvío de llamadas del videoportero por Internet o al móvil.
 - Monitorización del consumo energético.
 - Gestión energética.
 - SAI (Sistema de Alimentación Ininterrumpida).
 - Soporte de mantenimiento y/o monitorización remota del sistema.

- Seguridad:
 - Detección de movimiento.
 - Detección de apertura de puertas/ventanas.
 - Detección de rotura de cristal.
 - Barreras de infrarrojos.
 - Sirena interior / exterior.
 - Integración de cámaras IP / CCTV.

- Visualización local de imágenes IP/CCTV.
 - Visualización remota de imágenes IP/CCTV.
 - Grabación remota de imágenes.
 - Aviso de Teleasistencia para personas dependientes.
 - Simulación de Presencia.
 - Sistema de acceso electrónico (tarjetas o llaves electrónicas).
 - Sistema de acceso biométrico (lectores de huella, iris, etc.).
- Multimedia:
- Distribución audio y video en interiores.
 - Soporte de VoIP.
 - Soporte de VideoIP.
 - Acceso a servicios online (noticias, información del tráfico, el tiempo, etc.).
- Telecomunicaciones:
- Conectividad en interiores.
 - Conectividad banda ancha.

Todos estos servicios y aplicaciones facilitan el ahorro de energía y el uso eficiente de la misma, y al mismo tiempo mejoran la calidad de vida de los usuarios.

13. Aplicaciones en el caso de España

El consumo de energía de las familias españolas supone ya un 30% del consumo total de energía del país, repartiéndose casi a partes iguales entre el coche privado y la vivienda (el 18% corresponde al consumo doméstico).

Cada hogar es responsable de producir hasta 5 toneladas de CO2 anuales. Las familias españolas, con sus pautas de comportamiento, son decisivas para conseguir que los recursos energéticos se utilicen eficientemente.

El consumo de energía final en el sector doméstico en España se distribuye por usos para una vivienda media de la siguiente forma:

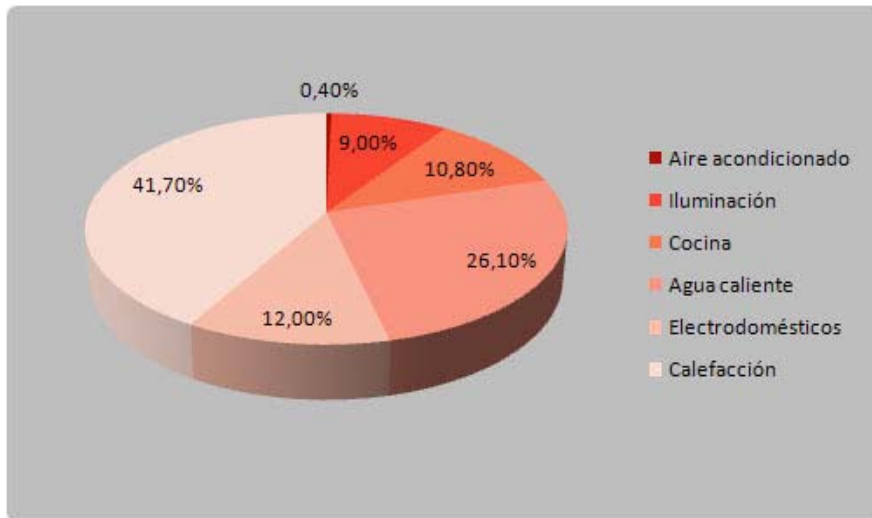


Figura 36. Distribución del consumo energético de los hogares en España (2003)

Fuente: IDEA

Por lo que respecta a los edificios con usos diferentes al de vivienda son los edificios de uso administrativo los que tiene un mayor peso en el consumo de energía del sector terciario, seguido por los edificios destinados al comercio, los restaurantes y alojamientos, edificios sanitarios y educativos, siguiendo la siguiente distribución en el consumo:

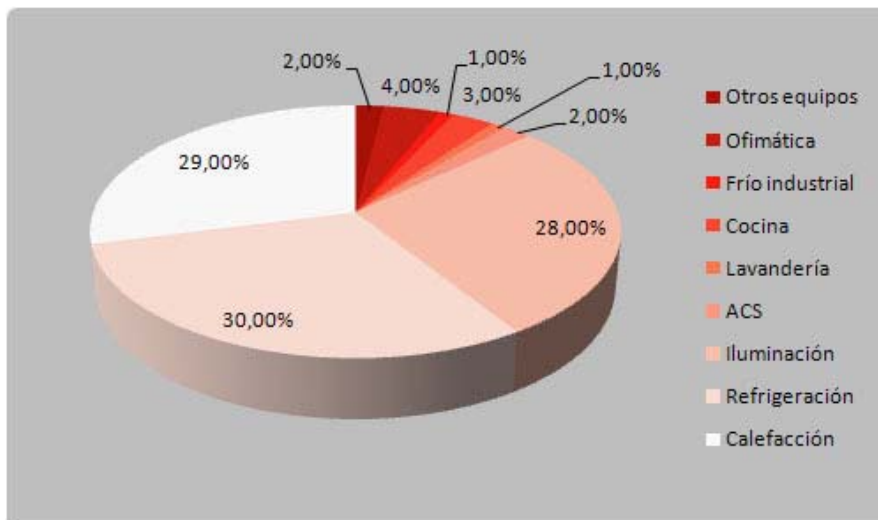


Figura 37. Distribución del consumo energético en edificios del sector terciario en España (2005)

Fuente: IDAE

Como se puede observar en las figuras anteriores, los principales consumos energéticos del sector de la construcción en España se derivan de la climatización (calefacción/refrigeración) y la iluminación de viviendas y edificios, que son a su vez los ámbitos en los que la aplicación de las eTIC lograría una mayor eficiencia energética, como se ha presentado anteriormente.

Para realizar una estimación concreta del impacto de las eTIC en la reducción del consumo energético, se parte de los objetivos del Plan de Acción 2008-2012 del IDEA, que define como ejes de actuación prioritarios para la reducción de emisiones de CO₂ en España los siguientes:

- Rehabilitación de la envolvente térmica en los edificios existentes: dado que más del 42% del consumo energético en hogares y del 50% en edificios corresponde a sistemas de calefacción y refrigeración, las actuaciones deberían encaminarse hacia la aplicación de criterios de eficiencia energética en la rehabilitación de su envolvente térmica.
- Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones térmicas existentes: sobre la medida anterior y dada la alta contribución de las instalaciones térmicas al consumo energético total, las medidas estarían encaminadas hacia la sustitución de equipos de producción de calor y frío, sustitución de equipos de movimiento de los fluido, utilización de sistemas de enfriamiento gratuito por aire exterior y de recuperación de calor del aire de extracción.
- Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones de iluminación interior existentes: junto con la climatización, la iluminación es otro de los ámbitos que mayor consumo registran en España y donde las mejoras pueden ser mayores. Así las posibles actuaciones podrían ser entre otras, sustitución de luminarias, lámparas y equipo, instalación de sistemas de control de encendido y regulación de nivel de iluminación con aprovechamiento de luz natural y cambio de sistema de iluminación.
- Revisión de las exigencias energéticas en la normativa edificatoria: el objetivo de esta medida es aumentar las exigencias establecidas en el Código Técnico de la Edificación para los nuevos edificios o aquellos que se rehabiliten.

Adicionalmente, se consideran prioritarias todas las medidas en apoyo a la planificación de redes de comunicaciones dentro de la planificación territorial y urbanística, y la incorporación y modernización de las ICTs¹².

Por último, otro objetivo básico para el ahorro energético en España es el impulso al desarrollo del Hogar Digital, con el objetivo de gestionar eficientemente el uso de la energía, favoreciendo el ahorro de agua, electricidad y combustibles.

Estas medidas en el contexto de la utilización de tecnologías de apoyo, mejora y transformación basadas en TIC, impactan directamente en el ciclo de edificación descrito anteriormente como ilustra la siguiente figura.



Figura 38. Ciclo de edificación, tecnologías eTIC y ejes de actuación en España

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la figura anterior, las medidas que mayor ahorro comportarían para el sector español de la construcción son aquellas que inciden en mayor medida en las fases de diseño arquitectónico, y construcción/rehabilitación/instalación, siendo las tecnologías eTIC aplicables de mayor impacto las denominadas tecnologías de apoyo y mejora.

¹² Véase la Comisión Asesora para el Despliegue de Infraestructuras de Acceso Ultrarrápidas: <http://www.planavanza.es/Noticias/Infraestructuras+de+Acceso+Ultrarr%C3%A1pidas.htm>

Además, la progresiva modernización de las viviendas hasta convertirlas en hogares digitales estaría basada en las tecnologías eTIC como fuente de mejora y transformación, principalmente estas últimas (p.e. conectividad) para aprovechar sinergias adicionales en el ahorro (p.e. teletrabajo y transporte).

Considerando las líneas prioritarias anteriores, junto con la aplicación de las tecnologías de mejora, apoyo y transformación, los ahorros estimados en emisiones de CO₂ que en el caso de España se podrían obtener serían muy significativos. Para realizar una estimación se han utilizado los datos objetivos de reducción de emisiones fijados por el IDAE para el periodo 2008-2012, por cada una de las líneas de actuación anteriores.

	AHORRO ENERGÍA PRIMARIA (ktep)		EMISIONES CO ₂ EVITADAS (ktCO ₂)	
	2012	2008-2012	2012	2008-2012
Rehabilitación de la envolvente de los edificios existentes	606	2.176	1.458	5.232
Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones térmicas de los edificios existentes	704	2.528	1.796	6.452
Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones iluminación interior de los edificios existentes	1396	5.010	4.999	17.937
Promoción de la construcción de nuevos edificios y la rehabilitación de los existentes con alta calificación energética	658	1.973	1.774	5.322
Revisión de exigencias energéticas en la normativa edificatoria	222	222	598	598
TOTAL	3.586	11.909	10.625	35.541

Tabla 13. Escenario de ahorro energético objetivo 2008-2012 en el sector de la construcción en España

Fuente: IDAE

A partir de estos datos, se puede extrapolar que la aplicación de las eTIC en España en el sector de la construcción supondría una disminución directa de emisiones para 2012 de 10,7 MtCO₂, lo que significaría una reducción total en el periodo 2008-2012 de 35,5 MtCO₂, que representa un 15% sobre el total de las reducciones previstas.

Nótese además que el escenario objetivo descrito en la tabla no incluye las actuaciones en materia de Hogar Digital. En este ámbito y según los estudios

realizados por la Asociación Española de Domótica (CEDOM), la utilización de sistemas domóticos en una vivienda de tipo¹³ en España obtendría los siguientes porcentajes de ahorro energético (electricidad) en un año:

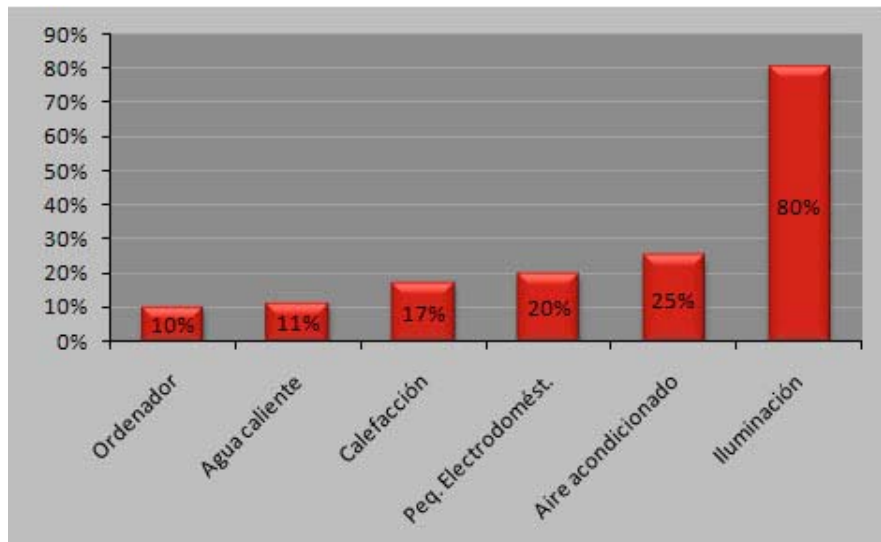


Figura 39. Estimación del ahorro energético derivado de las Tecnologías eTIC para el Hogar Digital

Fuente: CEDOM

Considerando la aportación al ahorro energético de las Tecnologías eTIC para el Hogar Digital, la reducción total aproximada es de un 15% sobre el consumo eléctrico de la vivienda.

Siendo el parque de viviendas¹⁴ en España de 21 millones y la producción anual de CO2 de hasta 5 toneladas al año por hogar, de implementarse masivamente la aportación del Hogar Digital a la reducción de emisiones en España sería de hasta 15,75 MtCO2 al año.

14. Conclusiones y recomendaciones

- Las eTIC ofrecen mejoras evidentes en la planificación del uso eficiente y el posterior consumo de energía en el ámbito de la construcción.

¹³ Con una superficie aproximada de 120m²

¹⁴ Basado en el Censo de Población y Viviendas 2001 del INE

- El sector de la construcción tiene un importante margen de mejora para contribuir al objetivo general de reducción de emisiones de GEI. Esta afirmación es particularmente importante en España, dado el gran desarrollo del sector en los últimos años.
- Las medidas que se podrían desarrollar deberían orientarse principalmente al fomento del ahorro energético y el consumo responsable.
- Dada la tipología de edificios existente, las medidas deberían adaptarse a la realidad y situación de cada uno de ellos (edificios existentes o de nueva construcción). En las primeras se buscaría el ahorro energético a través de mejoras en la envolvente, en las instalaciones térmicas e instalaciones de iluminación; mientras que, para el parque de nuevos edificios, se buscaría la promoción de edificios específicamente diseñados para obtener la calificación energética más alta posible.
- La principal barrera para implantar las medidas concretas en los edificios existentes es la económica, pues el gasto en energía solamente representa un 3% del gasto de explotación general, en un edificio del terciario, y un porcentaje similar para el presupuesto familiar en el caso de viviendas, lo que da lugar a que cualquier medida de ahorro sea poco atractiva. En el caso de edificios nuevos las barreras están más asociadas a aspectos administrativos ligados a la dispersión de las competencias y a la gran cantidad de agentes intervinientes en el proceso edificatorio.

PARTE IV. Energía

15. Visión general. Energía y emisiones de GEI

El sector de la energía fue responsable del 24% de las emisiones de GEI en 2002 y se calcula que emitirá 14,3 GtCO₂e en 2020 (GeSI 2008).

El crecimiento económico y, con él, el de la calidad de vida, está ligado al aumento de la demanda de energía. De hecho existe una fuerte correlación entre consumo eléctrico, nivel del bienestar y generación de PIB o renta per cápita. La demanda de energía a su vez ha provocado, hasta ahora, un incremento de las emisiones de GEI.

De estas simples relaciones se extrae que existen tres posibles líneas de actuación básicas para la reducción de las emisiones de GEI derivadas del uso de la energía: la primera, los cambios sociales que desacoplen la mejora de la calidad de vida con el incremento de consumo energético, la segunda la mejora de la eficiencia energética, es decir, conseguir un mismo nivel de vida con un menor consumo energético, y la tercera la reducción de las emisiones de GEI en la generación y consumo de la energía.

Cada una de estas líneas de actuación se considera en los siguientes apartados. Sin embargo, hay que destacar que las dos secciones anteriores ya han considerado parcialmente estas cuestiones en los sectores de transporte y construcción, donde se espera que la contribución de un uso intensivo de las eTIC pueda tener un mayor impacto. Por ello, esta parte se va a concentrar en aquellos aspectos no contemplados previamente referentes a la calidad de vida con menores emisiones GEI, a la mejora de la eficiencia energética, y a la reducción de emisiones en el ciclo de vida de la energía.

15.1. La situación en Europa

La UE tiene una política muy ambiciosa al menos con respecto a los dos últimos aspectos mencionados: la reducción de emisiones en el ciclo de vida de la energía y la mejora de la eficiencia energética.

Las grandes líneas que definen la situación del sector de la energía en Europa son las siguientes (EC 2006):

- Existe una urgente necesidad de inversiones: en Europa se precisarán en los próximos 20 años inversiones cercanas a un billón de euros para cubrir la demanda de energía prevista y sustituir la infraestructura obsoleta.
- La dependencia respecto de las importaciones va en aumento: si no se toman medidas concretas, en los próximos 20 o 30 años un 70% de las necesidades energéticas de la UE se satisfarán mediante importaciones (muchas de ellas procedentes de regiones situadas bajo la amenaza de la inseguridad), frente al 50% actual. De hecho algunas reservas están concentradas en unos pocos países. Hoy en día, aproximadamente la mitad del consumo de gas de la UE se satisface con gas procedente de sólo tres países (Rusia, Noruega y Argelia). De mantenerse la tendencia actual, las importaciones de gas aumentarían un 80% en los próximos 25 años.
- La demanda global de energía sigue creciendo. Se espera que, entre la fecha actual y el año 2030, la demanda mundial de energía y las emisiones de CO₂ aumenten aproximadamente en un 60%. El consumo mundial de petróleo ha aumentado un 20% desde 1994, y se proyecta que la demanda mundial de petróleo se incrementará en un 1,6% anual.
- Los precios del petróleo y el gas están aumentando. En los dos últimos años (2004-2006), se han multiplicado prácticamente por dos en la UE, y los precios de la electricidad siguen una tendencia idéntica.
- La UE no ha desarrollado unos mercados interiores de la energía plenamente competitivos.

15.1.1. Reducción de emisiones en la generación de energía

Con respecto a la reducción de emisiones, hay que recordar que el sector de la generación y suministro de energía contribuye a gran parte de las emisiones de GEI en Europa. En 1990, el año de referencia para el protocolo de Kyoto, la generación y suministro de energía en la UE-15 suponía el 40% del total de emisiones de CO₂ y el 31% del total de emisiones de GEI (Hendriks, de Jager et al. 2001). Estas emisiones se producen fundamentalmente debido al empleo de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas) en los esquemas de generación de energía.

La Tabla 14. muestra las contribuciones potenciales de diversos sectores a la reducción de emisiones de GEI en la UE-15 con el objetivo de 2010. Como se puede apreciar el sector de la generación de energía tiene un papel crucial tanto en el lado de la oferta como en las potenciales ganancias de eficiencia en el lado de la demanda.

EU-15 Emission breakdown per sector (top-down)	Direct emissions (Mt CO ₂ eq.)				
	Emissions in 1990/95	Baseline emissions in 2010	Cost-effective objective 2010	Change from 1990	Change from 2010 baseline
Energy supply ^{1/2/}	1190	1206	1054	-11%	-13%
Non-CO ₂ fossil fuel ^{3/}	95	61	51	-46%	-16%
Industry ^{2/}	894	759	665	-26%	-12%
Transport ^{4/}	753	984	946	26%	-4%
Households	447	445	420	-6%	-6%
Services	176	200	170	-3%	-15%
Agriculture	417	398	382	-8%	-4%
Waste	166	137	119	-28%	-13%
Total	4138	4190	3807	-8%	-9%

Tabla 14. Contribuciones potenciales de diversos sectores a la reducción de emisiones de GEI en la UE-15 en el horizonte de 2010.

Fuente: Capros, Kouvaritakis et al (2001)

Así, desde el punto de vista de la generación de energía, y con el objetivo de la reducción de emisiones en 2010, cuatro opciones básicas se han considerado típicamente:

- Incremento del porcentaje que las energías renovables, la co-generación y las centrales de ciclo combinado tienen en la generación total de energía (aunque la energía nuclear también podría contribuir significativamente a la

reducción de GEI, usualmente se suele suponer que la potencia instalada no variará hasta en el horizonte de 2010),

- La utilización de tecnologías de captura de almacenamiento de carbono (CCS, “Carbon Capture and Storage”)

La Tabla 15. muestra la reducción potencial de emisiones de CO2 en la UE-15 mediante la utilización de diversos tipos de energía renovables en 2010 y el coste de las mismas.

Pollutant	Measure Name	Emission reduction	Specific costs (euro/tCO2) at discount rate			
		Mt CO2 eq.	2%	4%	6%	Sector specific
CO2	Biomass 3b: heat only on solid biomass	25	-42	-42	-41	-41
	Biomass 1b: CHP on solid biomass	4	-38	-34	-30	-26
	Biomass 2: CHP anaerobic digestion	4	-28	-23	-17	-11
	Subtotal: cost range < 0 euro /t CO2 eq.	33				
	Wind onshore	30	-6	3	13	24
	Small hydro	2	-5	10	27	46
	Large hydro	15	-4	11	29	48
	Biomass 3a: heat only on woody sources	64	15	15	16	17
	Subtotal: cost range 0 < 20 euro /t CO2 eq.	111				
	Biomass 1a: CHP on woody energy sources	29	17	20	24	28
	Subtotal: cost range 20 < 50 euro /t CO2 eq.	29				
	Geothermal electricity production	2	36	53	71	92
	Wind offshore	18	69	88	109	131
	Tidal	2	84	118	158	201
	Biomass 4a: ethanol	9	228	236	246	256
	Biomass 4b: biodiesel	24	287	299	312	326
	Solar photovoltaic	1	235	308	388	475
Subtotal: cost range > 50 euro /t CO2 eq.	56					
Total emission reduction options	229					

Tabla 15. Reducción potencial de emisiones de CO2 (millones de toneladas) en la EU-15 con diversos tipos de energías renovables, así como sus costes (€por tonelada de reducción) en función de diferentes tasas de interés

Fuente: Hendriks, de Jaeger et al (2001)

Sin embargo, el consumo de energía en la UE a partir de fuentes renovables alcanzó sólo el 6,7% en 2005 (14,1% con respecto al total de la electricidad consumida en la UE).

Para intentar cambiar este estado de cosas, la UE ha adoptado numerosas iniciativas. Por ejemplo, se pretende que la co-generación doble su cuota de participación en la generación de energía eléctrica para llegar a un 18% de media en los Estados miembros en 2010.

La Tabla 16. muestra, como resumen, el total de reducción de GEI que sería posible con el conjunto de medidas apuntadas para el horizonte de 2010 y, asimismo,

el total resultante en el caso de no adoptar medidas y sin cambios tecnológicos apreciables (FRTL) en la generación de energía.

	1990	2010 FTRL	2010 with all measures
<i>Carbon dioxide</i>	1268	1898	1032
<i>Methane</i>	12	12	12
<i>Nitrous oxide</i>	42	29	27
<i>Fluorinated gases</i>	4	4	3
Total	1327	1943	1075

Tabla 16. Resumen de reducción de emisiones de GEI (millones de toneladas) por la generación de energía en la EU-15 en 2010 sin tomar medidas y sin cambios tecnológicos (FRTL), y en el caso de tomar las medidas de sustitución por renovables, co-generación, ciclo combinado y uso de tecnologías CCS.

Fuente: Hendriks, de Jaeger et al (2001)

Como otro ejemplo, y pensando ya más allá de 2010, la más reciente de estas iniciativas consiste en una regulación europea para que en 2015 las emisiones de CO₂ en la generación de energía no puedan superar los 500 Kg por Kwh. Esta medida implica, en particular, que las compañías de generación eléctrica deben de instalar tecnologías CSS masivamente

15.1.2. Eficiencia energética

Con respecto a la mejora de la eficiencia energética, la UE considera que además de contribuir a la disminución de los efectos del cambio climático, puede servir para disminuir la dependencia energética europea (y sus costes), así como para mejorar la competitividad de las empresas y crear nuevos ámbitos de innovación y desarrollo. Como se ha mencionado, en el año 2006 la UE adaptó la decisión de incrementar la eficiencia energética en un 20% para el año 2020. Para ello existe un plan de acción que pretende reducir las emisiones anuales de GEI en 780 millones de toneladas anuales.

Este plan considera que los ámbitos de actuación principales en términos de eficiencia energética son el transporte y la construcción (ya tratados en este informe). Además, se considera que son igualmente aspectos críticos (EUC 2008) la mejora de la eficiencia energética de todo tipo de dispositivos en el hogar (muy particularmente la iluminación). En esta línea se pretenden elaborar recomendaciones para no menos de 20 categorías de productos en los próximos tres años (2008 – 2010), revisar la

directiva que cubre el “eco-diseño” de productos con respecto a su consumo de energía y adoptar la directiva sobre el etiquetado del consumo de energía, ambas antes de finales de 2009. También se pretenden revisar los planes nacionales para el ahorro energético de forma que sean más coherentes y eficaces. Actualmente estos planes deben indicar cómo obtener una mejora de la eficiencia energética del 9% para el año 2016.

En esta misma línea el Panel de Valoración de Opciones de Ciencia y Tecnología del Parlamento Europeo (STOA) ha decidido en 2008 llevar a cabo un análisis sobre el impacto de las eTIC con respecto a mejorar la eficiencia energética de otros sectores.

El lector interesado puede acudir a:

http://ec.europa.eu/energy/demand/legislation/end_use_en.htm para consultar en detalle todas las iniciativas sobre eficiencia energética que tienen lugar en la UE.

15.2. La situación en España

15.2.1. El sector energético en general

Con respecto al consumo de energía final, la primera característica básica del sector energético español es su dependencia del petróleo que en 2002 todavía representaba un 62,6% del consumo, muy por encima del 48% de media de los países de la Unión Europea. Por el contrario, la participación del carbón ha descendido muy notablemente, hasta situarse en el 2,7% del consumo de energía final. El carbón y el petróleo han sido reemplazados por el gas natural y la electricidad, que actualmente suponen más del 25% de este consumo.

La sustitución de carbón y petróleo por gas y electricidad ha tenido lugar sobre todo en la industria y en el sector doméstico. Sin embargo, el sector del transporte todavía representa el 60% del consumo de productos petrolíferos y el 37% del total de la energía, un porcentaje que ha aumentado dada la elevada elasticidad-renta del transporte. La industria ha reducido su consumo hasta un porcentaje similar, lo que indica que su crecimiento ha sido proporcionalmente menor que el del transporte.

Además, según datos del IDAE, España ha aumentado en 14,2 puntos su grado de dependencia energética entre 1990 y 2006 (del 66% al 80,2%). Actualmente,

el grado de dependencia energética español supera casi en 30 puntos la dependencia media de la UE-25, que en 2005 presentaba un grado de dependencia energética del 52,9%, frente al 80% de España. En la UE-25 sólo Chipre y Malta (100% de dependencia); Luxemburgo (98%); Irlanda (90%); Portugal (88%) e Italia (85%) superan la dependencia energética española.

Como conclusión se puede hablar de una elevada vulnerabilidad del sector energético español, puesto que típicamente solo se cubre alrededor de un 20% de la demanda con producción propia. Las razones son varias: fuerte peso del petróleo en nuestro balance energético, disminución de la importancia del carbón, las dificultades de desarrollar más la energía hidráulica y la nuclear, así como la lenta evolución de otras fuentes renovables. La vulnerabilidad se acentúa por las dificultades en diversificar los orígenes geográficos del suministro, muchas de ellos en zonas con elevados riesgos geopolíticos.

15.2.2. La generación de energía eléctrica

Desde el punto de vista de la generación de energía eléctrica la situación es muy distinta a la anterior. El carbón, aunque disminuyendo su aportación, todavía representaba un 34% de la producción final de energía eléctrica en 2002. La energía nuclear le seguía en importancia con un 26% aproximadamente. El gas natural es el siguiente en importancia con un 13%, siendo el de mayor crecimiento reciente en su aportación. Su importancia aumentará en los próximos años debido a la utilización de las centrales de ciclo combinado y la co-generación. Los productos petrolíferos eran un 11% del total todavía. Finalmente, las renovables supusieron en 2002 el 16% de la generación eléctrica. Los datos de consumo eléctrico del año 2006 (últimos disponibles) marcan un crecimiento del 2,5% respecto al año anterior. De la producción necesaria, más de 300.000 GWH, el carbón ha generado 70.000 GWH, el gas 67.000, y la energía nuclear 60.000. El resto es hidráulica tradicional, fuel, eólica y las renovables. En síntesis, tal como apunta el profesor Marín Quemada (2008) “eléctricamente España depende de carbón, hidrocarburos y energía nuclear”.

Considerando ahora la sostenibilidad, los principales sectores responsables de las emisiones de GEI en España son el transporte (al que ya se la ha dedicado una sección) y la generación eléctrica, ambos con cuotas próximas al 30% (Requeijo, Iranzo et al. 2007).

Es precisamente en la generación eléctrica donde se tienen depositadas las mayores esperanzas para la reducción de emisiones de GEI en España en el horizonte 2012, según apunta el documento del Ministerio de Economía sobre la “Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012” (MEC 2003). De hecho este documento no contempla reducciones de emisiones de GEI en el sector del transporte o del consumo, sino tan sólo aminorar su ritmo de crecimiento. Con respecto a otros sectores muy contaminantes como la fabricación de cemento, el refino, la siderurgia o el papel se considera que la introducción de una mayor eficiencia energética y sus consiguientes ahorros solo supondría que la mayor producción acabara contaminando más. Por el contrario, y al menos en teoría, sería posible que el sector de la generación eléctrica eliminara por completo las emisiones de GEI.

En este esquema de cosas, las centrales termoeléctricas que emplean carbón son, con bastante diferencia, las principales emisoras de GEI. Por si fuera poco, además emiten otros contaminantes nocivos para el medio ambiente. Por ello son el objetivo prioritario de aplicación del protocolo de Kyoto.

Como resumen, la Tabla 17. muestra un escenario típico de reducción de emisiones de GEI para España en el sector de la generación de energía con el objetivo del cumplimiento del protocolo de Kyoto en 2010.

Emission (Mt of CO2 equivalent)	Direct emissions (Mt CO2 eq.)				
	Emissions in 1990 or 1995	Emissions in 2010 under baseline conditions	Emissions in 2010 under Kyoto target conditions	% Change from 1990 or 1995	% Change from 2010 baseline
by generator					
industrial generators	1.6	23.2	24.3	1399.7%	4.7%
other generators	0.0	0.0	0.0	-	-
utilities	61.6	70.7	62.0	0.7%	-12.3%
boilers in	7.2	1.9	1.8	-75.1%	-6.2%
industry	0.0	0.0	0.0	-	-
refineries	7.2	1.9	1.8	-75.1%	-6.2%
district heating	0.0	0.0	0.0	-	-
fuel extraction and refining	4.3	4.2	4.0	-7.0%	-4.2%
Sub-total	74.7	100.0	92.1	23.3%	-7.9%

Tabla 17. Escenario de contribución a la reducción de emisiones de CO2 del sector de la generación de energía para el cumplimiento del protocolo de Kyoto en 2010.

Fuente: Capros, Kouvaritakis et al (2001)

Para compensar su aportación a la generación de energía eléctrica hay tres posibilidades: energías renovables, cogeneración y energías tradicionales.

Las energías renovables se apoyan en un recurso que se puede recuperar con el paso del tiempo o que es independiente de su utilización como energía. Entre ellas se encuentran la biomasa, la energía hidráulica, la energía eólica y la energía solar fotovoltaica. De entre ellas la biomasa es un recurso limitado y la energía hidráulica ya se ha explotado en España prácticamente hasta su límite razonable, por lo que a efectos prácticos solo quedan las dos últimas, precisamente en las que las eTIC tienen un papel muy destacado.

En 2006, un año hidráulico por debajo del medio, las renovables aportaron el 19,1% del total necesario para el consumo en España, con un ligero ascenso respecto al año anterior y un cierto crecimiento tendencial. Ver Figura 40. En Europa, la directiva sobre renovables señala que para el 2010 la participación de las renovables al suministro de energía eléctrica debe alcanzar el 21% y para España señala el 29,4%.

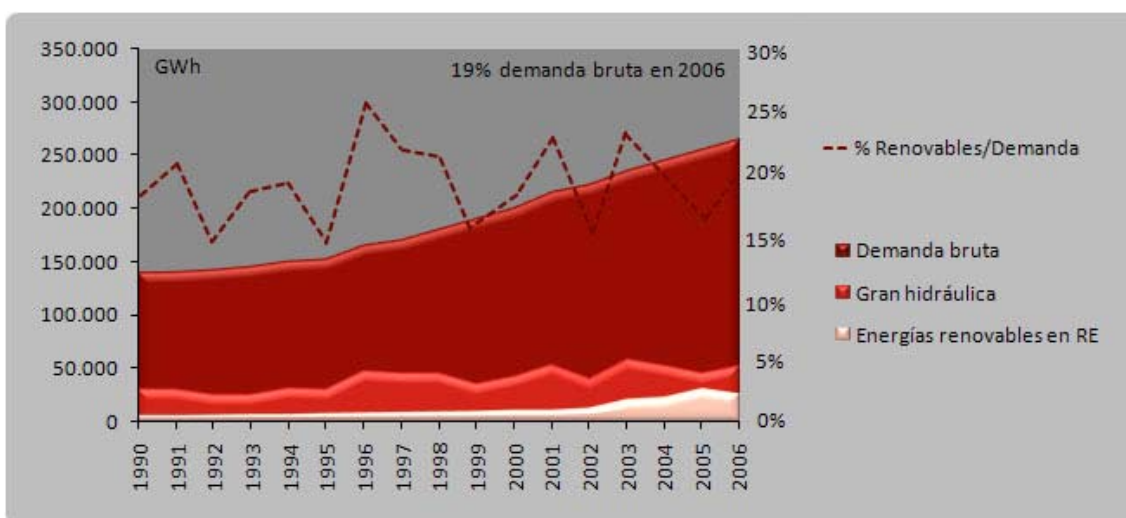


Figura 40. Participación de las energías renovables eléctricas en el consumo

Fuente: OSE (2008)

España es el tercer país del mundo en su producción per cápita de energía eólica, detrás de Dinamarca y Alemania. Las ayudas públicas han tenido mucho que ver con su éxito, puesto que junto a otras energías renovables y la cogeneración está incluida en el “régimen especial” que la remunera a un precio mayor que el de las energías tradicionales. La energía eólica, no obstante, se enfrenta a una serie de

dificultades. Por un lado, es irregular e imprevisible, lo que además de hacer imposible que se pueda depender de ella en gran escala (hay que contar con otra fuente de energía alternativa o complementaria), obliga a contar con una potencia instalada muy superior a la media obtenida, con los consiguientes efectos económicos. Por otro lado, también tiene su propio coste ambiental, en términos paisajísticos y de impacto en la flora y fauna. Sobre la energía solar fotovoltaica se puede decir prácticamente lo mismo: un cierto liderazgo español (segundo país de la UE detrás de Alemania en potencia instalada), dependencia de las ayudas públicas, imprevisibilidad del suministro y quizá menor impacto ambiental. A cambio es más costosa con el estado de la técnica y las economías de escala actuales. De ambas (eólica y solar) se puede decir que son fuente de tensiones en el sector eléctrico pues los crecimientos del parque instalado, requieren, en esta fase de crecimiento, crecientes incentivos, superiores a las tasas de crecimiento de las facturaciones si se quiere aumentar la participación, alcanzando porcentajes cada vez más significativos que pesan sobre la facturación total. También la gestión descentralizada de las autorizaciones introduce tensiones adicionales, por lo que deben intensificarse los mecanismos de coordinación entre CCAA y AGE para seguir las planificaciones.

La cogeneración consiste en aprovechar un proceso industrial para obtener energía eléctrica. Aquí también se han aprovechado ya las mejores oportunidades, por lo que solamente un gran cambio en el “régimen especial” podría darla un nuevo empuje.

Las energías tradicionales o no renovables, tal como se ha mencionado, son las que proporcionan las tres cuartas partes de la energía eléctrica consumida en España. Aparte del carbón ya mencionado, son el gas natural, el petróleo y la energía nuclear.

El gas natural tiene dos problemas medioambientales. En primer lugar, también genera GEI, aunque en una cuantía inferior a la del carbón (entre un 40 y un 60% menos). En segundo lugar, el propio gas natural es un GEI (metano) con un efecto más de 20 veces superior a la del dióxido de carbono. Por tanto, ha de asegurarse que en su distribución, transporte y, sobre todo, producción, no se emita a la atmósfera.

También la combustión del petróleo, o de sus derivados, genera GEI, bastante más que el gas natural, aunque menos que el carbón. En España su utilización se

limita a las islas canarias y baleares, así como Ceuta y Melilla, donde hay pocas más alternativas (actualmente es el 7% del total nacional).

La energía nuclear tiene una gran ventaja medioambiental ya que no genera GEI. Sin embargo tiene dos problemas: generan residuos radioactivos y, en caso de accidente, sus consecuencias pueden ser dramáticas. El debate sobre su status en España está servido.

Como resumen final de este apartado hay que mencionar que si se sustituyeran todas las centrales térmicas (carbón, petróleo y gas), por esquemas de generación de energía no emisores de GEI, España se situaría justo en el límite del 15% superior a las emisiones de 1990 (Requeijo, Iranzo et al. 2007). Evidentemente, esto parece poco menos que irrealizable.

15.2.3. La intensidad energética

La intensidad energética en España, o lo que es lo mismo, la cantidad de energía empleada por unidad de PIB producida o por unidad de renta obtenida, no ha dejado de aumentar desde finales de los años ochenta del pasado siglo. En 2002 el consumo se situaba en 0,167 toneladas equivalentes de petróleo de energía final por cada 1.000 euros de producción. El crecimiento se explica por los comparativamente bajos precios de la energía durante este período, por el efecto renta en el incremento del consumo de energía y por la falta de incentivos para una mayor eficiencia en el uso de la energía.

Según los últimos datos disponibles del IDEA, en el período 1985-2004 la intensidad energética primaria en España ha crecido más de un 5%, mientras que la intensidad energética final lo ha hecho en más de un 11%. Por contra, la UE-15 en el mismo periodo ha reducido la intensidad energética primaria un 19% y la intensidad energética final un 20%. En 2005 y 2006 la tendencia se ha invertido en España, aunque este cambio de tendencia ha de ser analizado en detalle y es necesario esperar para ver si la tendencia se afianza o supone simplemente un hecho coyuntural.

16. Oportunidades derivadas del uso de las eTIC para la reducción de emisiones del sector de la energía

El sector de la energía confía en llevar a cabo una muy significativa reducción de sus emisiones de GEI. Así, la Agencia Internacional de la Energía (IEA) estableció en 2006 un escenario base para 2050 consistente en que la demanda de energía eléctrica se triplicaría entre 2003 y 2050 y que las emisiones se incrementarían desde los 10 a las 26 GtCO₂e. Al mismo tiempo, su escenario “Tech Plus” postulaba que sería posible situar el nivel de emisiones en 5 GtCO₂e en 2050 si solamente se doblaba la demanda de energía y se ponían en marcha una serie de medidas tecnológicas. Ver Figura 41.

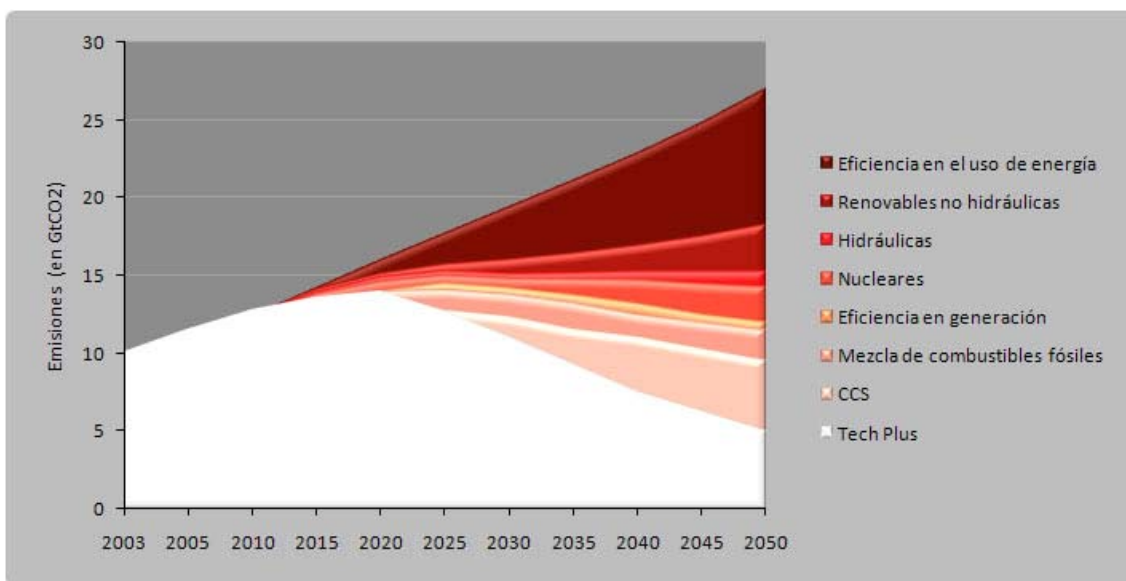


Figura 41. Escenario base y escenario “Tech Plus” de reducción de emisiones ocasionadas por la generación, transporte y distribución de energía eléctrica

Fuente: WBCSD (2008)

Los procedimientos para conseguir esta disminución están en tanto en el lado de la oferta como en el de la demanda. En la oferta consiste fundamentalmente en transformar las fuentes de generación de electricidad para que se muy poco o nada de GEI, y en utilizar infraestructuras inteligentes que distribuyan eficientemente la energía y puedan hacer mejor uso de las fuentes distribuidas de generación de energía. En la demanda se trata básicamente de mejorar la eficiencia energética en el consumo y en

introducir tecnologías de monitorización y análisis que doten al usuario de mayor capacidad de información y, en último término, permitan una gestión dinámica de la demanda.

En los siguientes apartados se consideran todos los procedimientos de reducción de GEI del sector de la energía en los que las eTIC tienen una influencia significativa, terminando con un breve resumen sobre algunas ideas fundamentales acerca de la eficiencia energética del propio sector TIC.

16.1. La generación eléctrica

16.1.1. Energía solar fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica puede considerarse como el único tipo de generación de energía que pertenece a las eTIC, ya que la energía lumínica se convierte en electricidad utilizando células solares o fotovoltaicas, que suelen estar basada en el silicio.

Actualmente, las células fotovoltaicas proporcionan tan sólo el 0,04% de la electricidad en toda la UE, y, por tanto, es posible una notoria mejora en este campo, con sólo implementar la tecnología existente. El principal problema al que se enfrentan es su coste, tal como muestra la Figura 42. Por tanto su desarrollo requiere de algún tipo de ayuda económica, que puede adoptar muy diversas formas. También comparten con otras renovables el problema de su intermitencia, tal como se examina brevemente en la siguiente sección.

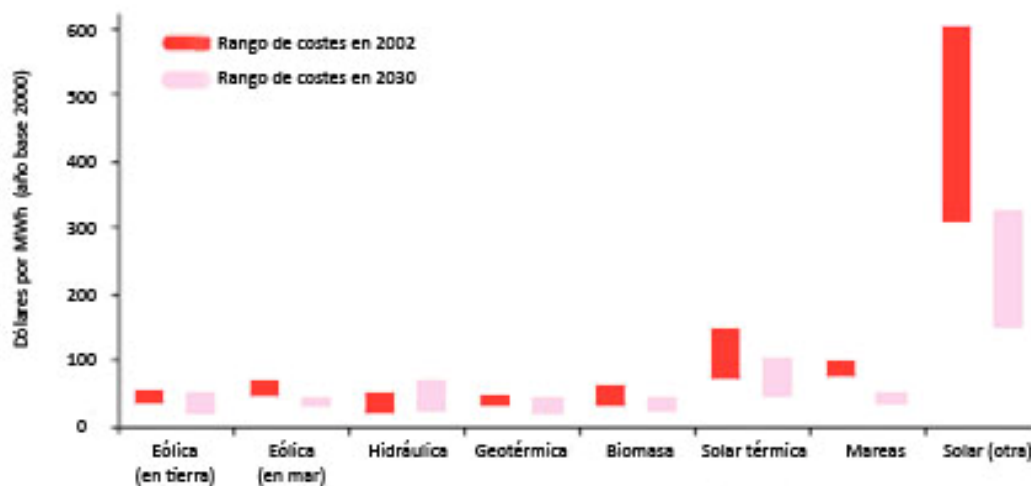


Figura 42. Comparación de costes entre diversas tecnologías de generación de electricidad renovable no hidroeléctrica.

Fuente: IEA (2006)

Como nota complementaria, las eTIC también proporcionan el software esencial para que las tecnologías solares puedan trabajar conjuntamente con otras soluciones energéticas en el hogar. En particular, la generación de electricidad a través de sistemas fotovoltaicos solares es una tecnología de edificio inteligente sin explotar completamente y que ofrece un potencial enorme para reducir la dependencia de los combustibles fósiles, especialmente para calentar agua.

16.1.2. Generación y distribución optimizada

Muchas de las energías renovables se enfrentan con el problema de su intermitencia (viento, sol, saltos de agua, ...). Por tanto, sus posibilidades de desarrollo están limitadas por su comportamiento irregular e imprevisible. Las soluciones a este problema cuando este tipo de generación está conectada a las infraestructuras de transporte y distribución de la energía eléctrica requieren las soluciones de tipo "infraestructura inteligente" que se examinan en un apartado siguiente. Es aquí precisamente donde las eTIC tienen un papel determinante, como ya sucede, por ejemplo, en la optimización del funcionamiento de las granjas eólicas, o también en la utilización de observaciones por satélite y programas de predicción meteorológica para alinear la generación de electricidad con la demanda prevista.

Igualmente la integración con éxito de la micro-generación en las redes de transmisión y distribución de energía depende de forma crítica de la utilización de las tecnologías TIC.

16.2. Tecnologías de monitorización y análisis

De por sí, las tecnologías de monitorización y análisis no ahorran energía; es la información que proporcionan lo que facilita el ahorro energético.

Como ejemplos de aplicación se pueden citar los sistemas de medición distribuida basados en sensores eTIC remotos que proporcionan información sobre algún perfil energético sin la necesidad de trasladar personal y equipo al área en cuestión o que permiten elaborar patrones de uso que ayudan a las empresas de servicios energéticos a ajustar eficientemente la oferta a la demanda.

Dentro de la monitorización y detección remota, los sistemas de satélites para la observación de la tierra son un elemento clave para conocer la evolución de los procesos del sistema terrestre (clima, bosques, océanos, cultivos, contaminación, etc), así como los niveles de cumplimiento de las normativas en vigor sin necesidad de realizar estudios de campo ni cotejar conjuntos de datos individuales sin mucha fiabilidad. A su vez, las aplicaciones espaciales y de satélite están permitiendo el rápido desarrollo de nuevas tecnologías que a su vez ahorran energía, como la detección remota y los sistemas GIS (Sistemas de Información Geográfica), mencionados anteriormente. También el desarrollo de la tecnología de satélites ha permitido el desarrollo de tecnologías que contribuyen al ahorro energético como, por ejemplo, las células solares.

Dentro de este ámbito se puede citar un conjunto de tecnologías de lo que se ha venido en llamar recientemente como “e-Environment” que consisten en (ITU 2008): el uso de las eTIC para la protección medioambiental y el uso sostenible de los recursos naturales, la implementación de proyectos y programas para la producción, consumo y reciclaje de componentes eTIC, los sistemas de monitorización y predicción del impacto de desastres naturales y de los causados por el hombre.

También merece la pena mencionar que todas las modelizaciones, proyecciones y predicciones sobre el cambio climático que forman la base de todo el debate dependen del sector de las eTIC. De hecho, sin éstas sería difícil hacer comprender y hacer predicciones sobre los efectos del cambio climático y, además, facilitan mantener un debate global sobre el tema.

También dentro de este ámbito se pueden citar aplicaciones denominadas como “monitores inteligentes”, que ofrecen a los usuarios un análisis de su consumo energético, de tal manera que identifican potenciales derroches. Esta estrategia forma parte de una necesaria “re-educación” de los usuarios con respecto al consumo de energía. Algunos ejemplos ilustran la situación actual. La mayoría de los equipos informáticos ya cuenta con características de gestión de energía pero la evidencia sugiere que los usuarios no son conscientes de estas opciones, o no están dispuestos a activarlas. Un estudio reciente (MTP 2008) demostró que el 53% de los ordenadores tenían la capacidad de activar la hibernación del sistema pero sólo se utilizaba en el 3%, el 86% tenía la capacidad de activar el sistema en espera pero sólo se utilizaba en el 22%, y el 100% tenían la capacidad de apagar el disco duro pero esta opción sólo estaba activada en el 22% de los casos. Incluso, en muchos casos, las características

de gestión de alimentación establecidas por defecto en algunos equipos se desactivan a propósito. Otro estudio en el Reino Unido estableció que al menos 1,7 millones de PCs se dejan encendidos por la noche y durante los fines de semana, lo que desperdicia 1,5 billones de KWh de electricidad al año, el equivalente a 700.000 toneladas de GEI. De forma similar, Forrester Research en los EE.UU. averiguó que sólo el 12% de los consumidores pagaría más por productos beneficiosos para el medio ambiente, el 41% se preocupaba por el medio ambiente pero no creía que debiera pagar más por los productos verdes, y el 47% no tenía ninguna preocupación por el medio ambiente o el calentamiento global. Para agravar el problema, los consumidores no buscan dispositivos parecidos a los que ya tienen cuando van a comprar uno nuevo; buscan actualizarse a productos con mayores prestaciones. El problema es que muchos de estos productos están ligados a un mayor consumo total de energía, aun cuando sean más eficientes. La evolución demográfica tampoco contribuye a simplificar el panorama. Por ejemplo, existe una creciente proliferación de equipos de ocio en manos de niños. Además, el número de hogares aumentará con la tendencia hacia unidades familiares más reducidas, que requieren cada una su propio conjunto de dispositivos.

Además, las eTIC son también un facilitador clave en el extremo del usuario: por ejemplo, cuando se intentan combinar o integrar distintos tipos de fuentes de combustible para producir una única salida. Los coches híbridos podrían no funcionar sin un software sofisticado que equilibra la distribución de energía.

Finalmente dentro de este apartado, también existen un conjunto de tecnologías eTIC (sensores, enchufes "inteligentes", temporizadores, software y hardware de monitorización, etc) que mitigan los efectos nocivos del comportamiento típico de los usuarios, por ejemplo, detectando cuándo un producto no está en uso y apagándolo automáticamente. En general, todos ellos apuntan a una intervención "inteligente" para reducir el consumo innecesario de energía.

16.3. Las infraestructuras inteligentes y la gestión dinámica de la demanda de energía

Los infraestructuras actuales de distribución de energía son típicamente gigantescos sistemas centralizados muy ineficientes: tienen pérdidas muy significativas en la transmisión de la energía, necesitan un exceso de capacidad para poder atender

los picos de demanda que se producen en el consumo de energía y solo permiten la comunicación en un solo sentido: del suministrador al consumidor. De hecho en muchos países, la venta de energía al sistema (por ejemplo, proveniente de una instalación de paneles solares) es directamente imposible debido a la falta de capacidad de gestión de la misma.

Una infraestructura “inteligente” de distribución de energía sería aquella que, compuesta de los sensores, dispositivos y software adecuado, permite a las empresas generadoras de energía encaminarla de la forma más eficiente, reduce la necesidad de que exista capacidad en exceso y permite asimismo una comunicación bidireccional con los consumidores de energía para poder llevar a cabo la gestión dinámica de la demanda de energía (DSM, “Demand side management”). Serían, por tanto, una mejora de los sistemas de optimización mencionados anteriormente e integrarían, asimismo, diversas tecnologías de monitorización y análisis del consumo de energía (ver apartado anterior).

Según el informe del GeSI (2008), la tecnología de infraestructuras inteligentes para la distribución de energía podría reducir hasta 2 GtCO₂e para el año 2020. Parte de la reducción se debería a la eliminación de pérdidas en el sistema de transporte y distribución (0,9 GtCO₂e); otra parte a la posibilidad de integrar con facilidad fuentes de energía renovables (incluso domésticas) en el sistema de distribución (0,8 GtCO₂e); por último, también los sistemas DSM y la información puntual al usuario (que podría considerarse como parte de los mismos), contribuirían con 0,3 GtCO₂e de reducción. Ver Figura 43.

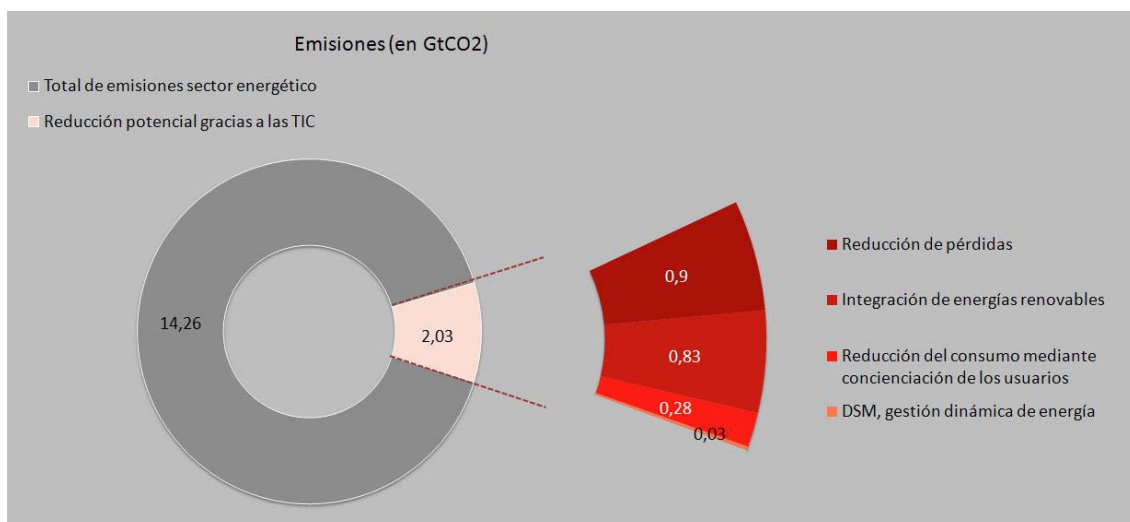


Figura 43. Emisiones totales del sector de la energía (GtCO₂e) y posibles reducciones por medio de la utilización de infraestructuras inteligentes y sistemas DSM

Fuente: GeSI (2008)

Algunos de los proyectos para llevar esta reducción a cabo ya están en marcha. En el año 2005 se lanzó la plataforma europea de tecnología (ETP) denominada “Smart Grids” precisamente para contribuir a una respuesta europea a este desafío. Esta plataforma incluye miembros de la industria eTIC, de los operadores (generación y distribución) de energía, centros de investigación y reguladores. El fin último del proyecto, amén de facilitar la investigación, el desarrollo y la demostración de estas infraestructuras inteligentes, es que exista un red interactiva de generación y distribución de energía en Europa a través de la cual una gran parte de la electricidad generada a través de las grandes instalaciones tradicionales pueda ser reemplazada por la generación distribuida, las energías renovables (incluyendo gestionar sus ciclos irregulares), los sistemas DMS y el almacenamiento de energía (EC 2006). Igualmente los EE.UU. tienen políticas activas similares sobre las infraestructuras inteligentes para la distribución de energía .

Las eTIC son una parte integral de las infraestructuras inteligentes para la distribución de energía. Como se ha mencionado, estas infraestructuras inteligentes integran diversas tecnologías de monitorización como las mencionadas anteriormente, con un doble propósito: ofrecer más información a los consumidores sobre la cantidad y el tipo de energía que están utilizando, y, al mismo tiempo, ayudando al operador de transporte y distribución a conocer dónde y cómo se está utilizando esta energía de forma que pueda optimizar su gestión. Los sistemas DMS de demanda dinámica no hacen sino automatizar este proceso para que, por ejemplo, los electrodomésticos en el domicilio del usuario puedan adaptarse a las circunstancias del sistema de distribución de energía, por ejemplo, evitando contribuir si es posible en los picos de demanda de energía. El despliegue de esta tecnología se ve facilitado por el hecho de la reducción de coste de los microprocesadores y que existen numerosos electrodomésticos que no necesitan la energía en tiempo real (como los refrigeradores, por ejemplo).

Las ventajas de los sistemas DMS de demanda dinámica tiene además de reducir las emisiones de GEI otras ventajas muy significativas como hacer más estables las infraestructuras de transporte y distribución de energía eléctrica o hacer más fácil la integración de las energías renovables (que también son variables). Un

reciente estudio en el Reino Unido (BERR 2007) sugiere que la reducción anual de GEI podría ser de 2 MtCO₂e si se despliega esta tecnología. El informe de Bio Intelligence Services (2008) para la CE estima que sería posible ahorrar 433 TWh de energía primaria en 2020 haciendo uso de infraestructuras inteligentes de distribución de energía basadas en TIC, incluyendo la gestión dinámica de la demanda.

Para terminar hay que señalar que las infraestructuras inteligentes son claves para la actualización de los sistemas de transporte y distribución de energía en países emergentes, donde tienen actualmente numerosas carencias. Como ejemplo, en la India, la generación de energía eléctrica es responsable del 57% del total de emisiones y se estima que en 2007 el 32% de la energía generada se perdió en el proceso de transporte y distribución. Como comparación las pérdidas medias en los países de las OCDE son del 14%.

16.4. *Un caso particular: la iluminación*

La iluminación de “estado sólido”, basada tanto en diodos emisores de luz (LEDs) tanto inorgánicos como orgánicos, es más de cuatro veces más eficiente que las bombillas incandescentes tradicionales y el doble que los sistemas fluorescentes (Bio Intelligence Services, 2008), reduce los costes energéticos hasta en un 75%, ofrece un brillo similar al de las luces halógenas y es más fácilmente integrable en esquemas de control electrónico de la iluminación. Además tienen una salida térmica muy baja, lo que reduce la necesidad de refrigeración en entornos sensibles al calor. Con ella es posible reducir la energía necesaria para iluminar el edificio en un 70%.

En cuanto a la iluminación externa, toda la necesaria para el tráfico rodado es perfectamente sustituible por LEDs y, un escenario razonable es que esté compuesta exclusivamente por estos dispositivos en 2020 (MTP 2008). El caso de la iluminación urbana y de carreteras es más complejo ya que existen tecnologías de iluminación que pueden tener un ahorro significativo de emisiones y, además, los mayores ahorros se producirán cambiando las estrategias de iluminación: disminuir la iluminación en momentos en los que hay ausencia de tráfico rodado, evitar el desperdicio de “iluminar el cielo”, etc.

Con respecto a la iluminación interior, las cifras habitualmente utilizadas (Bio Intelligence Services, 2008) muestran que, en función del escenario de aplicación concreto, es posible reducir el consumo de energía en la iluminación entre un 30 y un

80% combinando la iluminación de estado sólido con sistemas de gestión de la misma, ver Tabla 18.

	Savings potential (per year) *			
	CO2 (Million tonnes)	Savings potential (KWh) = 0.37 kg CO2/kWh (**)	Savings potential in Euro (***)	Euro/kWh (***)
Domestic Lighting	23	62.2	€ 9.3 billion	€ 0.15
Office Lighting	8	21.6	€ 2.2 billion	€ 0.10
Industrial Lighting	8	21.6	€ 2.2 billion	€ 0.10
Street Lighting	3.5	9.5	€ 0.9 billion	€ 0.10
Total	42.5	114.9	€ 14.6 billion	N/A

Tabla 18. Ahorros de energía en la iluminación en Europa

Fuente: *European Lamps Company Federation (2008)*

16.5. El efecto directo de las eTIC en el consumo de energía

Aunque este documento se ocupa de aquellas áreas donde las eTIC pueden contribuir al desarrollo sostenible, no se pueden olvidar los efectos directos que el aumento en el uso de las eTIC puede tener. La energía consumida por el equipamiento y los servicios eTIC no es en modo alguno despreciable, de hecho se estima que en 2020 las eTIC consuman una séptima parte de la energía eléctrica total. Los últimos cálculos disponibles establecen que las emisiones originadas en el sector de las eTIC podrían aumentar desde las 0,5 Gt CO₂e que generó en 2002 hasta las 1,4 GtCO₂e en 2020, incluyendo las tendencias en la mejora de la eficiencia energética que se han venido logrando en los últimos años en el sector (GeSI 2008).

En el Reino Unido, una agencia gubernamental, el Programa de Transformación del Mercado (MTP) ha obtenido que el uso de electricidad no doméstica por equipos eTIC aumentó en casi un 70% entre 2000 y 2005, y que el consumo doméstico se ha multiplicado por más de dos. En total, los sistemas y dispositivos eTIC utilizaron más de 42 TWh de electricidad en 2005, con la demanda prevista para estos últimos prevista para 2010 de más de 27 TWh. El crecimiento se debe principalmente a la proliferación de dispositivos, algunos de ellos, como es el

caso de los televisores de pantallas más grandes, con mucho mayor consumo. La Figura 44. muestra el desglose del uso de energía en los sectores no domésticos en el Reino Unido. Como se puede observar, las eTIC representan actualmente un porcentaje muy pequeño del uso total de energía, pero con tendencia a aumentar. Basándose en estos pronósticos, el uso de energía por parte de las eTIC podría ser en 2050 de unas cinco – seis veces mayor que en 2005.

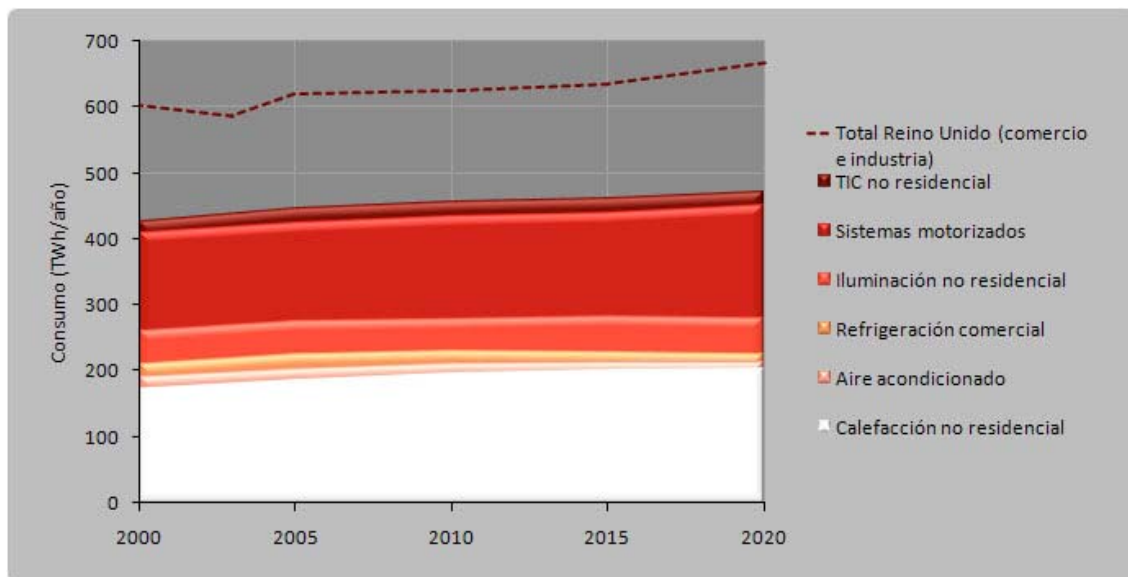


Figura 44. Estimaciones y pronóstico del consumo energético en el Reino Unido para el uso de energía no doméstica.

Fuente: Market Transformation Programme (2008)

Un reciente estudio para la Comisión Europea (Bio Intelligence Services, 2008) cifra el consumo de electricidad del sector eTIC en 2005 en 214,5 TWh para la UE-25 (8% del consumo total de electricidad) generando 98,5 MtCO₂e, es decir, el 1,9% del total de emisiones de CO₂ de la UE-25. Este mismo estudio presenta dos escenarios en 2020. Uno primero de extrapolación directa de las tendencias existentes, donde las eTIC consumen 409,7 TWh (10,5% de la electricidad en la UE), generando 187 MtCO₂e (4,2% del total de emisiones en la UE), y un segundo “eco-escenario” donde el consumo de electricidad de las eTIC baja al 7,4% del total en la UE y al 3% de las emisiones de CO₂. El mensaje importante contenido en estas cifras es que, aún en el caso de utilizar mejoras significativas en la eficiencia energética de las eTIC, su consumo de energía eléctrica aumentará, así como su contribución porcentual a las emisiones de GEI.

Sin embargo, como se explica en el documento, el impacto que puede tener sobre la disminución de GEI es mucho mayor.

En cualquier caso, es necesario asegurarse que existen incentivos para que las eTIC sean más eficientes en el consumo que hacen de energía. Existen numerosas iniciativas a este respecto y algunas de las más destacadas se encuentran resumidas en el documento elaborado por EICTA y del que existe una versión en castellano adaptada por AETIC (EICTA 2008) donde se incluyen interesantes experiencias españolas. En los apartados siguientes se ofrece un muy breve resumen de las principales medidas de mejora de la eficiencia energética sobre las que la industria eTIC tiene un alto grado de consenso.

16.5.1. Eficiencia energética de los sistemas eTIC

Los productos eTIC no son grandes consumidores de energía como tales, sin embargo, cada vez se dispone de mayor cantidad de ellos y se pretende utilizarlos de forma cuasi-permanente. El consumo de energía de las sistemas eTIC está distribuido entre (i) los dispositivos electrónicos de todo tipo, (ii) las redes de comunicaciones, y (iii) los "data centres". Por tanto son todos igualmente importantes a la hora de mejorar la eficiencia energética de las TIC, ver Figura 45.

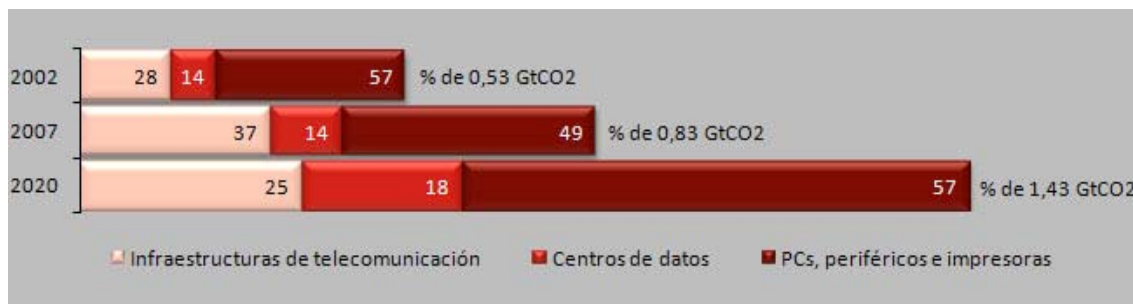


Figura 45. Reparto de las emisiones de GEI del sector eTIC entre redes de comunicaciones, data centres y dispositivos

Fuente: GeSI (2008)

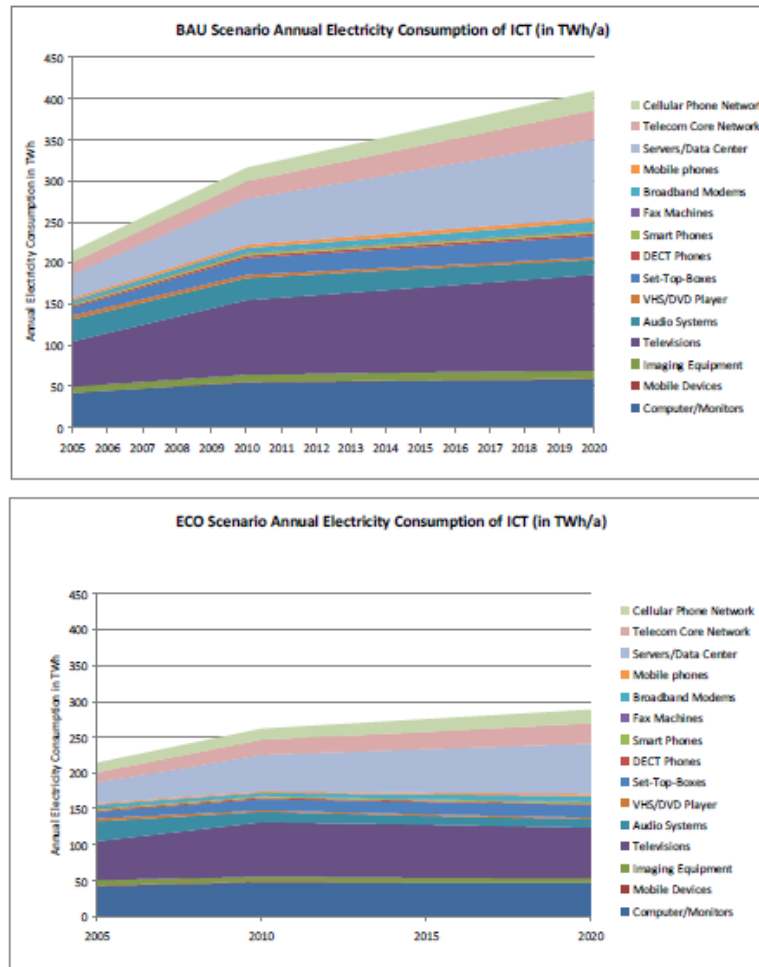


Figura 46. Evolución del consumo de electricidad del sector eTIC en dos escenarios: normal y adopción de “tecnologías ecológicas”

Fuente: Bio Intelligence Services (2008)

Así, los problemas de eficiencia energética de los sistemas eTIC son de tres tipos fundamentales: los debidos al uso activo de los dispositivos eTIC, los debidos al consumo de estos dispositivos cuando no se utilizan y, sobre todo, la eficiencia energética de las infraestructuras eTIC (redes de comunicaciones y "data centers").

Por la dinámica del propio sector eTIC, tanto desde el punto de vista de la oferta (la ley de Moore, por ejemplo), como desde el punto de vista de la demanda (mayor tiempo entre cargas de teléfonos móviles u ordenadores, por ejemplo), ya se están produciendo grandes mejoras en cuanto a la eficiencia energética de los dispositivos eTIC. Por ejemplo, los teléfonos móviles han pasado a ser unas 100 veces más eficientes energéticamente a lo largo de los últimos 20 años. Así, se espera que esta tendencia continúe, y pese a la proliferación de todo tipo de dispositivos, el

consumo total de los mismos disminuya. También hay que tener en cuenta que algunas predicciones apuntan a que pudieran existir 7 billones de dispositivos inalámbricos de todo tipo hacia 2017 (¡1.000 dispositivos por persona!) y, con la tecnología actual, podrían consumir 700 TWh (como comparación, los data centers actuales consumen unos 200 TWh en total). Algunos cálculos realizados para el Reino Unido muestran que la eficiencia energética de los dispositivos deberá mejorar aproximadamente un orden de magnitud para lograr los objetivos previstos en 2050 para el Reino Unido.

El problema de la energía cuando el dispositivo está inactivo ("stand by") se produce por el efecto acumulativo que tiene este pequeño gasto energético. Al igual que en el caso de los dispositivos en uso activo, existen numerosas iniciativas para reducir el consumo de los dispositivos en este estado (incluyendo desconectarlos completamente en ciertas circunstancias), así como de los aparatos que los alimentan.

No obstante, no son los dispositivos el aspecto clave del sector eTIC en cuanto a la eficiencia energética futura, sino las infraestructuras que los soportan. Hasta ahora, este era un campo dónde no se producían muchos avances. Sin embargo, el encarecimiento de la energía ha hecho que ésta se convierta en un componente esencial en el coste de operación de las infraestructuras TIC. De hecho en Alemania se ha establecido que la factura energética de una gran red de comunicaciones es aproximadamente igual al coste del personal. Un operador de comunicaciones típico en Europa puede consumir del orden de 1,2 a 2 TWh anualmente, incluyendo todo tipo de infraestructuras (redes de comunicaciones y data centers).

Actualmente el 3% del consumo mundial de energía eléctrica se produce en los data centers y en las infraestructuras de telecomunicaciones (1,5% en redes fijas y 0,5% en redes móviles). Como datos complementarios se puede mencionar que una red móvil, los terminales consumen el 1% de la energía total, mientras que el 99% restante se consume en la propia red. Siguiendo con este ejemplo de las comunicaciones móviles, el 80% del consumo se produce en las estaciones base (por tanto, éstas son la clave a la hora de mejorar la eficiencia energética). De esta cantidad, la mitad aproximadamente es debida a los sistemas de aire acondicionado y alrededor de un cuarto son señales que se radian en momentos de muy baja utilización. Como otro ejemplo destacable, los sistemas actuales de retransmisión televisiva terrestre de Europa consumen en conjunto entre 600 y 900 MW anualmente y emiten entre 3 y 4,5 millones de toneladas de GEI. Simplemente, tres satélites

podrían proporcionar toda la televisión europea en formato de alta definición y no emitir prácticamente ningún GEI a la atmósfera en la fase de uso. Recibirían alimentación exclusivamente solar. Incluso la energía necesaria para el enlace ascendente de conexión con el satélite es menor del 1% del consumo actual de energía en el sistema de distribución terrestre.

El aumento del ancho de banda también tiene un efecto muy importante en el consumo energético. Así por ejemplo, típicamente el consumo de energía eléctrica en una red de comunicaciones móviles de tercera generación es el triple que en una red GSM.

Por tanto, mejorar la eficiencia energética de las redes de comunicaciones implica mejoras en el sistema completo, desde la electrónica, hasta la gestión energética, pasando por los propios protocolos de comunicaciones.

Por su parte, los centros de datos, donde se albergan los equipos informáticos y de comunicaciones para la gestión y organización de todo tipo de información, requieren alrededor del 50% de la energía para el aire acondicionado y otras funciones que nada tienen que ver con la gestión de la información. Asimismo la propia gestión de la información se hace en general de manera muy poco eficiente. La cuestión es que el número de centros de datos se multiplica y con ello el energía que consumen. Las mejoras energéticas de los centros de datos implican, otra vez, una solución que abarca desde el hardware, los procesos de gestión de la información, hasta la propia ubicación geográfica de estos centros.

16.5.2. La fabricación y el ciclo de vida de los productos eTIC

El ciclo de vida de los productos eTIC es también muy importante de cara a la eficiencia energética, puesto que la fabricación (y reciclaje) de un producto eTIC contribuye de forma significativa al consumo de energía. En este punto hay que mencionar que existen grandes discrepancias entre los porcentajes de este consumo energético que hay que asignar a la fase de uso y a la fase de producción (80-20, 50-50 y 20-80, según diversas fuentes).

A este respecto se ha mencionado muchas veces que la continua evolución de los productos eTIC, lo que implica su rápida obsolescencia, conduce a un modelo de negocio fundamentalmente insostenible. Al mismo tiempo y en contraposición, los

ciclos de producto rápidos permiten que las mejoras de eficiencia sean adoptadas más rápidamente. El concepto de diseño ecológico de productos que utilizan energía (EuP), sancionado por la directiva 2005/32/EC de la Unión Europea, pretende precisamente considerar todo el ciclo de vida de un producto eTIC, de forma que se pueda conocer cuál es el efecto predominante para tomar las decisiones oportunas.

16.5.3. TIC, medición y trazabilidad de las emisiones de GEI

Precisamente, la medición de las emisiones de GEI representa una dificultad potencial en el caso de las eTIC.

Del uso intensivo de las eTIC resulta que muchos sectores pueden verse sustancialmente beneficiados como se ha discutido en este informe. Sin embargo, dado que los GEI son medibles puede suceder que el sector beneficiado reciba un gran crédito de emisiones, mientras que el propio sector eTIC se ve afectado por la subida de emisiones. Es fácil ver que la cuestión de la medición es una, pero la cuestión de la “atribución” es otra muy distinta.

17. Aplicaciones en el caso de España

Las aplicaciones de las eTIC en el sector de la energía no se encuentran entre las cuantificadas en el Plan de Acción 2008-2012 de la Estrategia Española de Ahorro y Eficiencia Energética (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio 2007), por lo que su potencial para la contribución a la reducción de emisiones de GEI está sin utilizar, si bien la mayor parte de ellas tendrían un efecto a mayor plazo.

17.1. Generación eléctrica solar fotovoltaica

Según el Plan de Energías Renovables 2005-2010, la energía eléctrica de origen solar fotovoltaico debería llegar en España en 2010 a las 52 Ktep. Ver Tabla 19. Considerando que las emisiones causadas por el mix energético español y su evolución, una estimación conservadora del ahorro de emisiones en el año 2010 con respecto a 2005 debido a la energía solar fotovoltaica podría situarse sobre las 95 KtCO₂e y alrededor de 400 KtCO₂e en el periodo 2008-2012. Según un estudio del IDAE (2007) a partir de 2010 cada año se dejarán de emitir a la atmósfera 206 KtCO₂e

(donde se ha utilizado como fuente de comparación las centrales de ciclo combinado de gas natural).

Los 363 MWp con los que la energía solar fotovoltaica contribuye como incremento con respecto a 2005 se reparten entre instalaciones aisladas de red (15 MWp) y conectadas a la red (348 MWp). La energía acumulada producida en el periodo será de 1.360 GWh.

	1990	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2010
Minihidráulica (<10MW)	184	380	410	365	465	433	342	575
Hidráulica (>10MW)	2.019	2.155	3.118	1.624	3.067	2.292	1.337	2.536
Eólica	1	403	596	826	1.037	1.383	1.799	3.914
Biomasa*	3.753	3.443	3.598	3.974	3.942	3.991	4.127	9.208
Biogás	-	76	85	99	123	210	221	455
Biocombustibles	-	51	51	121	184	228	265	2.200
R.S.U.	-	227	276	304	351	281	377	395
Solar Térmica	22	31	36	41	47	53	62	376
Solar Fotovoltaica	0	2	2	3	3	5	7	52
Solar Termoeléctrica	0	0	0	0	0	0	0	509
Geotérmica	3	8	8	8	8	8	8	8
TOTAL	5.983	6.776	8.110	7.182	9.228	8.884	8.545	20.228

Tabla 19. Consumo de energías renovables en España (Ktep) 1990-2005 y objetivos para 2010 del Plan de Energías Renovables 2005-2010

Fuente: OSE (2008)

Los elementos clave desde el punto de vista de promoción de la energía solar fotovoltaica en España son dos: el Código Técnico de la Edificación (Real Decreto 314/2006) que contiene la obligación de instalar energía solar fotovoltaica en determinados edificios, y el Real Decreto de Régimen Especial 661/2007 de 25 de mayo, que establece el régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

En el Documento Ahorro de Energía del Código Técnico aparece la obligación de llevar a cabo una instalación de energía solar fotovoltaica a determinados edificios nuevos o que se rehabiliten, principalmente vinculados al sector servicios (hipermercados, hospitales, hoteles...), en función del tipo de edificación, la zona climática y la superficie construida. El Código incluye las tablas con los coeficientes que regulan los parámetros de la fórmula para la obtención de la potencia pico a instalar. Se estima (IDAE 2007) que en el periodo 2006-2010 se podrá haber ejecutado una potencia de 80 MWp como consecuencia de esta regulación, lo que

significaría que se producirán 89 GWh y se evitará la emisión a la atmósfera de 53 KtCO₂e.

Por su parte el Real Decreto de Régimen Especial sanciona que la energía inyectada a la red por estas instalaciones se puede ceder al sistema a través de la red de transporte o distribución, percibiendo por ella una tarifa regulada, única para todos los periodos de programación.

Además según la EECCEL (MMA 2007) se pretende “potenciar las pequeñas instalaciones fotovoltaicas de menos de 5 Kw., a través de la mejora de las primas de las condiciones de acceso a la red y de los trámites administrativos para la obtención de subvenciones y solicitudes de permiso de conexión”.

17.2. Infraestructuras inteligentes y gestión dinámica de la demanda

Entre los objetivos de la EECCEL (MMA 2007) se encuentra la mejora de la gestión de la demanda como medio para la reducción de las emisiones de GEI. En concreto se propone conseguir un uso más racional de la energía, evitando el derroche de la misma y emitiendo señales correctas de precios al consumidor para que haga un uso más responsable y económico de la energía.

Para ellos se proponen una serie de medidas entre las que, desde el punto de vista TIC, destaca la idea de permitir que la demanda sea una parte más activa del mercado de la electricidad. También se apunta, respecto al consumidor de menor tamaño, la necesidad de desarrollar e implantar equipos de medida horaria o limitadores de potencia telemandados, así como fomentar el uso, por parte de los suministradores, de contadores “inteligentes” (contadores instantáneos), que proporcionen al consumidor información sobre situaciones en que el precio de la electricidad sea elevado. Sin embargo, no existe un desarrollo más detallado de estas medidas y, desde luego, ninguna cuantificación de su impacto.

Para establecer algunos cálculos sencillos del potencial impacto de estas medidas en España se ha recurrido a un benchmarking con datos publicados de otros países, ver por ejemplo BERR (2007) o globales, como por ejemplo WBSCD (2008). A partir de ellos se puede establecer de forma muy aproximativa que la aplicación en el horizonte 2020 de estas tecnologías conduciría a una reducción de emisiones en el

entorno de las 4 MtCO_{2e}, repartidas entre los sistemas de gestión dinámica de la demanda (y el impacto que esta mayor información tiene en el usuario) con 1 MtCO_{2e}, igual cantidad que para la eliminación de pérdidas en el sistema de transporte y distribución (1 MtCO_{2e}), y alrededor de 2 MtCO_{2e} gracias a la posibilidad de integrar con mayor facilidad fuentes de energía renovables en el sistema de distribución.

17.3. La iluminación

En el caso de la iluminación no es sencillo establecer cálculos sobre la aportación de las eTIC a la reducción de emisiones de GEI. En la EECCEL (MMA 2007) se menciona que en el ámbito de la iluminación se podría conseguir anualmente para el periodo 2008 - 2012 en promedio 65 KtCO_{2e} de reducción. Esta cifra está en línea con otras cifras publicadas en otros países, ver por ejemplo MTP (2008). De esta cifra una parte significativa corresponde desde luego a la sustitución de las luces de tráfico por LEDs, pero una iluminación de estado sólido competitiva tiene un campo muy atractivo para llevar a cabo la mayor parte de esta reducción en un horizonte más lejano.

18. Conclusiones y recomendaciones

La contribución de las eTIC a la reducción de emisiones originadas en el sector de la energía no ha sido cuantificada como relevante hasta ahora, sin embargo éstas tienen un enorme potencial en este sector.

Por orden de importancia en primer lugar se sitúan las tecnologías que permiten dotar de mayor inteligencia a las infraestructuras de transporte y distribución de la energía eléctrica y, asimismo, las que permiten efectuar una gestión dinámica de la demanda de energía. Ambas tecnologías no se encuentran totalmente desarrolladas y, probablemente, requieren todavía una cierta cantidad de investigación y un número de demostraciones para probar su potencial. Sin embargo, las ventajas que podría ofrecer al sector de la generación son suficientes como para insistir en que sean apoyadas y, eventualmente, implementadas cuanto antes. Estas tecnologías son también un buen ejemplo del nuevo tipo de colaboración público – privada que es necesario para la sostenibilidad. Su implementación podría requerir ingentes inversiones que necesitarían una cierta seguridad de retorno y ni la oferta ni la demanda por sí solas las considerarían tan atractivas como para desplegarlas.

También conviene señalar que su capacidad de integrar con mayor facilidad la generación distribuida de energías renovables, una apuesta clara de España, hace que sea más atractivo su impulso. Dentro de este apartado, conviene notar que la aplicación de infraestructuras inteligentes de distribución de energía y de gestión dinámica de la demanda requiere una cobertura del 100% de los hogares con redes de comunicaciones de banda ancha.

La energía solar fotovoltaica también tiene un gran potencial para contribuir a la reducción de las emisiones de GEI, siendo, además, un ámbito donde España tiene un liderazgo destacado. Se enfrenta sin embargo a los problemas derivados de sus costes comparativos con otras fuentes de energía en su estadio actual de desarrollo y economías de escala. Esto hace necesario, por tanto, continuar una política de investigación que permita que sea competitiva. La actual política de incentivos para su despliegue puede no resultar acertada mientras se mantenga esta barrera de competitividad. En esta área conviene también señalar la necesaria coordinación entre CCAA y AGE.

Por último, una breve nota sobre la iluminación externa. Aquí la tecnología de “estado sólido” tiene un papel muy importante que jugar, más aún cuando hemos sido pioneros también en actualizar todo tipo de señalizaciones de tráfico con estos sistemas.

PARTE V. Conclusiones y recomendaciones generales

19. El efecto global de las eTIC en las emisiones de GEI

En 2007 el efecto global del sector eTIC (dispositivos e infraestructuras) en las emisiones de GEI fue de 830 MtCO₂e, es decir, alrededor del 2% del total de emisiones derivadas de la actividad humana (GeSI 2008). Incluso aunque se pusieran en marcha las mejoras en eficiencia señaladas en apartados anteriores para las TIC, se prevé que el crecimiento anual de las emisiones del sector eTIC sea de un 6% hasta el año 2020, tal como se muestra en la Figura 47.

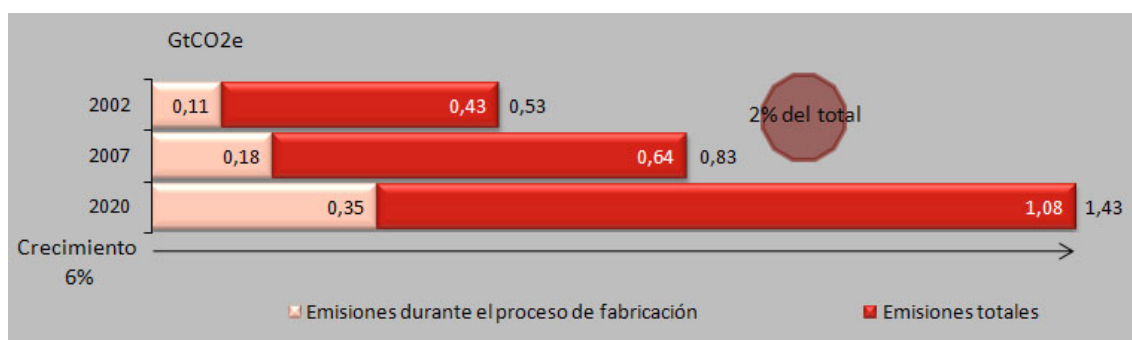


Figura 47. Evolución de las emisiones de GEI del sector TIC

Fuente: GeSI (2008)

Con respecto a su efecto global, es de destacar que las medidas puestas en marcha por las empresas del sector de las eTIC entre 2000 y 2003 permitieron reducir las emisiones totales de GEI en algo más del 11%, mientras que el consumo de energía total aumentaba un 4%.

Asimismo, las previsiones de Pamlin y Szomolanyi (2008) en su trabajo para ETNO son que las compañías allí representadas (los 16 principales operadores de telecomunicaciones en Europa), adoptando una serie de medidas sencillas como las descritas en el apartado 7, podrían ahorrar 10 veces más GEI que las emisiones adicionales causadas por el uso intensivo de las eTIC tal como muestra la Figura 48.

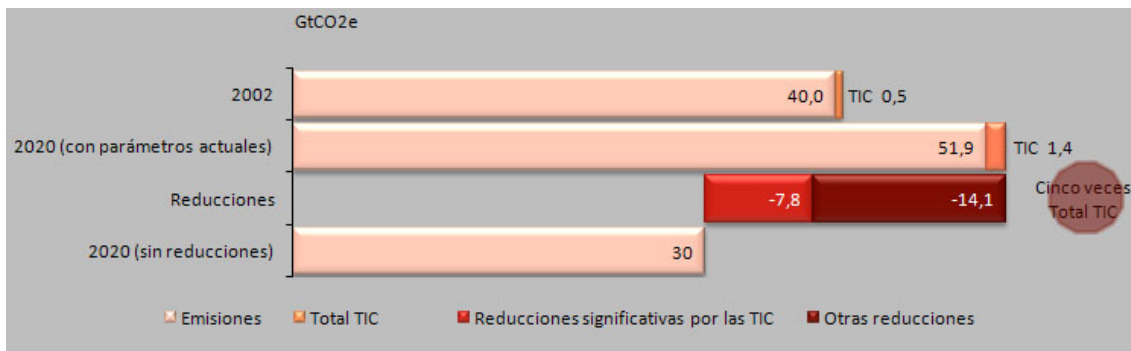


Figura 48. Impacto en GEI de la adopción intensiva de las TIC

Fuente: Pamlin y Szomolanyi (2008)

Otros datos disponibles señalan en esta misma dirección. El grupo NTT ha desarrollado y aplicado un modelo de cálculo según el cual el consumo total de energía por los dispositivos eTIC y las infraestructuras en Japón ha sido del 1% en 2005 mientras que la reducción en el consumo de energía mediante el uso de las eTIC representó el 1,8%. Para los Estados Unidos, un informe similar indica que por cada kilovatio-hora de electricidad demandado por las eTIC, la economía estadounidense aumentó sus ahorros energéticos totales en un factor aproximado de 10.

El informe de Bio Intelligence Services (2008) para la Comisión Europea indica que es posible llevar a cabo un ahorro total del 4,6% de las emisiones de GEI de los países de la UE-27 con respecto al nivel de 1990 si se ponen en marcha las acciones que permiten mejorar la eficiencia energética por medio de las TIC. Por supuesto, si estas medidas no se ponen en marcha el efecto total de las eTIC será contribuir al incremento de las emisiones de GEI, ver Figura 49.

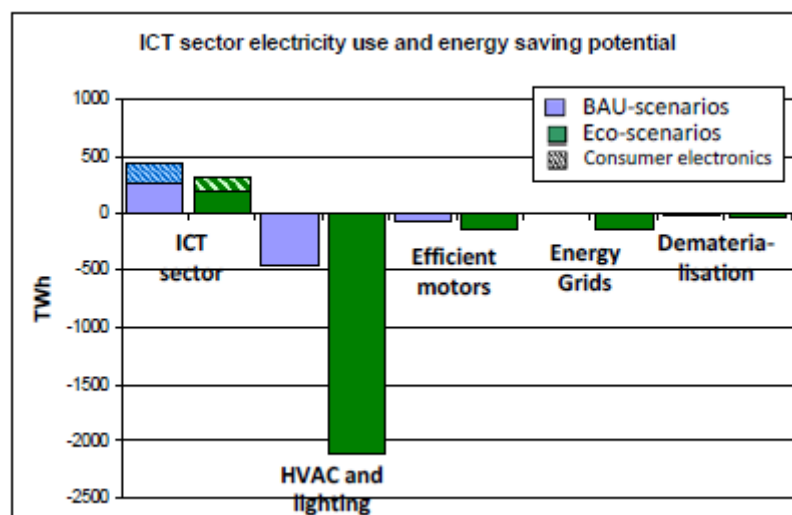


Figura 49. Efecto en la eficiencia energética (consumo de energía eléctrica) debido a las eTIC en 2020.

Fuente: Bio Intelligence Services (2008)

También según el reciente informe del GeSI, resumido en la Figura 50. , las eTIC podrían, en 2020, reducir hasta 5 veces más (7,8 GtCO₂e) las emisiones que ellas mismas causan, contribuyendo de forma muy significativa a los objetivos buscados.

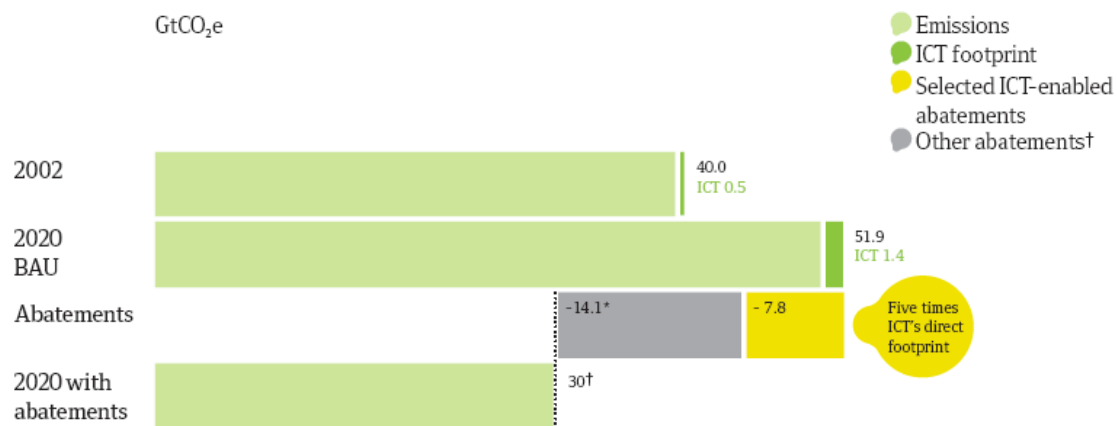


Figura 50. Impacto presente y futuro de las eTIC en la emisión de GEI

Fuente: GeSI (2008)

La misma fuente estima que el desglose de este ahorro en los principales sectores es el que aparece en la Figura 51. En ella se puede apreciar como los ahorros previstos por el efecto de las eTIC provienen del transporte (2,2 GtCO₂e) con el protagonismo de los sistemas “inteligentes” de logística, de la construcción (2,4 GtCO₂e) fundamentalmente de los edificios “inteligentes”, y de la energía (2,1 GtCO₂e) donde el papel más relevante lo tienen los sistemas que permiten optimizar la eficiencia del sistema de distribución eléctrico.

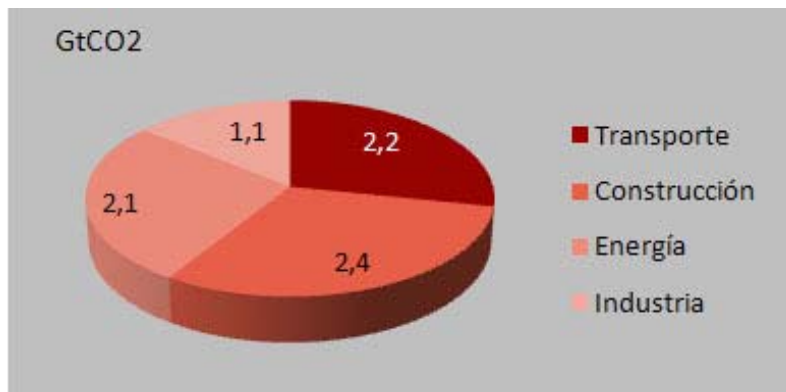


Figura 51. Impacto presente y futuro de las eTIC en la emisión de GEI

Fuente: GeSI (2008)

Una última matización sobre el efecto global de las eTIC en las emisiones de GEI es conveniente. Existe una cierta incertidumbre sobre que las eTIC no produzcan un “efecto rebote” y que los incrementos de productividad derivados de su uso masivo no se traduzcan en un incremento del consumo de energía. Por ejemplo, una mayor eficiencia en el transporte podría causar que la demanda aumentara, o, como se ha señalado al hablar del teletrabajo, que el tiempo adicional disponible no sea utilizado para actividades causantes de grandes emisiones de GEI (como volar en avión).

La consecuencia de todo ello es clara. Si se pretende que las eTIC contribuyan a reducir de manera significativa las emisiones de GEI, no pueden actuar solas. Tienen que enmarcarse en un conjunto de medidas políticas, económicas y, sobre todo, involucran un cambio de mentalidad en las personas y las sociedades.

20. Conclusiones generales

Aparte de las conclusiones parciales recogidas en cada uno de los sectores examinados, las conclusiones generales de este repaso a las principales influencias que las eTIC pueden tener en el desarrollo sostenible y, especialmente, en la reducción de la emisión de GEI, se pueden sintetizar muy brevemente en:

- El uso de las eTIC va a incrementarse en los próximos años de tal forma que se van a convertir en verdaderamente ubicuas. Por tanto, su contribución total a la emisión de GEI va a aumentar también. Diversos estudios examinados en este informe sitúan este aumento de la

contribución en 2020 entre tres y cinco veces superior a la contribución que el sector eTIC hacía en 2002.

- Sin embargo, el uso intensivo de las eTIC puede hacer que las emisiones totales sean menores, gracias a su incidencia en tres sectores principales: transporte, construcción y energía. Existen diferentes cifras sobre esta contribución a la reducción de emisiones de GEI que se han revisado a lo largo de este informe, pero según las más fiables esta contribución podría ser entre dos y cinco veces mayor que las emisiones causadas por el propio sector TIC.
- Para conseguir esta reducción con la ayuda de las TIC, éstas no pueden trabajar solas, sino que se requiere un marco de incentivos políticos y económicos y un cambio de percepción social sobre los medios para conseguir una alta calidad de vida.
- Precisamente las eTIC son la pieza clave para cambiar los estilos de vida, hacer que tenga una baja contribución al calentamiento global (y otros efectos sobre el medio ambiente) y a la vez se consiga una mejor calidad de vida.
- Además de su efecto sobre sectores concretos como los examinados en este informe, las eTIC pueden servir para conectar muchas de las iniciativas dispersas que existen y para darle un sentido a los esfuerzos generales que hacen falta. Por tanto las eTIC facilitan integración y “system thinking”, los elementos necesarios para un salto cualitativo como el que se necesita para la reducción de las emisiones de GEI y no meramente un salto incremental.
- El caso de España es particularmente acuciante, puesto que en nuestro país se dan todas las circunstancias para “una tormenta perfecta” en el sentido de no ser capaces de reducir las emisiones de GEI. De aquí que el papel de las eTIC sea aún más relevante en nuestro caso.

Las aplicaciones eTIC que pueden tener un mayor impacto en la reducción de los gases de efecto invernadero en un futuro cercano son:

- Las reuniones virtuales
- El trabajo flexible

- La desmaterialización de actividades
- Las mejoras en la logística
- Los sistemas de transporte inteligente
- Eficiencia energética de los vehículos
- El hogar digital
- Los sistemas inteligentes de infraestructuras de distribución de energía
- La mejora de la eficiencia en el consumo energético de la industria
- Las e-aplicaciones: comercio electrónico, la administración electrónica, e-salud y e-educación.

En un futuro más lejano, las eTIC deben formar parte de sistemas más complejos y soluciones más ambiciosas como:

- Producción, distribución y consumo sostenible
- Gestión de las ciudades
- Desarrollo social y comunitario

21. Recomendaciones generales

Para que las eTIC tengan un papel destacado en la reducción de CO₂ y las soluciones que se prevén hoy sean verdaderamente escalables es necesario desarrollar una estrategia concreta a este respecto. La estrategia debe incluir objetivos mensurables, debe basarse en servicios eTIC realizables, debe seguir el principio de precaución y debe encuadrarse en un marco de actuación global (político, económico y social).

Las acciones concretas que las eTIC pueden llevar a cabo y sobre las que existen un mayor grado de consenso se dividen en cuatro áreas principales, que tienen impacto sobre cualquier sector (no solamente los tratados en este informe):

- Suministrar información de forma estandarizada sobre el consumo de energía y las emisiones de cualquier producto o servicio, y en particular, hacerlo como ejemplo de buenas prácticas sobre el propio sector TIC,

incluyendo todo el ciclo de vida del producto o servicio (la fabricación, el transporte, la distribución, la fase de uso y, en su caso, de reciclado).

- Ser el soporte de la monitorización de información que permita el control del uso de la energía y llevar la contabilidad detallada del consumo de la misma y su implicación en términos de emisión de GEI, de tal manera que pueda formar parte de las estrategias organizativas y de gestión de todo tipo de consumidores. El objetivo último es que la información sobre la energía y las emisiones “sea visible”.
- Identificar y acelerar el desarrollo de las mejores tecnologías bajas en emisiones de dióxido de carbono en otros sectores y que se basen en las eTIC. En particular, trabajar en las áreas donde hay mayores oportunidades: transporte, construcción – edificación y energía (tanto en la generación como en el consumo)
- Suministrar alternativas al estilo de vida actual (en la educación, el trabajo, el ocio o los viajes), que mantengan la calidad de la misma, pero que sean más sostenibles.

Y otras cuatro áreas específicas de las TIC:

- Mejorar el rendimiento medioambiental de toda la cadena de producción y suministro eTIC, compartiendo mejores prácticas, de manera que exista una política de sostenibilidad sistémica de extremo a extremo. Asimismo, continuar la búsqueda de innovaciones que consigan un salto cualitativo en la reducción del consumo energético de los productos y servicios TIC.
- Demostrar que las eTIC se pueden utilizar para monitorizar el consumo de energía y las emisiones de los propios productos y servicios TIC.
- Asegurarse que las cuestiones de eficiencia energética y, en particular, la emisión de GEI se tienen en cuenta por parte de las organizaciones encargadas de establecer los estándares del sector eTIC y contribuir al desarrollo de estándares de interoperabilidad de diversos sistemas inteligentes (transporte, edificios, e infraestructuras energéticas). En esta misma línea ser líderes en el etiquetado “energético” de los productos y servicios eTIC

- Estimular y alentar el cambio de comportamiento en el uso de las eTIC en las tres etapas básicas del consumo: adquisición, utilización y sustitución.

Como se ha dicho, además, sería necesario establecer un marco de colaboración público – privado para que se desarrollen los mejores incentivos regulatorios y fiscales para la sostenibilidad. Este marco se traduce en que:

- Las administraciones den claras muestras de que se requieren las reducciones de emisiones comprometidas.
- Se armonicen las políticas de apoyo a todo tipo de infraestructuras inteligentes (transporte, construcción y energía) y se incluyan a las eTIC como un elemento clave de todas ellas.
- Se incentive la investigación en los efectos de las eTIC sobre la eficiencia energética, incluyendo si necesario políticas fiscales.
- Se lleven a cabo partenariados público – privados para el desarrollo y la construcción de las infraestructuras más onerosas.
- Se examine el “gap normativo”, es decir, se completen las normativas necesarias y se revisen las normativas existentes para que no existan “incentivos perversos” desde el sector público que vayan contra la sostenibilidad
- Se considere el llamado “gap de implementación” para que la normativa actualmente existente se implemente verdaderamente.
- Que el sector público sea un verdadero primer ejemplo para las eTIC y la sostenibilidad a través, por ejemplo, de una implementación de administración electrónica 2.0 o de una política de compras públicas que incentive el uso eficiente de la energía por medio de las TIC.

Finalmente es también necesario un cambio en el comportamiento de los usuarios como condición necesaria. El comportamiento de los usuarios tiene una influencia espectacular en la eficiencia energética; en primer lugar debido a las preferencias de adquisición de productos más eficientes, y en segundo lugar, debido a los patrones que siguen con respecto al uso real. Por usuarios hay que entender los que son personales o residenciales (el que compra un electrodoméstico), los departamentos de la administración (que pone en marcha un nueva solución de gobierno electrónico, o el sector empresarial. Todos ellos pueden representar el

verdadero motor detrás de la innovación y el desarrollo de productos porque proporcionan la “demanda” del mercado de productos y servicios. Los fabricantes responden, y hasta cierto punto intentan anticiparse, a la demanda. Si la eficiencia energética impulsa la demanda, dicha eficiencia impulsará la oferta, aunque hasta ahora este patrón no ha emergido con la fuerza necesaria.

Referencias

- Adalberth, K (1997). Energy use during the lyfe cycle of single-unit dwellings: Examples. *Building & Environment*. Vol. 32. No. 4, pp. 321–329.
- AEAT (2008). *Estadística de declaraciones presentadas por Internet*. Agencia Española de Administración Tributaria. Localizable en http://www.aeat.es/AEAT/Contenidos_Comunes/La_Agencia_Tributaria/Tramites_on_Line/Otros_Servicios/ESTADISTICAS/Declaraciones_presentadas_por_Internet/estadinet30062008.pdf
- BERR (2007). *Dynamic demand. Government response to clause 18 of the Climate Change and Sustainable Energy Act*. UK, Department for Business, Enterprise and Regulatory Reform.
- Bio Intelligence Service (2008). *Impacts of Information and Communication Technologies on energy efficiency*. Estudio para la Comisión Europea de Bio Intelligence Service en colaboración con European Business Council for Sustainable Energy y Institut Zuverlässigkeit und Mikrointegration. Localizable en http://cordis.europa.eu/fp7/ict/sustainable-growth/studies_en.html
- Cairns, S.; Sloman, L.; Newson C.; Anable, J.; Kirkbride, A. y Goodwin, P. (2004). *Smarter Choices – Changing the Way We Travel*. UCL, Transport for Quality of Life – The Robert Gordon University and Eco-Logica. Localizable en <http://www.dft.gov.uk/pgr/sustainable/smarterchoices/ctwwt/chapter10teleworking>
- Capros, P., N. Kouvaritakis, et al. (2001). *Top-down analysis of greenhouse gas emission reduction possibilities in the EU. Economic evaluation of sectoral emission reduction objectives for climate change*. A Study for DG Environment, European Commission by Ecofys Energy and Environment, AEA Technology Environment and National Technical University of Athens.
- Casadomo Soluciones (2008): *Estudio MINT-CASADOMO 2008: Sistemas de Domótica y Seguridad en Viviendas de Nueva Promoción*. Casadomo Soluciones. Julio, 2008.

Comisión Europea (2008). *Abordar el reto de la eficiencia energética mediante las Tecnologías de la Información y la Comunicación*. COM(2008) 241 final. Bruselas, 13 mayo 2008.

Comisión Europea (2008). *20 20 by 2020. Europe's climate change opportunity*. COM(2008) 30 final. Bruselas, 23 enero 2008.

Comisión Europea (2006). *European Technology Platform SmartGrids. Vision and strategy for Europe's electricity networks of the future*. Directorate-General for Research. Directorate J – Energy. Unit 2 – Energy Production and Distribution Systems. Bruselas.

Comisión Europea (2006). *Green Paper. A European strategy for sustainable, competitive and secure energy*. Bruselas.

Comisión Europea (2004). *Facing the challenge. The Lisbon strategy for growth and employment*. Report from the High Level Group chaired by Wim Kok. Luxemburgo.

Consejo de la Unión Europea (2008). *Draft report to the European Council on energy security* – Presidency briefing. Bruselas.

DG TREN - European Commission Directorate-General for Energy and Transport (2008). *European Energy and Transport – Trends to 2030 (Update 2007)*. Bruselas..

EEA, European Environment Agency (2007). *Transport and environment: on the way to a new common transport policy*. Informe EEA nº 1/2007. EEA. Copenhague (Dinamarca). Localizable en:
http://reports.eea.europa.eu/eea_report_2007_1/en/eea_report_1_2007.pdf

EEA, European Environment Agency (2008). *Climate for a transport change*. Informe EEA nº 1/2008. EEA. Copenhague (Dinamarca). Localizable en:
http://reports.eea.europa.eu/eea_report_2008_1/en/EEA_report_1_2008_TERM.PDF

EICTA (2008). *Alta Tecnología: Bajas emisiones de CO2. El Papel del Sector Europeo de la Tecnología Digital frente al Cambio Climático*. European Information & Communications Technology Industry Association, 2008.

European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions (2007). *Place of work and working conditions*. Localizable en
<http://www.eurofound.europa.eu/ewco/studies/tn0701029s/tn0701029s.htm>

Eurostat (2007). *Panorama of transport*. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas. Luxemburgo (Luxemburgo). Localizable en http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-DA-07-001/EN/KS-DA-07-001-EN.PDF

Fundación Entorno (2008). *Construimos valor: incentivos a la construcción sostenible*. Fundación Entorno – Consejo Empresarial Español para el Desarrollo Sostenible. Febrero, 2008.

Fundación Telefónica (2007). *La sociedad de la información en España en 2007*. Ariel – Fundación Telefónica. Localizable en http://www.telefonica.es/sociedaddelainformacion/pdf/informes/espana_2007/SIE_2007_cap02.pdf

Global eSustainability Initiative (GeSI) y The Climate Group (2008). *SMART 2020: Enabling the low carbon economy in the information age*. Localizable en http://www.theclimategroup.org/assets/resources/publications/Smart2020Report_lo_res.pdf

Hendriks, C., D. de Jager, et al. (2001). *Economic evaluation of emission reduction of greenhouse gases in the energy supply sector in the EU. Bottom-up analysis. Economic evaluation of sectoral emission reduction objectives for climate change*. Study for DG Environment, European Commission by Ecofys Energy and Environment, AEA Technology Environment and National Technical University of Athens.

HMT (2006). *Stern Review on the economics of climate change*, HM Treasury. UK.

IDAE (2007a). *Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004-2012: Plan de Acción 2008-2012*. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Madrid.

IDAE (2007b). *Guía práctica de la energía: consumo eficiente y responsable*. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Madrid.

IDAE (2007c). *Energía solar en España 2007. Estado y perspectivas*. Madrid, España, Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Madrid.

- INE (2007a). *Encuesta sobre equipamiento y uso de Tecnologías de la Información y Comunicación en los hogares*. Instituto Nacional de Estadística. Localizable en <http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&path=/t25/p450/a2006s2&file=pcaxis>
- INE (2007b). *Encuesta de uso de eTIC y comercio electrónico en las empresas*. Instituto Nacional de Estadística. Localizable en <http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&path=%2Ft09%2Fe02%2Fa2006-2007&file=pcaxis&L=&divi=&his=>
- INFRAS (2004). *Handbook emissions factor for road transport* (HBEFA). Localizable en <http://www.hbefa.net>
- Marín Quemada, J. (2008). *España y la electricidad*. Actualidad Energética.
- MEC (2003). *Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012*. M. d. Economía.
- MIC, Ministry of Internal Affairs and Communications (2008). "Report from Study Group on ICT Policy for Addressing Global Warming". *Communications News*, vol. 19, nº 8, pp.1-7. Localizable en http://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/eng/Releases/NewsLetter/Vol19/Vol19_08/Vol19_08.pdf
- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (2007). *Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012 (E4). Plan de acción 2008 - 2012*. Madrid, España, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (varios años). *Banco público de indicadores ambientales*. Localizable en http://www.mma.es/portal/secciones/calidad_contaminacion/indicadores_ambientales/banco_publico_ia/
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2007). *Estrategia española de cambio climático y energía limpia. Horizonte 2007- 2012 -2020*.
- MTP (2008). *Policy analysis and projections 2006/08*. Market Transformation Programme. Department for Environment, Food and Rural Affairs.
- OSE (2008). *Sostenibilidad en España 2007*. Observatorio de la Sostenibilidad en España. Alcalá de Henares.

- Pamlin, D. y Szomolanyi, K. (2008). *Saving the climate @ the speed of light*. ETNO (European Telecommunications Network Operators' Association) y WWF (World Wide Fund for Nature). Bruselas (Bélgica). Localizable en <http://www.etno.be/Portals/34/ETNO%20Documents/Sustainability/Climate%20Change%20Road%20Map.pdf>
- Persson, A. y Bratt, M. (2001). "Future CO2 savings from on-line shopping jeopardised by bad planning" en *ECEEE 2001 Summer Study Proceedings - Further than ever from Kyoto – rethinking energy efficiency can get us there*, Vol.1., pp.480-492, ECEEE/ADEME, París (Francia). Localizable en <http://www.scanamerica.net/www/ftp/E-EffLogisticsSweden.pdf>
- Requeijo, J., J. Iranzo, et al. (2007). *Economía española*. Delta Publicaciones. Madrid.
- The Climate Group (2008). *SMART 2020: Enabling the low carbon economy in the Information Age*. Global eSustainability Initiative (GeSI).
- Unión Europea (2008). *Consolidated version of the Treaty on European Union*. Official Journal of the European Union. 2008/C 115/01.
- Unión Internacional de Telecomunicación (2008). *ICTs for e-Environment. Guidelines for Developing Countries, with a focus on climate change*. ICT Applications and Cybersecurity Division Policies and Strategies Department. ITU Telecommunication Development Sector.
- WBCSD (2008). *Powering a sustainable future. Policies and measures to make it happen*, World Business Council for Sustainable Development.
- WBCSD (2007). *Energy Efficiency in Buildings: Business Realities and Opportunities*. World Business Council for Sustainable Development.
- WWF (2008). *Outline for the first global IT strategy for CO₂ reductions: A billion tonnes of CO₂ reductions and beyond through transformative change*. World Wide Fund for Nature. Localizable en http://assets.panda.org/downloads/global_strategy_for_the_1st_billion_tonnes_with_ict_by_wwf.pdf
- WWF Suecia (2008). *The potential global CO₂ reductions from ICT use: Identifying and assessing the opportunities to reduce the first billion tonnes of CO₂*. Localizable en http://www.wwf.se/source.php/1183710/identifying_the_1st_billion_tonnes_ict.pdf

ANEXO I

Metodología y objetivos

Expertos independientes y expertos de reconocido prestigio de AETIC han trabajado conjuntamente con expertos de cada uno de los sectores seleccionados para establecer el impacto de las eTIC sobre la sostenibilidad. En el Anexo correspondiente se mencionan las principales personas y organizaciones consultadas, sin cuya desinteresada y magnífica ayuda hubiera sido imposible realizar este trabajo.

Las fases que se han seguido para la elaboración de los documentos y el soporte de las reuniones de trabajo son las siguientes:

- Recopilación de información.
- Investigación, estudio y análisis de la información recopilada.
- Elaboración de un borrador del informe para cada uno de los sectores seleccionados completados, obtenido a partir de las reuniones con los profesionales de cada uno de los dos sectores, por mediación de AETIC.
- Para las reuniones se ha preparado un documento de trabajo / cuestionario que permita progresar rápidamente y celebrar una sola reunión con cada grupo de trabajo de especialistas en un área concreto
- Elaboración de un borrador final del informe.
- Revisión con los expertos seleccionados del borrador final.
- Elaboración de la versión final del informe.

Entre las diferentes fases se han producido diversas realimentaciones y se ha contado con vías de comunicación permanentemente abiertas con los sectores en estudio, de forma que se ha tratado de conseguir una elevada sintonía con sus propias estrategias y, asimismo, incidir en aquellos aspectos que se consideren más relevantes y útiles.

Los objetivos del presente estudio pueden resumirse en:

- Revisión de los estudios más recientes en este campo
- Análisis de los sectores de la construcción residencial, el transporte y la energía
- Análisis de tendencias
- Análisis estratégico (oportunidades)
- Conclusiones y recomendaciones

Los destinatarios fundamentales de este informe son dos. Por un lado el Observatorio Industrial del MITyC, o lo que es lo mismo los decisores sobre las políticas sectoriales y de innovación. A ellos va dirigido en el sentido de llegar a conclusiones y propuestas de actuación. El segundo destinatario son los expertos del sector eTIC y de los sectores de la construcción residencial, el transporte y la energía, respectivamente, puesto que de ellos depende la posibilidad de crear las plataformas conjuntas sobre las que desarrollar proyectos comunes de, creemos, enorme interés, y para las cuales este informe pretende ser una modesta primera contribución.

ANEXO II

Listado de siglas

CCS	Carbon Capture and Storage
DSM	Demand Side Management (gestión dinámica de la demanda de energía)
E4	Estrategia Española de Ahorro y Eficiencia Energética
ETP	European Technology Platform
EuP	Energy-using Product
EEA	European Environment Agency
EECCEL	Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia
eTIC	Fabricación Electrónica y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
FRTL	Frozen Technologies (sin cambios tecnológicos significativos)
GEI	Gases causantes del efecto invernadero
GtCO ₂ e	Miles de millones de toneladas de CO ₂ equivalentes
IDEA	Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía
IEA	International Energy Agency
KtCO ₂ e	Miles de toneladas de CO ₂ equivalentes
Ktep	Miles de toneladas de petróleo equivalentes
LED	Light Emitting Diode
MMA	Ministerio de Medio Ambiente
MtCO ₂ e	Millones de toneladas de CO ₂ equivalentes
MTP	Market Transformation Programme (Agencia del Reino Unido para la sostenibilidad)
OSE	Observatorio de la Sostenibilidad en España

PER	Plan de Energías Renovables
PK	Protocolo de Kyoto
tCO ₂ e	Toneladas de CO ₂ equivalentes
tep	Toneladas equivalentes de petróleo
TIC	Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones
UE-15	Estados miembros de la Unión Europea a 30 de abril de 2008 (Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Países Bajos, Portugal, Reino Unido y Suecia)
UE-25	Estados miembros de la Unión Europea a 31 de diciembre de 2006 (UE-15 más Chipre, Eslovaquia, Eslovenia, Estonia, Hungría, Letonia, Lituania, Malta, Polonia y República Checa)
UE-27	Estados miembros de la Unión Europea en la actualidad (UE-25 más Bulgaria y Rumanía)
WBCSD	World Business Consortium for a Sustainable Development
WWF	World Wide Fund for Nature