



Eficiencia Energética y TIC

Información
Preparada para la
Mesa de Trabajo
sobre Eficiencia
Energética y TIC

Clúster de Eficiencia
Energética (E2TIC)

Telefonica

Eficiencia Energética y TIC

**Información
Preparada para la
Mesa de Trabajo
sobre Eficiencia
Energética y TIC**

Clúster de Eficiencia Energética y TIC

Universitat Politècnica de Catalunya (UPC): Lluís Jofre Roca, Jordi Romeu Robert

Universidad de Extremadura (UEX): Adolfo Lozano Tello

Universidad de Ovidedo (UniOvi): Fernando Las Heras Andrés

Universidad de Sevilla (US): Carlos León de Mora, Antonio García Delgado

Universitat Politècnica de València (UPV): Alberto González Salvador

Coordinado por: Marta Guardiola Garcia (Cátedra Telefónica-UPC)

Índice

Índice.....	1
1 Resumen Ejecutivo	3
2 Introducción	3
3 Hoja de Ruta del Clúster E2TIC. Actividades de Monitorización y Promoción.....	5
4 Indicadores de Eficiencia Energética.....	6
4.1 Consumo energético per cápita	8
a) Definición	8
b) Estado del indicador.....	8
4.2 Proporción de Consumo de Energías Renovables	10
a) Definición	10
b) Estado del indicador.....	10
4.3 Vehículos eléctricos	18
a) Definición	18
b) Estado del indicador.....	18
c) Best practices	19
4.4 Ciudades Inteligentes y Sostenibles “Smart Sustainable Cities”	19
a) Definición	19
b) Estado del indicador.....	20
c) Best practices	21
4.5 Edificios inteligentes “Smart Buildings”	22
a) Definición	22
b) Estado del indicador.....	23
c) Best practices	24
4.6 Logística inteligente	25
a) Definición	25
b) Estado del indicador.....	26
4.7 Resumen de los indicadores para el caso español.....	28

5 Otros indicadores sin marcador numérico..... 29

5.1 Medición inteligente “Smart Metering” y redes de distribución de energía inteligentes “Smart Grids” 29

 a) Definición 29

 b) Estado del indicador..... 30

 c) Best practices 32

5.2 Desmaterialización..... 32

 a) Definición 32

6 Conclusiones..... 33

7 Referencias 33

1 Resumen Ejecutivo

El Clúster de Eficiencia energética y TIC (E2TIC) de la red de cátedras Telefónica es una iniciativa conjunta de cinco cátedras universitarias: Universidad Politécnica de Catalunya, Universidad de Oviedo, Universidad Politécnica de Valencia, Universidad de Extremadura y la Universidad de Sevilla. El Clúster E2TIC nace para supervisar y promover el estado de avance de la diferentes iniciativas TIC en el territorio español dirigidas a cumplir con los objetivos de eficiencia energética marcados por la UE "20-20-20".

Las actividades del Clúster se centran tanto en identificar e impulsar acciones que impliquen una utilización eficiente de la energía en las TIC, así como la consideración de las TIC como solución para el ahorro energético y la disminución de la huella de carbono en otros sectores. Con este objetivo, i) **se buscan soluciones tecnológicas sostenibles** desde el punto de vista energético y medioambiental, que impulsen la eficiencia y el crecimiento de las empresas, administraciones y organizaciones sociales, sin que eso implique un aumento del coste de su actividad; y ii) **se pretende difundir** a nivel conjunto un modelo "social" de eficiencia energética con ayuda de las TIC y su particularización a cada una de las comunidades e instituciones, poniendo un énfasis especial en su impacto en la educación. A nivel de difusión, se pretende tener presencia en los medios de comunicación, mediante la divulgación de los resultados y actividades gestionadas por el clúster, poniendo un énfasis especial en las posibilidades de las redes sociales.

2 Introducción

En marzo de 2007 la UE apoyó un enfoque integrado de políticas climáticas y energéticas conocido como "20-20-20" [1] que define las metas a alcanzar para el año 2020 y que consiste en: i) **una reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero de al menos un 20% por debajo de los niveles de 1990**, ii) **que el 20% del consumo energético de la UE provenga de fuentes renovables**, y iii) **una reducción del 20% en el consumo de energía primaria** en comparación con los niveles proyectados, que debe conseguirse con una mejora de la eficiencia energética. Posteriormente, en diciembre de 2008, los líderes de la UE aumentaron a un 30% las perspectivas de reducción, siempre y cuando el resto de países con más emisiones también se comprometan a ello.

Además la UE determinó que el sector de TIC tiene que jugar un papel central en esta iniciativa [1]. El sector TIC, aparte de mejorar significativamente la eficiencia energética de sus productos y servicios, tiene la potencialidad de aumentar la eficiencia energética en otros sectores. Más específicamente, se propone: i) **conseguir una reducción medible y verificable de la intensidad energética y las emisiones de carbono** en todos los procesos involucrados en la producción, transporte y venta de equipamiento y componentes TIC en 2010, y de la definición de las metas de eficiencia energética para el año 2011; y ii) **identificar soluciones TIC específicas**, en estrecha colaboración con los sectores económicos más significativos de la eficiencia energética, para mejorar el componente medioambiental y energético de las políticas existentes y nuevas, de las infraestructuras y los equipamientos.

Las TIC han jugado un papel importante en las últimas décadas para mejorar la productividad económica. Nos da la oportunidad de hacer mejoras significativas en la productividad, para dirigirnos hacia un mundo más sostenible: menos dependiente del carbono y con un uso más eficiente de los recursos. Estudios como el reciente GeSI (Global e-Sustainability Initiative) SMART 2020 [2] muestran claramente que un uso más eficaz de las TIC puede ofrecer enormes ahorros de CO₂e (dióxido de carbono equivalente). Concretamente se estima que este ahorro puede llegar a ser cinco veces mayor que las emisiones totales de todo el sector de las TIC en 2020, representando aproximadamente 7,8 GtCO₂e en 2020, o equivalentemente el 15% de las emisiones totales en 2020. Esto representa una reducción significativa llegando a niveles por debajo de los de 1990, como recomiendan científicos y economistas para 2020, para luchar contra el cambio climático. En términos económicos, la eficiencia energética proporcionada por las TIC se traduce en un ahorro de costes de aproximadamente 600.000 millones de euros.

A la vez que las TIC reducen su propia huella de carbono, los estados deben esforzarse más para crear un entorno fiscal y normativo que fomente la adopción más rápida y generalizada de las TIC. En este sentido, la colaboración entre los sectores público y privado resulta crucial. Según se informa en [3] "La industria de las TIC es responsable de aproximadamente el 2% de emisiones mundiales de CO₂. Las soluciones TIC tienen el potencial de facilitar la reducción de una parte importante del 98% restante del total de CO₂ emitido por las industrias no TIC".

En 2009, el World Bank Group (GBM) publicó el Informe titulado "World Development Report 2010: Development and Climate Change" (WDR10) [4], en el que se desafió al mundo a "actuar ahora, actuar juntos y actuar de otra manera" para hacer frente a los impactos del cambio climático. Se argumenta que los países con altos ingresos necesitaran tomar medidas agresivas para reducir sus propias emisiones. Esto liberaría un poco de "margen de contaminación" para los países en desarrollo, pero más importante aún, estimularía la innovación y la demanda de nuevas tecnologías para que puedan difundirse rápidamente.

Encontrar las soluciones TIC más adecuadas requiere de un trabajo multidisciplinario, que deben llevar a cabo profesionales de diferentes sectores socio-económicos tales como: industria, medioambiente, construcción, distribución de energía, académico, etc. Estos profesionales pueden trabajar cooperativamente desarrollando soluciones eficientes y sostenibles utilizando las TIC como tecnología de soporte.

El sector TIC se vale de varias formas para conseguir una reducción en las emisiones: i) por una parte pueden **ofrecer información normalizada acerca de las emisiones y el consumo de energía** en todos los sectores y ejercer control en su uso; y ii) pueden **proponer innovaciones** que aprovechen las oportunidades de la eficiencia energética en edificios y hogares, en transporte, en electricidad, en las fábricas y en otras infraestructuras. Igualmente pueden ofrecer alternativas al modo actual en el que aprendemos, vivimos, trabajamos y viajamos.

El Clúster para la eficiencia energética (E2TIC), compuesto por cinco cátedras universitarias Telefónica y la propia empresa, tiene el objetivo de estudiar, controlar, desarrollar y promover soluciones TIC

adecuadas en diferentes sectores. Cada cátedra Telefónica tiene un área de especialización y centra su actividad en el desarrollo de soluciones de TIC para los aspectos sociales reales. La red de cátedras Telefónica funciona como un “think tank” para el estudio del impacto de las tecnologías TIC en la sociedad. Por otra parte, cada cátedra Telefónica puede interactuar de forma natural con otras cátedras Universidad-Empresa relacionadas con los diferentes sectores socioeconómicos.

Por lo tanto, la Red de Cátedras Telefónica alcanza, fácilmente y de forma natural, investigadores, empresas e instituciones de diferentes sectores y facilita su interacción para debatir la participación de las TIC en la eficiencia energética. La Figura 1 muestra la interacción entre el Clúster E2TIC de la Red de Cátedras Telefónica y las cátedras de otras compañías dentro de las universidades participantes, también se muestran otras cátedras dentro de las mismas universidades en materia de eficiencia energética.

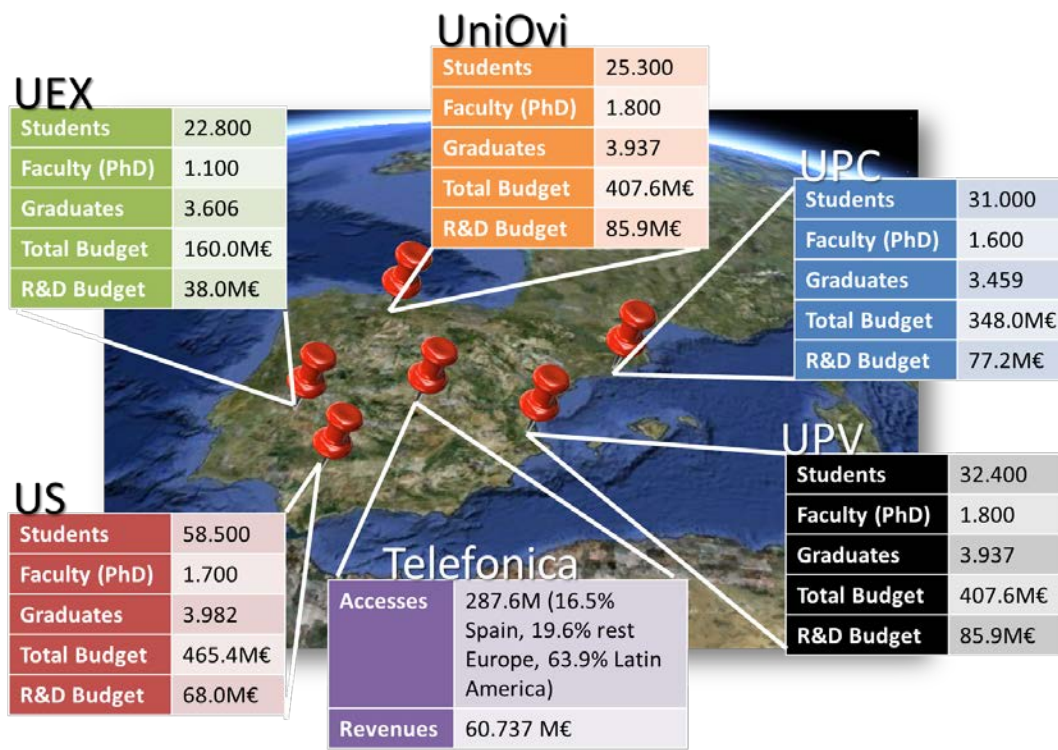


Figura 1: Estructura cooperativa del Clúster E2TIC.

3 Hoja de Ruta del Clúster E2TIC. Actividades de Monitorización y Promoción

El Clúster E2TIC compuesto por cinco cátedras universitarias Telefónica han creado un grupo de reflexión formado por especialistas académicos y profesionales que cubren las diferentes tecnologías TIC que a la áreas clave a través de un conjunto de iniciativas encaminadas a:

- Identificar a nivel español los sectores críticos donde las TIC pueden desempeñar un papel importante y contextualizar (consumo, renovación, etc.) a nivel internacional.
- Estudio de las soluciones TIC más adecuadas desde el punto de vista energético, económico y ambiental.
- Promover un modelo social sostenible con el apoyo de las TIC y particularizarlo a las diferentes necesidades geográficas (ciudad, región, estado) y sociales (educación, salud, movilidad, etc.).
- Particularizar su aplicación a las empresas de gran y pequeña escala y a los grupos sociales. Telefónica propone reducir para el año 2015 un 30% de su consumo de 4.8TWh/año.
- Crear un observatorio para monitorizar las diferentes iniciativas de eficiencia energética basadas en las TIC entre los diferentes sectores geográficos y socioeconómicos.
- Desarrollar programas educativos a nivel pre-universitario y universitario y promover estudios académicos sobre las iniciativas TIC verdes (ICT greening) a través de estudiantes y profesores.
- Analizar la presencia social de los conceptos y proyectos relacionados con las TIC verdes y específicamente en las redes sociales.

4 Indicadores de Eficiencia Energética

Los expertos reconocen tres tipos de soluciones que pueden contribuir a crear un nuevo modelo social que permitiera reducir la demanda energética mundial: i) una **mejora de las tecnologías**: soluciones para el transporte o la gestión de edificios inteligentes (se estima que usar mecanismos de navegación inteligente puede reducir el consumo de combustible en un 20% - 30%, así como las emisiones asociadas; y que las viviendas inteligentes pueden reducir las necesidades de combustible hasta un 17,5% en la UE), ii) permitir tecnologías como la **virtualización o desmaterialización** (soluciones como el e-trabajo significaría una reducción de las emisiones un 2,3% si uno de cada 10 trabajadores lo utilizara).

Por estas razones y las que se han presentado en las secciones anteriores, surge la necesidad de promover iniciativas que ayuden a generar un modelo social basado en el uso eficiente de la energía apoyado por las TIC. Ese modelo debe ser construido partiendo de algunas de las acciones reales que ya se están tomando en diferentes niveles geográficos (ayuntamientos, a nivel nacional, Europeo,...). Dentro de este modelo, la Tabla 1 resume algunas de las iniciativas en España que son susceptibles a ser monitoreadas por el Clúster E2TIC.

En esta sección se presentaran un total de 7 indicadores de eficiencia energética de relevancia en el estado español, que se han contextualizado y comparado a nivel europeo y/o mundial. Estos indicadores están basados en las iniciativas más significativas reflejadas en la Tabla 1, y pretenden cubrir todos los sectores dónde las TIC se han perfilado como solución para mejorar la eficiencia energética. Cada indicador se acompaña de una definición juntamente con información relevante de cada iniciativa, así como las buenas prácticas implantadas en el estado español y, en algún caso, las más relevantes a nivel mundial. El estado del indicador se ha monitorizado recogiendo datos estadísticos actualizados de fuentes reconocidas y se presentan, a medida de lo posible, en forma de gráfica para una mejor visualización, configurando así observatorio global de eficiencia energética.

Los indicadores que se presentan, se pueden dividir en dos categorías diferenciadas. Por una parte se han estudiado dos parámetros macroeconómicos [5] que se han considerado representativos de la madurez de cada país en materia de ahorro y eficiencia energética, como son i) el **consumo de energía por cápita** y ii) el porcentaje de este consumo producido por **fuentes renovables** (hidroeléctrica, geotermal, solar, eólica, biocombustibles, etc.). Por otra parte se han estudiado algunas de las áreas clave [2] en que las TIC tienen potencialidades importantes: iii) **medición inteligente** (a partir de 2010 en Málaga, Sevilla y Barcelona), iv) **vehículos eléctricos**, v) **ciudades inteligentes**, vi) **edificios inteligentes** (permitirían una reducción del 11% en el consumo de energía total en 2020) y vii) la **logística de transporte inteligente** (ahorro y optimización de rutas, mejoras en el vehículo).

Otro concepto clave en el ahorro energético es la **desmaterialización**. Se entiende por desmaterialización la sustitución de los productos y las actividades que contienen o requieren grandes cantidades de carbono por equivalentes virtuales. Desmaterialización típicamente involucra las TIC: e-banking, e-commerce, e-facturación, e-Gobierno, e-salud, e-trabajo, etc. Por la diversidad de aspectos que comprende es muy difícil configurar un indicador numérico, pero por su importancia y potencialidad, no puede dejar de ser tratado en este documento.

		Geographical domain		
		Personal	Local/Regional	National
Social needs	Education	<ul style="list-style-type: none"> e-learning 	<ul style="list-style-type: none"> Public transport TIC at class e-learning 	<ul style="list-style-type: none"> TIC at class e-learning
	Health	<ul style="list-style-type: none"> End-user e-health device 	<ul style="list-style-type: none"> e-health [6] 	<ul style="list-style-type: none"> e-health
	Mobility-transportation	<ul style="list-style-type: none"> Real time localization and traffic info devices 	<ul style="list-style-type: none"> Electric car battery charging stations Smart traffic and parking management [7] 	<ul style="list-style-type: none"> Intelligent transport systems [7] Electric car [8] e-toll
	Mobility-communications	<ul style="list-style-type: none"> Smart phones, wireless and LAN devices 	<ul style="list-style-type: none"> Wi-fi areas Public domain for base stations wireless services 	<ul style="list-style-type: none"> Surveillance of competence quality of service of telecom operators
	Energy	<ul style="list-style-type: none"> Energy saving habits Sustainability concern Smart electric appliances e-invoicing heating/cooling/lighting 	<ul style="list-style-type: none"> Smart buildings[9] 	<ul style="list-style-type: none"> Efficient energy production and smart grids
	Security	<ul style="list-style-type: none"> Home disaster monitoring 	<ul style="list-style-type: none"> Monitoring networks of security and polluting agents (air, water, radiation,) 	<ul style="list-style-type: none"> Intelligent fire surveillance system, natural and industrial disaster monitoring
	Administration	<ul style="list-style-type: none"> Use of e-government 	<ul style="list-style-type: none"> e-government,[6] 	<ul style="list-style-type: none"> e-government

Tabla 1: Iniciativas para promocionar un modelo social sostenible y de eficiencia energética basado en ICT.

4.1 Consumo energético per cápita

a) Definición

El consumo total de energía per cápita mide la cantidad de la energía primaria consumida, en promedio, por cada persona que vive en un país o región en particular para el año indicado. Incluye todas las fuentes primarias de energía, incluidos el carbón, productos derivados del carbón, petróleo, productos derivados del petróleo, gas natural, energía nuclear, hidroeléctrica, etc.

b) Estado del indicador

Como se puede ver en la Figura 2, España presenta un consumo anual de 34MWh, ligeramente por debajo del consumo europeo (38MWh) o de la OECD (51MWh), dos veces más que la media mundial (19MWh) y claramente por debajo del consumo de EE.UU. (83MWh) [11].

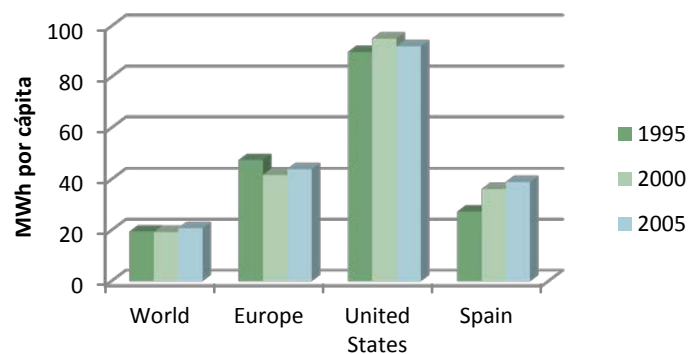


Figura 2: Consumo energético por cápita en MWh. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de [11]

Las tendencias más actuales reflejan un incremento en el consumo energético del G-20 de más del 5% en 2010, después de una ligera disminución en 2009. Este incremento es el resultado de dos tendencias convergentes. Por un lado, los países industrializados, que experimentaron fuertes descensos en la demanda de energía en 2009, recuperaron el consumo en 2010 casi volviendo a las tendencias históricas. Por otra parte, dos de los países con mayor consumo energético, China e India, no mostraron signos de desaceleración en 2009 y continuaron su intensa demanda de todas las formas de energía en 2010.

Si las tendencias tecnológicas actuales continúan y las políticas gubernamentales que han sido adoptadas se aplican, el consumo total de energía per cápita mundial medio (TCE) y final (FEC), se incrementará un 27,5% entre 2004 y 2030. La mayor parte de este aumento vendrá de China, India y los países en desarrollo, que incluyen a Rusia y otros países, ver Figura 3.

En contraste con la OCDE, el consumo total de energía per cápita está creciendo más rápido que el consumo final de energía per cápita en Rusia, India y China, lo que refleja el uso de tecnologías menos eficientes, sobre todo para la generación de energía. Estos datos ponen de manifiesto la importancia de las iniciativas para mejorar la eficiencia energética que se están proponiendo.

A nivel mundial, se proyecta que China experimentará el aumento más significativo en el TCE (90%) y FEC (89%) por cápita y los EE.UU. los más pequeños (TEC en un 4%, FEC en un 6%) para 2030.

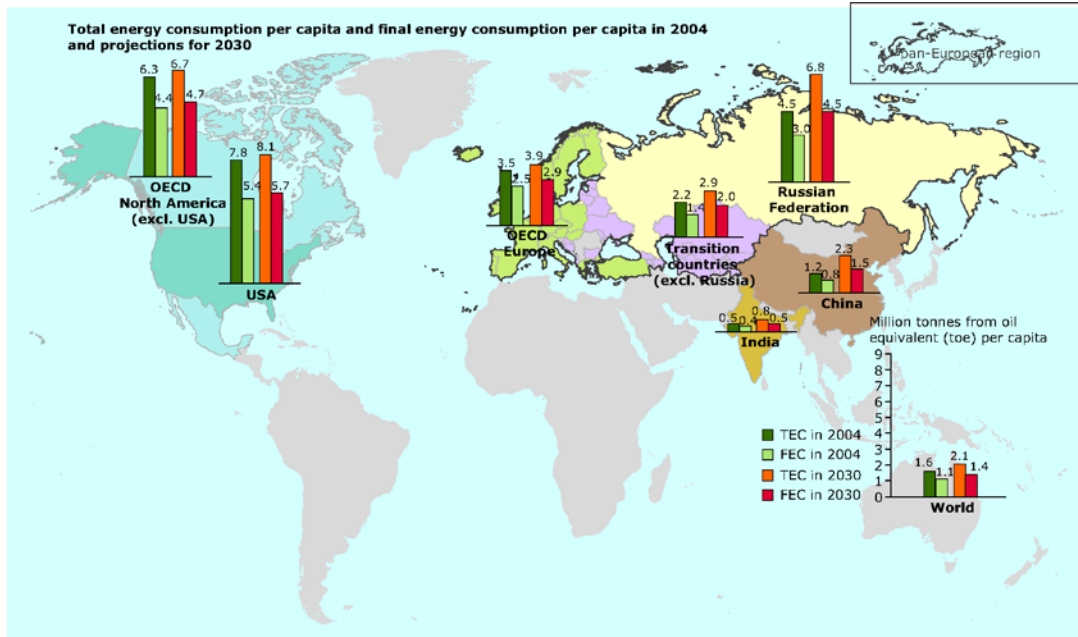


Figura 3: Consumo total de energía per cápita y consumo final de energía per cápita en 2004 y proyección a 2030 expresada en millones de toneladas equivalentes de petróleo (toe) per cápita. Fuente [13].

A nivel del estado español, resulta interesante fijarse en cómo se reparte el consumo energético en función de la fuente de energía, ver Figura 4. Como en el resto del mundo, en el Estado español hay una gran preponderancia del petróleo, que implica prácticamente la mitad del consumo total. No es un dato menor a tener en cuenta el que España sólo produzca el 1% de ese combustible fósil, debiendo importar el 99%, [14].

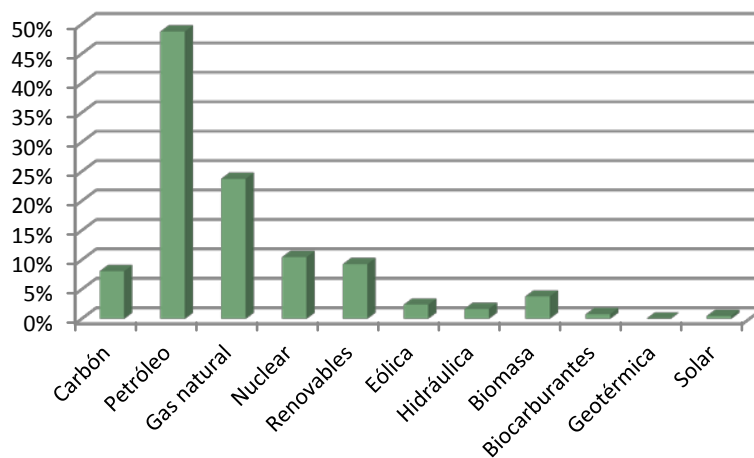


Figura 4: Porcentaje de uso de las diferentes fuentes de energía en España. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de [14].

4.2 Proporción de Consumo de Energías Renovables

a) Definición

La cuota global de energías renovables en el consumo final de energía, es la relación entre el consumo interior bruto de energía procedente de fuentes renovables (TOE) y consumo interior bruto total de la energía (TOE), calculado para un año y expresada en porcentaje. Tanto la energía renovable como el consumo total de energía se miden en miles de toneladas equivalentes de petróleo (ktep). Las energías renovables se definen como de fuentes renovables no fósiles: energía eólica, solar, geotérmica, del oleaje, mareomotriz e hidráulica, biomasa, gases provenientes de residuos y biogás.

b) Estado del indicador

En los últimos años, España se ha posicionado como uno de los líderes en energías renovables. Si bien Alemania y Dinamarca también se hallan en la lista que encabezan los líderes en energías renovables, España es el país con más crecimiento en la UE y la octava a nivel mundial.

Cuando se habla de consumo de energías renovables conviene diferenciar entre el consumo primario y el consumo de energías renovables para la producción de electricidad. La cuota de las energías renovables en el consumo primario (no comercial) es muy elevada en los países en desarrollo y baja en los países de la OCDE (alrededor del 7%) [12]. África sigue siendo la región con mayor proporción de energías renovables en el consumo primario (cerca de 46%), debido al elevado uso de madera en los hogares. El peso de las energías renovables en América Latina también es alto (25%), sostenido por el alto uso de la energía hidroeléctrica. En los últimos años, las energías renovables y en particular, la solar y la eólica, están ganando peso en los países de la OCDE.

Por lo que respecta a la producción de electricidad con fuentes renovables, América Latina es la región del mundo con la mayor proporción (59%) debido al alto uso de la energía hidroeléctrica. La cuota de las energías renovables está aumentando en Europa (5% en 2009) impulsado por la instalación de plantas generadoras de energía eléctrica proveniente de renovables (en 2009 más del 60% de las nuevas instalaciones generadoras de energía en Europa eran de energías renovables). En este contexto, España, se encuentra bastante bien posicionada con un valor relativamente alto (10.7%) sensiblemente por encima del promedio europeo. El crecimiento de las energías renovables en la producción de electricidad también es una realidad en los EE.UU. (12%) y Japón (10%).

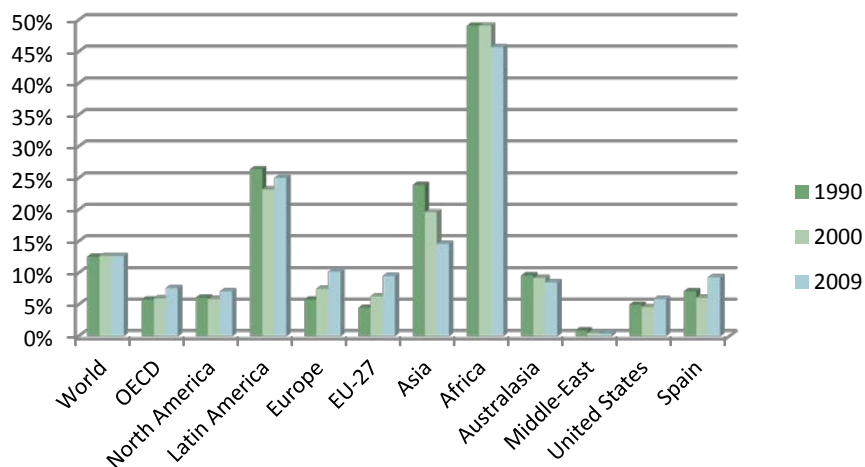


Figura 5: Porcentaje de las energías renovables no comerciales en el consumo primario. Elaboración propia a partir de datos de [12].

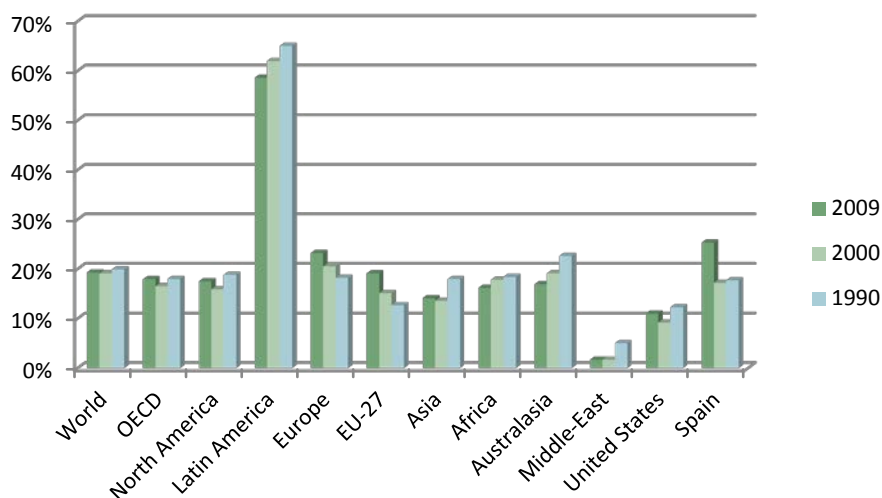


Figura 6: Porcentaje de uso de las energías renovables en la producción de electricidad. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de [12].

En materia de regulación, la Comisión Europea decretó una directiva comunitaria (2009/28/CE) que contempla los objetivos obligatorios de consumo de energías renovables para la UE y para cada uno de los Estados miembros en el año 2020, y la elaboración por parte de éstos, de planes de acción nacionales para alcanzar dichos objetivos. La Figura 7 muestra el porcentaje de consumo de renovables en la Europa de los 27 [13], [15], [16].

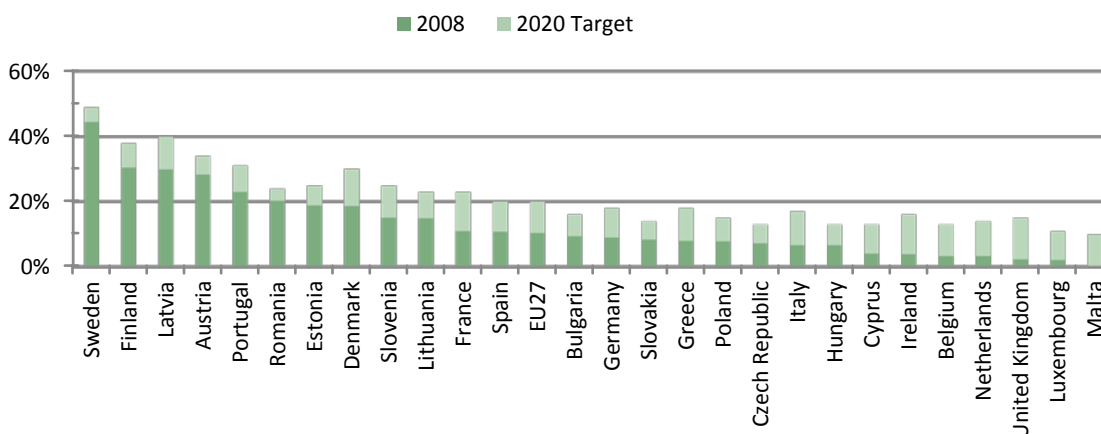


Figura 7: Porcentaje del consumo de renovables en el consumo final bruto de energía. Comprende el uso directo de las energías renovables (biocombustibles), además de la energía producida a partir de energías renovables (eólica, hidroeléctrica). Fuente: Elaboración propia a partir de datos de [15].

A nivel del estado español, se presentó un anticipo del Plan de Renovables 2011-2020, enviado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio a la Comisión Europea en cumplimiento de la directiva comunitaria sobre la materia. Las conclusiones principales de este informe son las siguientes y se encuentran recogidas en la Tabla 2:

- En una primera estimación, la aportación de las energías renovables al consumo final bruto de energía sería del 22,7% en 2020, frente a un objetivo de la UE para España del 20% en 2020. Esto equivalente a unos excedentes de energía renovable de aproximadamente de 2,7 millones de toneladas equivalentes de petróleo (tep). El superávit podrá ser utilizado, a través de los mecanismos de flexibilidad previstos en la Directiva de renovables, para su transferencia a otros países europeos que resulten deficitarios en el cumplimiento de sus objetivos
- Como estimación intermedia, se prevé que en el año 2012 la participación de las energías renovables sea del 15,5% (frente al valor previsto por la UE de 11,0%) y en 2016 del 18,8% (frente a al 13,8%).
- El mayor desarrollo de las fuentes renovables en España corresponde a las áreas de generación eléctrica, con una previsión de la contribución de las energías renovables a la generación bruta de electricidad del 42,3% en 2020, con lo que España también superará el objetivo fijado por la UE en este ámbito (40%).

Más concretamente, en función de la fuente de energía, la Figura 8 muestra que el petróleo es aún la fuente de energía primaria con mayor preponderancia con un 36.4%. Las energías renovables representan un 7.8%, de entre las cuales destaca la biomasa (69.8%) seguida de la hidroeléctrica (18.9%).

Consumo Final de Energía (ktep)	2008	2012	2016	2020
Consumo de energía bruta final	101.921	93.321	95.826	98.677
Energías renovables para generación eléctrica	5.324	8.477	10.682	13.495
Energías renovables per calefacción /refrigeración	3.633	3.955	4.740	5.618
Energías renovables en transporte	601	2.073	2.786	3.500
Total en renovables en ktep	9.576	14.504	18.208	22.613
Total en renovables según Directiva	10.687	14.505	17.983	22.382
% Energías renovables / Energía final	10.5%	15.5%	18.8%	22.7%

Tabla 2: Consumo final de energía en España según el Plan de Renovables 2011-2020. Fuente: [13]

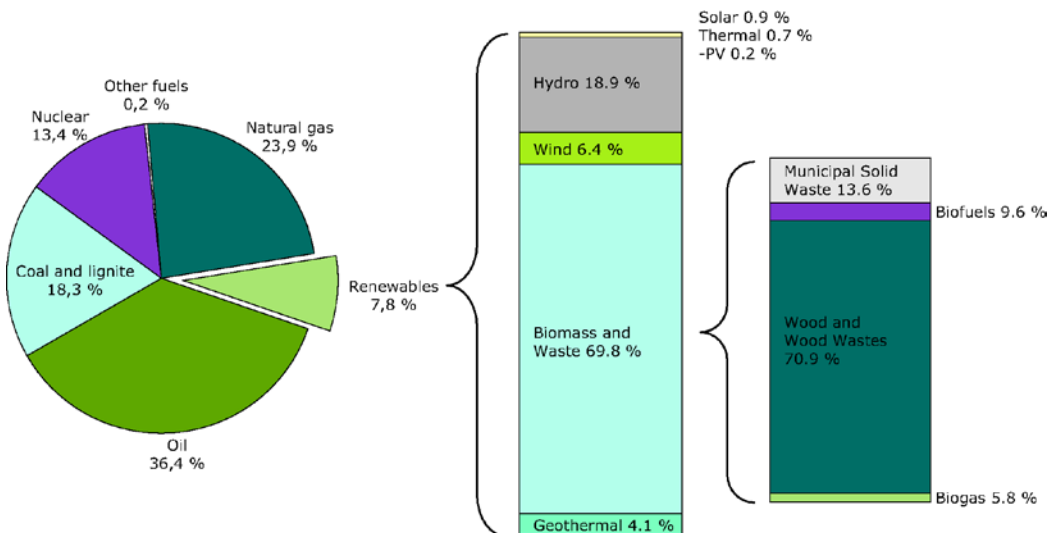


Figura 8: Consumo de energía primaria total en función de la fuente de energía en Europa-27 en 2007. Fuente: [13].

La generación de energías renovables en un determinado país dependerá de los recursos naturales de los que disponga, de las condiciones climáticas, y de las políticas gubernamentales que haya impulsado. A continuación se muestra el posicionamiento de España a nivel mundial en materia de renovables por tipo de fuente.

Energía eólica

El mercado mundial de aerogeneradores ha experimentado un crecimiento sustancial en los últimos años. China representa el mercado más grande y con más expansión, llegando a una cifra de casi 34 GW instalados. Los EE.UU. son aún el número uno en capacidad total (36 GW) pero experimentaron un descenso importante [17]. España se encuentra muy bien posicionada, a la cuarta posición, después de EE.UU, China y Alemania.

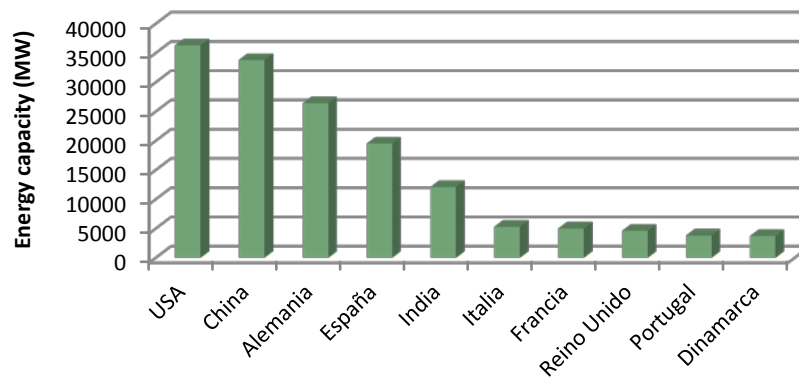


Figura 9: Capacidad total de energía eólica en MW, año 2008. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de [17].

Energía solar:

En materia de energía solar, España ocupa un lugar preeminente a nivel mundial gracias a la abundancia de radiación solar de la que goza este país, especialmente en toda su mitad sur.

Conviene diferenciar tres tipos de instalaciones solares:

- La **energía solar térmica** se basa en el principio según el cual el sol calienta el agua contenida en un recipiente oscuro. Las tecnologías térmicas solares son eficientes y altamente fiables. Se utiliza en una amplia gama de aplicaciones como el agua caliente sanitaria y calefacción en edificios residenciales y comerciales, el apoyo a la calefacción, refrigeración asistida por energía solar, calor para procesos industriales, la desalinización y las piscinas.
- La **energía eléctrica solar térmica** (STE), también conocida como energía solar concentrada (CSP), se produce con tecnologías de concentración de radiación solar. Las plantas STE proporcionan energía limpia y fiable desde 10 kW a 300 MW.
- La **energía solar fotovoltaica** utiliza células de materiales semiconductores que para convertir la luz solar en electricidad.

El mercado español de energía solar térmica se ha contraído en 2010 por segundo año consecutivo quedando en 235 760 kWth (336 800 m²) de capacidad instalada igualando los niveles del 2007. Esto ha supuesto un revés para un mercado con grandes expectativas, que había registrado varios años un crecimiento del 50%, debido principalmente al estancamiento del sector de la construcción. Para compensar este efecto, se ha introducido un incentivo para la producción de energía con grandes sistemas que se espera que sirva como relanzamiento del tercer mercado más grande de Europa por detrás de Alemania e Italia [18], ver Figura 10.

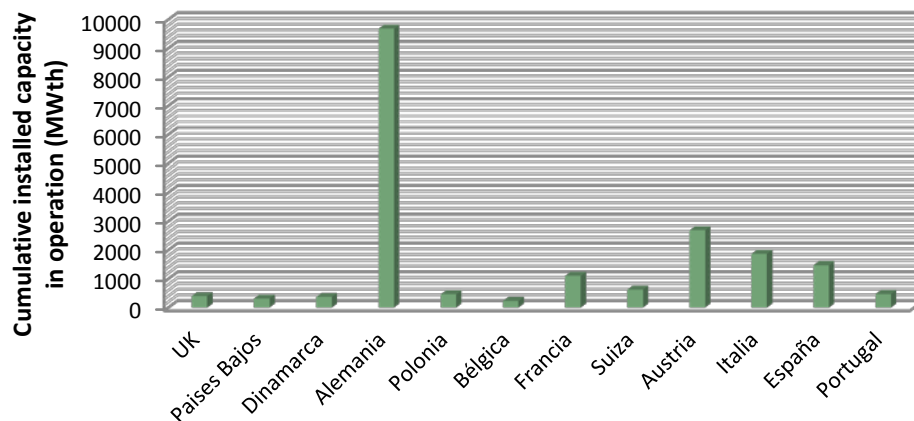


Figura 10: Capacidad instalada en funcionamiento acumulada, datos del 2010. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de [18].

El objeto de las dos tipologías de energía solar restantes es la generación de electricidad. Por lo que respecta a energía solar térmica para la generación de electricidad, según la principal asociación empresarial del sector, Protermosolar [19], España se ha convertido en el país del mundo con mayor potencia instalada. En octubre de 2009, se estaban construyendo en España más de 30 plantas de 50 MW cada una (tipo de colectores cilindro-parabólicos) y una de 17 MW (el tipo de receptor central con 15h almacenamiento). La Figura 11 muestra la estimación del STE [20] sobre la potencia termosolar eléctrica en el sur de Europa, donde se puede ver la situación preponderante de España.

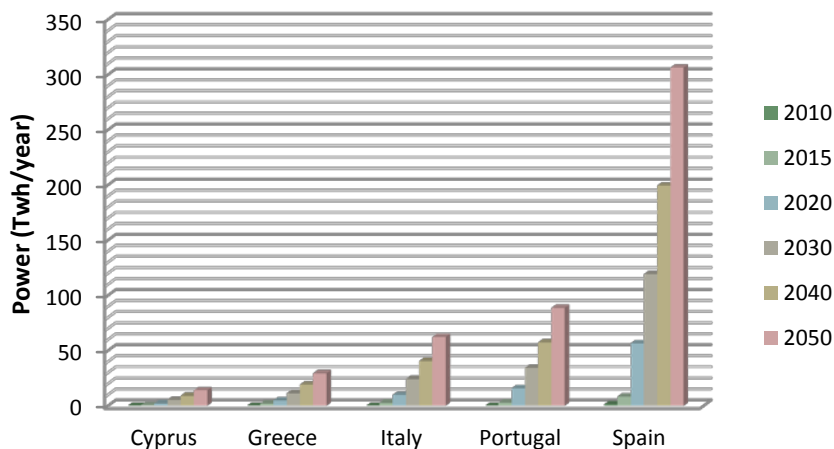


Figura 11: Estimación del STE 2010-2050 para la capacidad de generación de potencia termosolar eléctrica en el sur de Europa (TWh/año). Fuente: Elaboración propia a partir de datos de [20].

España fue el líder mundial en 2008 en potencia instalada de energía fotovoltaica con 2.600 MW instalados y se convirtió técnica e industrialmente en un referente mundial en este sector. Desgraciadamente en 2009 los cambios legislativos establecieron, por una parte la disminución de los precios que llevó a muchos desarrolladores a retrasar sus proyectos ya aprobados, y por otra parte a un

empeoramiento en la financiación debido a la crisis económica. Como resultado el mercado se redujo a sólo 69 MW de nueva instalación [21]. A la segunda mitad de 2009 el sector volvió a reactivarse pero hará falta un esfuerzo suplementario para alcanzar el objetivo español de 2020 (8.367 MW) que colocarían a España como segundo mercado fotovoltaico de la UE, si bien a una grandísima distancia de Alemania, que aspira a conseguir 51.753 MW. Inmediatamente después estaría Italia, con 8.000 MW, aunque recientemente aumentó su objetivo a 23.000 MW en 2016 [22].

Energía hidroeléctrica

La Figura 12 muestra los principales países en función de su generación neta de electricidad a partir de la energía hidroeléctrica en miles de millones de kWh [23].

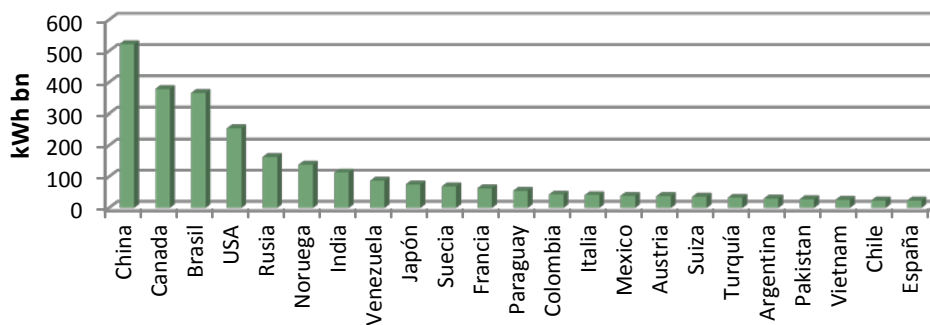


Figura 12: Generación de energía hidroeléctrica en miles de millones de kWh en 2008. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de [23].

Energía de la biomasa

La Figura 13 clasifica a los mejores países en base a su capacidad instalada de biomasa y la energía de residuos en millones de kW. En 2008, la capacidad mundial total de energía de la biomasa y los residuos ascendió a 56.12 millones de kW, mostrando un aumento del 8.29% respecto al año anterior que representó el 1.21% del total de la capacidad de generación de electricidad. A nivel mundial Estados Unidos, Brasil y Alemania tuvieron la mayor capacidad instalada de electricidad a partir de la biomasa y la energía de los residuos [23].

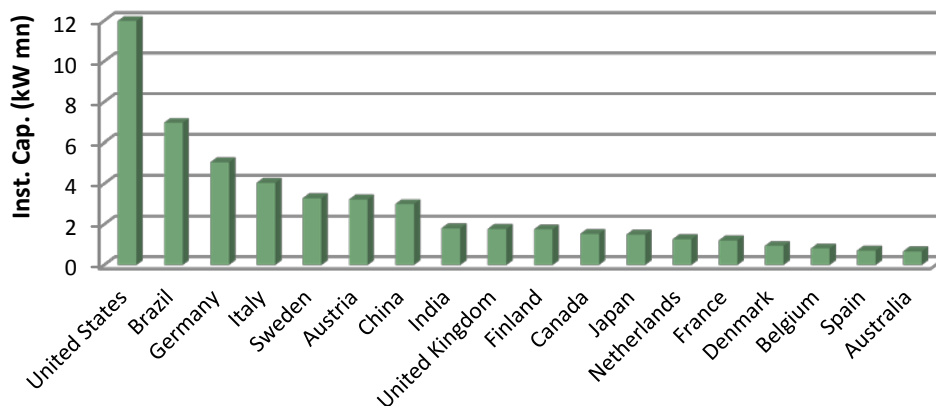


Figura 13: Capacidad instalada de energía de la biomasa y proveniente de los residuos en millones de kW el año 2008. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de [23].

Energía geotérmica

La siguiente gráfica clasifica los principales países en función de su capacidad instalada de energía geotérmica en millones de kW. En 2008, la capacidad total mundial de energía geotérmica ascendió a 9.27 millones de kW. Esta cifra supuso un aumento del 1.87% respecto al año anterior y representó un 0.2% del total de capacidad de generación de electricidad. Estados Unidos, Filipinas y México tuvieron la mayor capacidad instalada de electricidad a partir de energía geotérmica a nivel mundial [23].

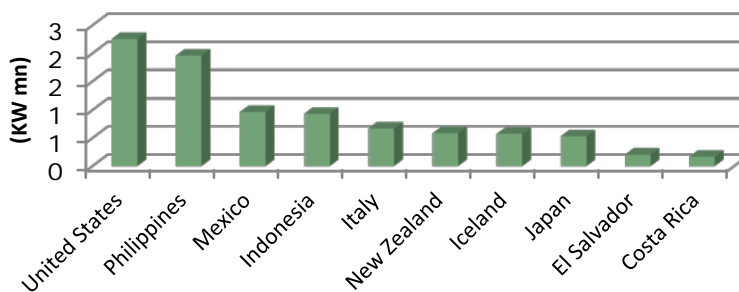


Figura 14: Capacidad instalada de energía geotérmica en millones de kW en 2008. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de [23].

A modo de resumen la Figura 15 muestra la evolución de las energías renovables en España [24],[25].

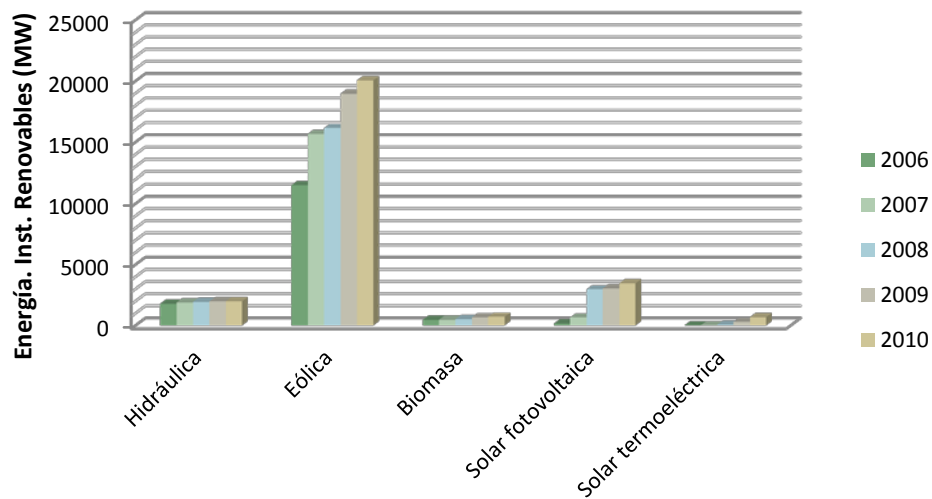


Figura 15: Evolución de la energía instalada en renovables en MW. . Fuente: Elaboración propia a partir de datos de [24].

4.3 Vehículos eléctricos

a) Definición

La definición de coche eléctrico abarca los coches completamente eléctricos con batería y automóviles híbridos “plug-in”. El concepto de coches eléctricos está fuertemente ligado a la campaña mundial para la reducción de los niveles de CO₂ mediante la generación de energía sin dependencia de los combustibles fósiles. Los gobiernos de Europa de acuerdo con el Protocolo de Kyoto han establecido objetivos a nivel de la Unión Europea y nacionales para la reducción de las emisiones de carbono hasta el 2050. Por lo tanto, la mayoría de los gobiernos están fomentando el mercado de automóviles eléctricos, las industrias relacionadas, la implantación de una infraestructura de carga de la batería, así como incentivos a los consumidores [26], [27].

b) Estado del indicador

Se pronostica que el mercado europeo de coches eléctricos crecerá un 34% entre 2011 y 2020. Esto representa unas ventas de 1.4 millones de automóviles en 2020 y un 10% de las ventas totales de coches (nuevas matriculaciones de coches). Se estima que el 80%-85% de las matriculaciones de nuevos vehículos eléctricos se producirá en los últimos cinco años de este periodo, 2016-2020. Bélgica, Dinamarca, Francia, Alemania, Italia, Países Bajos, Portugal, España, Suecia y el Reino Unido representan el 90% del total de las ventas de automóviles nuevos en la UE. Se estima que a finales de la década, los vehículos eléctricos en los Países Bajos representen 16% del total de matriculaciones de vehículos nuevos, seguido de cerca por Dinamarca y España con un 14%. En el extremo opuesto, las previsiones para Alemania y Bélgica sugieren una cuota del 7% de coches eléctricos del mercado total anual en 2020, ver Figura 16.

Para algunos países, como España y Alemania, el exceso de capacidad disponible en el sector de suministro de energías renovables podría ser utilizado para cargar los coches eléctricos, lo que ofrece

una opción total de cero emisiones del transporte, así como una utilización más completa de la inversión en energías renovables.

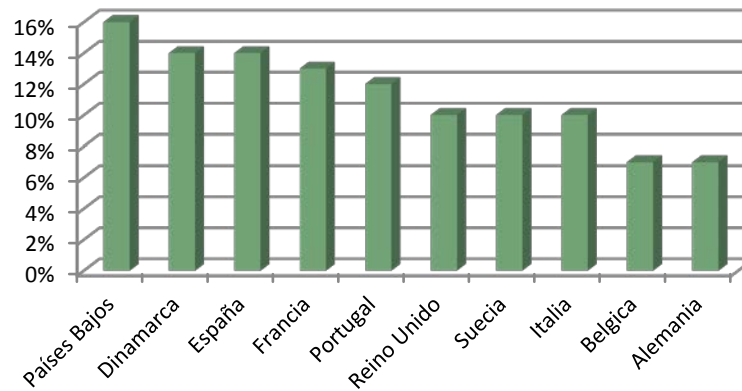


Figura 16: Estimación del porcentaje de coches eléctricos respecto al total de nuevos coches registrados en el período 2011-2020. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de [27].

c) Best practices

En la mayoría de países desarrollados se están realizando proyectos piloto en zonas delimitadas como ciudades y regiones para ayudar a determinar los requisitos operacionales de los vehículos eléctricos. Participan gran variedad de empresas y organizaciones, incluyendo fabricantes de automóviles y proveedores de energía. Algunos ejemplos se recogen a continuación.

- En Francia, la alianza Renault-Nissan y PSA-Mitsubishi proporcionará un importante estímulo para el lanzamiento de nuevos modelos EV (totalmente eléctricos) en 2010 y 2011.
- En Dinamarca la colaboración con la compañía estadounidense Better Place está planeando la implantación de un sistema de carga de baterías para facilitar su rápida implantación.
- BMW también está planeando el lanzamiento de su Mini E para el año 2010 y las operaciones europeas de GM, Opel (Alemania) y Vauxhall (Reino Unido), culminarán en 2011/2012 con el lanzamiento del EV Ampera.
- Israel se convertirá en breve en el primer país del mundo en implantar una red de estaciones de carga para vehículos eléctricos a nivel nacional. La empresa a cargo del proyecto es Better Place.
- La empresa leonesa Proconsi, ha desarrollado una aplicación informática llamada Prisma cuya principal función es la de localizar los puntos de carga para vehículos eléctricos. El sistema de localización de puntos de carga es compatible con diversos dispositivos móviles, y se podrá descargar en el navegador.

4.4 Ciudades Inteligentes y Sostenibles “Smart Sustainable Cities”

a) Definición

El desarrollo de la eficiencia energética en el marco de las “smart cities” se centra en los aspectos siguientes: a) eficiencia en la red de distribución, b) reducción de la demanda en los picos, c) mejora de

la relación pico-media en la curva de demanda diaria, d) reducción de las pérdidas técnicas, e) eficiencia en el consumo (mejorar los hábitos de los consumidores), f) reducción del consumo doméstico, g) reducción del consumo en la iluminación de las calles, h) reducción de grandes consumidores y consumo irresponsable, i) fomento de las energías renovables, j) fomento de los vehículos eléctricos.

b) Estado del indicador

Como indicadores de ciudades inteligentes y sostenibles se han encontrado dos rankings de relevancia. El primero “European Green City Index” [30] es una clasificación de las ciudades europeas más verdes que califica las capitales de 30 países europeos. Se tienen en cuenta 30 indicadores individuales por cada ciudad, como las políticas medioambientales, consumo de agua, gestión de residuos, emisiones de gases de efecto invernadero, etc. La Figura 17 muestra los resultados del estudio, Copenhague es la ciudad más verde, seguida de Estocolmo, Oslo, Viena y Ámsterdam. Madrid se encuentra en la 12ª posición.

Ranking of Europe's Greenest Cities

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| 1 Copenhague, Denmark | 16 Warsaw, Poland |
| 2 Stockholm, Sweden | 17 Budapest, Hungary |
| 3 Oslo, Norway | 18 Lisbon, Portugal |
| 4 Vienna, Austria | 19 Ljubljana, Slovenia |
| 5 Amsterdam, Netherlands | 20 Bratislava, Slovakia |
| 6 Zürich, Switzerland | 21 Dublin, Ireland |
| 7 Helsinki, Finland | 22 Athens, Greece |
| 8 Berlin, Germany | 23 Tallinn, Estonia |
| 9 Brussels, Belgium | 24 Prague, Czech Republic |
| 10 Paris, France | 25 Istanbul, Turkey |
| 11 London, United Kingdom | 26 Zagreb, Croatia |
| 12 Madrid, Spain | 27 Belgrade, Serbia |
| 13 Vilnius, Lithuania | 28 Bucharest, Romania |
| 14 Rome, Italy | 29 Sofia, Bulgaria |
| 15 Riga, Latvia | 30 Kiev, Ukraine |



Gross Domestic Product:
A Major Factor Affecting the Ranking
of almost all European Cities

- Value
- Norm



Figura 17: Clasificación de las ciudades europeas más verdes según European Green City Index. Fuente: [30].

A nivel internacional existe el llamado “Eco-City ranking” realizada en conjunción con la reputada encuesta sobre calidad de vida en las ciudades de Mercer. Esta lista se ha confeccionado incluyendo como criterios la disponibilidad de agua corriente potable, recogida de residuos, tratamiento de aguas residuales, contaminación y congestión de tráfico [31]. La encuesta incluye las 50 mejores ciudades, en Tabla 3 se muestran las 20 mejor calificadas. Este índice no contiene ninguna ciudad española.

	City	Country	Eco-city index 2010
1	Calgary	Canada	145.7
2	Honolulu	United States	145.1
3	Ottawa	Canada	139.9
3	Helsinki	Finland	139.9
5	Wellington	New Zealand	138.9
6	Minneapolis	United States	137.8
7	Adelaide	Australia	137.5
8	Copenhagen	Denmark	137.4
9	Kobe	Japan	135.6
9	Oslo	Norway	135.6
9	Stockholm	Sweden	135.6
12	Perth	Australia	135.3
13	Montreal	Canada	133.6
13	Vancouver	Canada	133.6
13	Nurnberg	Germany	133.6
13	Auckland	New Zealand	133.6
13	Bern	Switzerland	133.6
13	Pittsburgh	United States	133.6
19	Zurich	Switzerland	133.5
19	Berdeen	United Kingdom	133.5

Tabla 3: Encuesta Mercer 2010 Quality of Living Survey. La ciudad de referencia es Nueva York a la que se le asigna un índice de 100. Fuente: [31].

c) Best practices

Existen varias iniciativas de ciudades inteligentes en el mundo. La Figura 18 muestra las más importantes. A nivel europeo existen proyectos en Estocolmo, Malta, Málaga, y a nivel internacional, en Dubai, en Boulder (Colorado) y en Columbus (Ohio). Para su proximidad, a continuación se describe brevemente la iniciativa de Málaga.

Smart City es un proyecto desarrollado en Málaga en el periodo 2009-2012 con el objetivo de aumentar la eficiencia energética [32]. El desarrollo de la eficiencia energética en el ámbito de este proyecto se centra en los siguientes aspectos: a) eficiencia en la red de distribución, b) disminución de la demanda en las cabeceras, c) la mejora de la relación pico-media de curva de la demanda diaria, d) reducción de las pérdidas técnicas, e) la eficiencia en el consumo (mejorar los hábitos), f) disminución del consumo interno, g) la reducción del consumo o el alumbrado público, y h) reducción del consumo o de los grandes clientes. Otros objetivos clave del proyecto son los siguientes: la integración de las energías renovables tanto en media tensión y como en baja tensión, la integración y la gestión de los vehículos eléctricos. (EV o HEV).

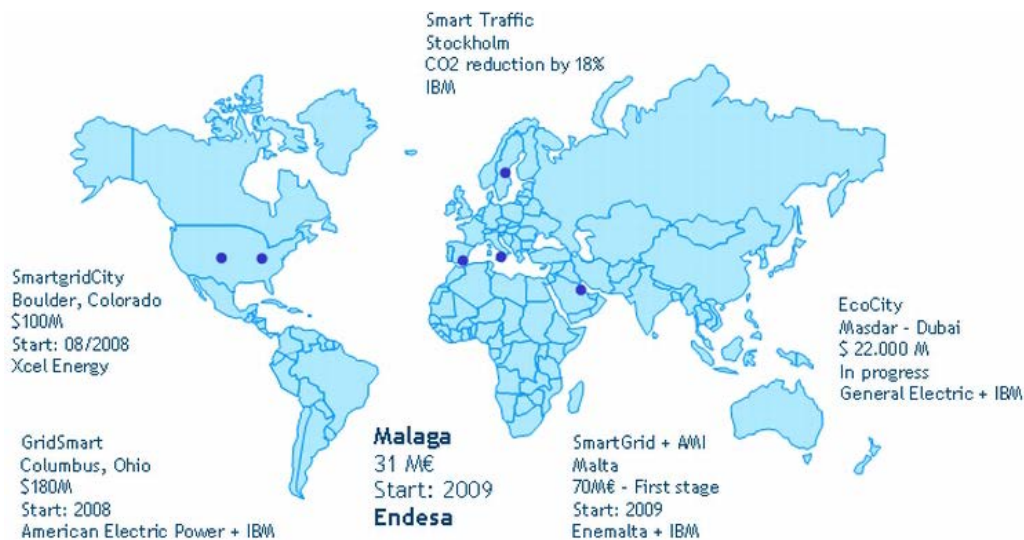


Figura 18: Iniciativas a nivel mundial de smart cities. Fuente: [32].

4.5 Edificios inteligentes “Smart Buildings”

a) Definición

El término “edificios inteligentes” describe un conjunto de tecnologías utilizadas para hacer que su diseño, construcción y funcionamiento sean más eficientes, y que se aplica tanto a las construcciones existentes como a las nuevas. Este conjunto incluiría sistemas de gestión de edificios (SGE) que manejarían los sistemas de calefacción y refrigeración según las necesidades de los ocupantes o software que desconectaría todos los ordenadores personales y monitores después de que todo el mundo se haya ido a casa. Los datos también pueden utilizarse para identificar oportunidades adicionales para mejorar la eficiencia. La Figura 19 muestra la capacidad de reducción en el consumo de energía que se podría conseguir si se implantaran técnicas inteligentes en varias instalaciones de las viviendas.

Las emisiones globales de los edificios representaron el 8% de las emisiones totales en 2002 (3,36 GtCO₂e). En estos datos se excluye la energía utilizada para el funcionamiento de los edificios. Si se tuviera en cuenta, el sector emitiría 11,7 GtCO₂e en 2020. Las TIC ofrecen una mayor oportunidad para reducir las emisiones de este sector (un 15% en 2020). En concreto, un estudio de los edificios de Norteamérica indica que mejorar el diseño, la gestión y la automatización de los edificios puede reducir sus emisiones en un 15%. Desde un punto de vista global, la construcción de edificios inteligentes puede permitir ahorrar 1,68 GtCO₂e de emisiones, lo que equivale a 216.000 millones de euros.

Si nos fijamos en la intensidad energética en las viviendas (con correcciones climáticas), (Figura 20) España se sitúa como el país con un menor consumo energético, con un consumo de entre un 35 y 40% menor que el consumo medio de energía de una vivienda Europea [29].

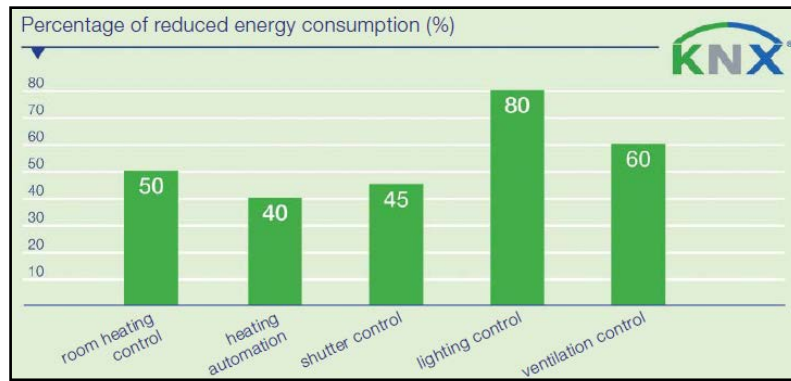


Figura 19: Capacidad de reducción del consumo de energía mediante los edificios inteligentes. Fuente [28].

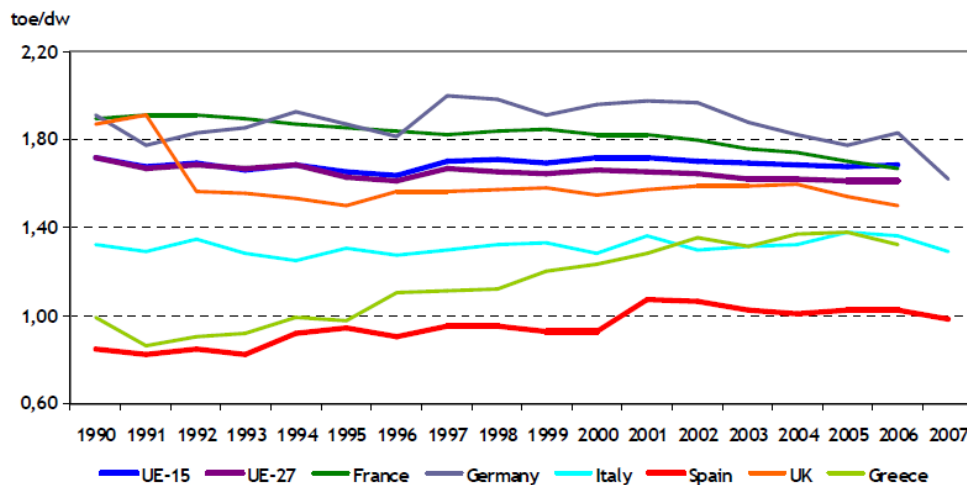


Figura 20: Consumo de las viviendas con correcciones climáticas en España y la UE. Fuente [29].

b) Estado del indicador

Existen varios organismos que expiden certificaciones o calificaciones para edificios verdes para una zona geográfica determinada, ajustándose así a las peculiaridades sociales y climatológicas de cada area. Su objetivo es promocionar la sostenibilidad en la industria de la construcción e incrementar la conciencia medioambiental entre los diseñadores y constructores, y reducir el impacto medioambiental negativo y el consumo energético.

- LEED** (Leadership in Energy and Environmental Design) es un programa de certificación voluntaria desarrollado por el Green Building Council de Estados Unidos (USGBC) que se puede aplicar tanto a edificios comerciales como residenciales. Representa un benchmark entre el diseño, la construcción y la operación eficiente de la energía. Es el más extendido [33]. A nivel internacional existen proyectos en países como: Australia, Canadá, China, France, Hong Kong, India, Japón, España, México, Italia, Guatemala, Cote d'Ivoire y Chile.

LEED® for Commercial Interiors	
Total Possible Points**	110*
Sustainable Sites	21
Water Efficiency	11
Energy & Atmosphere	37
Materials & Resources	14
Indoor Environmental Quality	17
* Out of a possible 100 points + 10 bonus points	
** Certified 40+ points, Silver 50+ points, Gold 60+ points, Platinum 80+ points	
Innovation in Design	6
Regional Priority	4

- **EPA** (Agencia de Protección Ambiental de EE.UU.) publica una lista de las ciudades de los Estados Unidos con mayor número de edificios energéticamente eficientes entregando anualmente la “EPA’s Energy Star certification” [34].
- **GBI** (Green Building Index) Malaysia [35].
- **BCA Green Mark** Singapur [36].
- **BREEAM** Reino Unido [37]
- **DGNB** (The German Sustainable Building Council) Alemania [39].
- **CASBEE** (Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency, Japón [40].

La falta de un mecanismo de calificación de ámbito más global propicia que no se encuentren datos relevantes a nivel mundial o incluso a nivel europeo, que permitan comparar el estado de desarrollo de estas tecnologías en los diferentes países tal y como se ha hecho en el resto de los indicadores. Como ejemplo se muestra a continuación el ranking elaborado por la EPA con las diez ciudades estadounidenses con más edificios verdes en 2010.

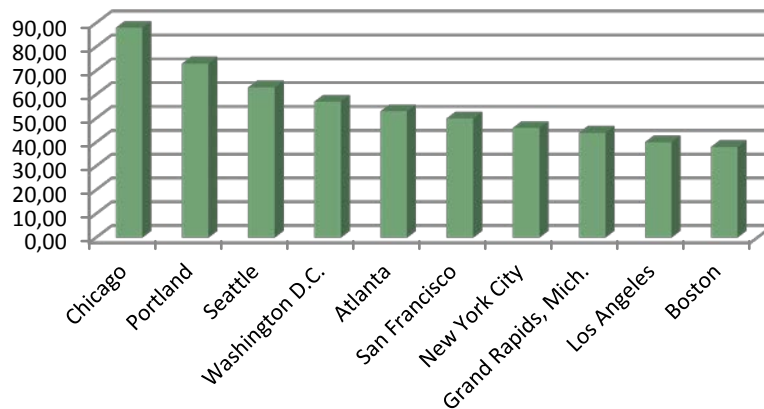
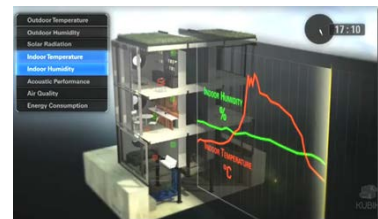


Figura 21: 10 ciudades con el mayor número de edificios certificados con LEED en 2010. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de [33].

c) Best practices

- El **Alvento Business Park** situado en Madrid fue el primer edificio en Europa que obtuvo la certificación LEED plata en 2005. Se trata de dos edificios de 32980.5 m² distribuidos en siete plantas de oficinas comerciales
- El objetivo principal del proyecto **SIMCENER** es el diseño y desarrollo de un prototipo de sistema integrado para la mejora continua de la eficiencia energética de las instalaciones industriales, la reducción de los costes de energía y las emisiones de CO₂. La investigación se centra en la metodología para la caracterización energética de las instalaciones, para



Llevar a cabo un conjunto de procedimientos para el análisis cualitativo y cuantitativo para la determinación de indicadores de eficiencia energética (EEI) y la identificación de las principales variables que influyen (VICS).

- **Edificio Experimental Kubik** (Parque Tecnológico de Bizkaia, Tecnalia) es un edificio inteligente que sirve como escenario real para las pruebas de las empresas dedicadas a la I+D+i de construcción sostenible y eco-eficiente. Presenta una estructura modular, desmontable y flexible que permite la instalación y monitoreo de diversos sistemas de construcción sostenibles y de eficiencia energética. Kubik posee 800 sensores distribuidos en el edificio para monitorear aspectos como el flujo de calor en el edificio, la humedad, la iluminación, la influencia de la radiación solar, la acústica, etc. Se abastece de electricidad combinando energías convencionales y renovables (geotérmica, solar y eólica).

4.6 Logística inteligente

a) Definición

La logística en el transporte (incluyendo envasado, transporte, almacenamiento, compra del consumidor y residuos) es inherentemente ineficiente. La eficiencia energética del transporte de pasajeros y de mercancías está determinada por la composición de la flota (número y tipo de vehículos), la utilización de vehículos (las tasas de ocupación y los factores de carga) y características de conducción (velocidad, distancia). En el caso del transporte de mercancías, el consumo de energía también depende de las características de las mercancías transportadas (por ejemplo, el peso y el volumen de las mercancías).. La logística inteligente comprende una gama de herramientas de software y hardware que controlan, optimizan y dirigen las operaciones, que ayudan a reducir la necesidad de almacenamiento para inventario, consumo de combustible (eco-conducción), optimización de rutas y frecuencia de viajes con los vehículos vacíos o parcialmente cargados, e-comercio, etc.

El transporte representa casi un tercio del consumo final de energía y alrededor de un cuarto de las emisiones totales de CO₂. Mejoras de eficiencia energética en el transporte pueden resultar en una reducción considerable en el consumo de energía y emisiones de CO₂. La optimización de la logística utilizando las TIC produciría una reducción del 16% en las emisiones de transporte y una reducción del 27% en las emisiones de almacenamiento [2]. Las aplicaciones gestionadas por TIC para la logística conseguirían una reducción de las emisiones globales de 1,52 GtCO₂e, como muestra la Figura 22.

Emisiones totales BAU
en 2020 = 51,9 GtCO₂e

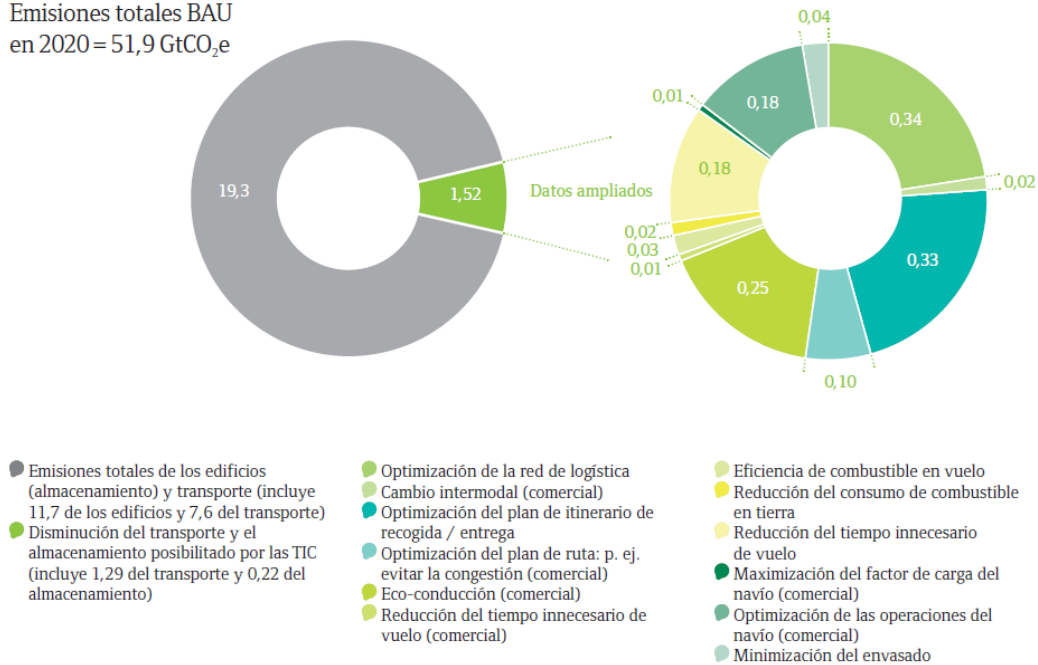


Figura 22: Capacidad de ahorro energético de la logística inteligente. Fuente: [2]

b) Estado del indicador

Entre 1990 y 2008 el consumo de energía por el transporte se ha incrementado un 32%. Irlanda y Luxemburgo, son los países donde más ha crecido, aumentando en más de 150% durante este período, ver Figura 23. España y Portugal han aumentado el consumo en casi un 90%, seguidos de Bélgica y Austria. Si bien ha habido mejoras en la eficiencia energética, por ejemplo, la eficiencia energética media de los turismos ha mejorado un 1,7% entre 2006 y 2007, no se han logrado avances como para compensar el crecimiento de la demanda. El crecimiento continuo del transporte por carretera y aire, que son relativamente intensivos en energía, también han contribuido al aumento global. Sin embargo, en 2008 el consumo total de energía del transporte disminuyó por primera vez. Esto se debe principalmente a una reducción de la demanda de transporte, probablemente causado por la recesión económica mundial. Esta disminución en el consumo de energía es poco probable que se mantenga: las últimas proyecciones para la UE-27 predicen que la recuperación económica dará lugar a un retorno al crecimiento en el consumo de energía en el transporte antes de 2015, con un crecimiento continuo por lo menos hasta 2020. La demanda de transporte se espera que crezca más rápido que el consumo de energía.

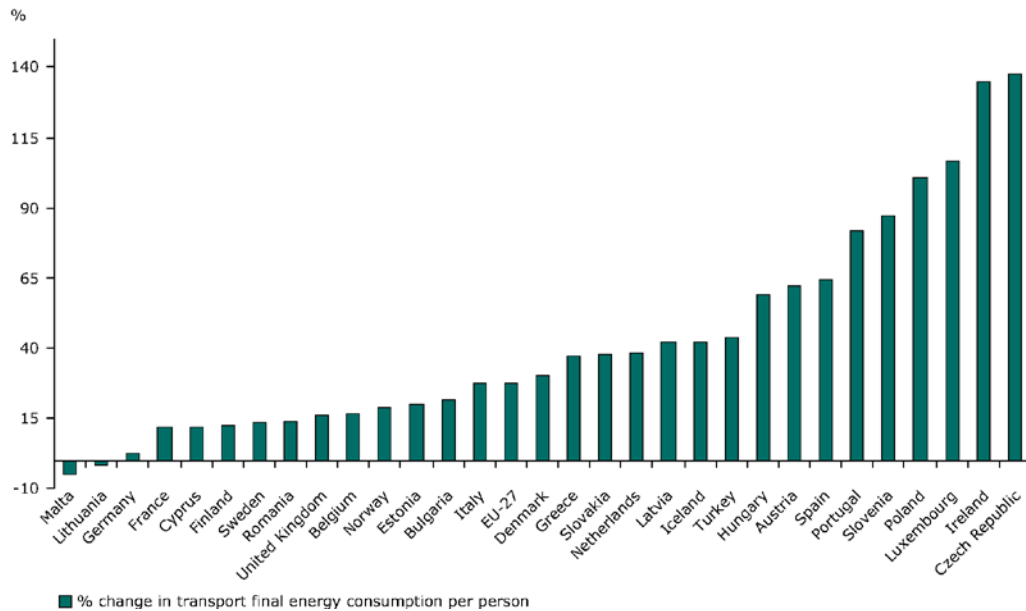
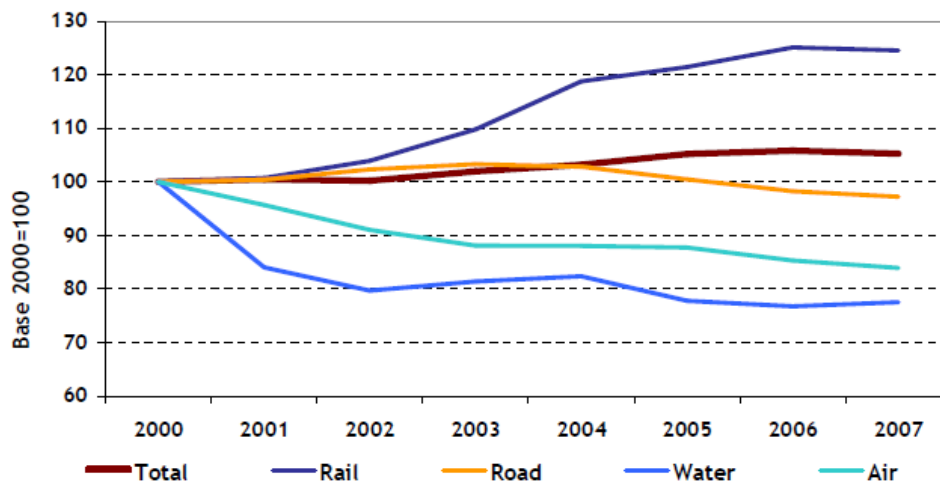


Figura 23: Consumo de energía en transporte per cápita desde 1990 hasta 2008. Se ha incrementado en casi todos los países de la EU-27 una media del 26%, con un crecimiento anual medio del 1.3%. La progresión ha sido particularmente rápida en los nuevos países miembros (Eslovenia, Polonia, República Checa) y en Irlanda, España, Portugal y Austria. Fuente: [13].

En términos de eficiencia energética en el sector del transporte y en el ámbito español, la situación se caracteriza por una cierta estabilidad como muestra la Figura 24. El período 2000-2007 se observa una mejoría asociada con el transporte por carretera, mar y aéreo, mientras que se observa un cierto empeoramiento en los ferrocarriles. El efecto combinado de estas tendencias da una ganancia neta prácticamente nula en la eficiencia del transporte global [29]. Estos datos de alto consumo de energía y estabilidad en la evolución de la eficiencia energética, muestran que todavía hay mucho trabajo que hacer en materia de eficiencia energética en el sector transporte.



Source: EnR/IDAE

Figura 24: Progreso en la eficiencia energética en España en el sector transporte. Fuente: [29].

Si nos fijamos en el consumo de energía por tipología de transporte, la Figura 25 muestra que el transporte por carretera representa en promedio el 81% del consumo total de energía en el transporte en la UE-27 en 2008. En la mitad de los países sin embargo, su participación está disminuyendo debido a la creciente importancia del transporte aéreo. Los coches representan casi el 50% del consumo total de energía del sector transporte, pero esta proporción está disminuyendo lentamente (47% en 2008 comparado con el 52% en 1990), mientras que la cuota del transporte de mercancías por carretera (camiones y vehículos ligeros) es cada vez mayor (31% del consumo energético total del transporte en el 2008 comparado con el 28% en 1990). Los vehículos de transporte de mercancías por carretera tienen un crecimiento más rápido en el consumo de energía que el resto de vehículos de carretera (2,2% / año frente a 1,1% / año para los vehículos de pasajeros) debido a que no se redujo la velocidad a partir de 2000, como lo hizo en demás vehículos. El consumo de energía del transporte aéreo nacional e internacional aumentó a un ritmo rápido de aproximadamente 4.6% anual entre 1990 y 2000, decreciendo a partir del 2000 debido a la crisis un 2,2% / año. El consumo de energía del transporte ferroviario representó el 2,6% del total de la demanda energética en transporte. El consumo de energía de las vías navegables interiores disminuyó durante el período 1990-2008 y fue de 10 % por debajo de su nivel de 1990 en 2008 (-0,6% / año).

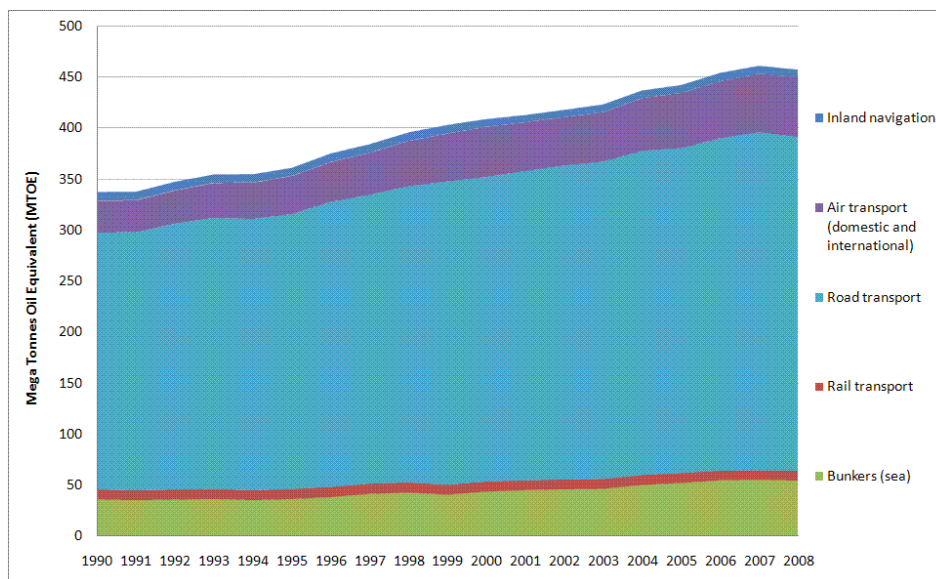


Figura 25: Consumo energético total en transporte en Mtoe. Fuente: [13]

5 Otros indicadores sin marcador numérico

5.1 Medición inteligente “Smart Metering” y redes de distribución de energía inteligentes “Smart Grids”

a) Definición

Una “red de suministro eléctrico energético inteligente” es un conjunto de herramientas de hardware y software que permite que los generadores envíen electricidad de forma más eficiente, reduciendo el actual exceso de capacidad de la red (para poder lidiar con cualquier incidencia inesperada en el consumo energético) y permitiendo un intercambio de información bidireccional en tiempo real con sus clientes para una gestión de la demanda (DSM) cambiante. Mejora la eficiencia, la gestión de la energía y la captura de datos en toda la generación de energía y las redes de transmisión y distribución con el fin de equilibrar mejor la oferta y la demanda entre productores y consumidores. El término red inteligente se asocia a menudo con el concepto de medidores inteligentes capaces de ofrecer una facturación detallada por franjas horarias lo que permitiría a los consumidores, no solo elegir las mejores tarifas entre las diferentes empresas eléctricas, sino también discernir entre las horas de consumo, lo que permitiría un mejor uso de la red. Este sistema también permitiría mapear con más precisión el consumo y anticipar mejor las necesidades futuras a nivel más local.

El sector energético supuso un 24% de las emisiones globales en 2002 y pudo ser el responsable de 14,26 GtCO₂e en 2020. El potencial de las TIC para reducir las emisiones de carbono mediante la tecnología de redes de suministro eléctrico inteligentes podría ser sustancial: aproximadamente 2.03 GtCO₂e para el año 2020 (Figura 27). En algunos lugares, como en India, donde la ineficiencia de las redes está impidiendo drásticamente el crecimiento económico, resulta básico y urgente transformar el sistema actual y remediar estas deficiencias [2].

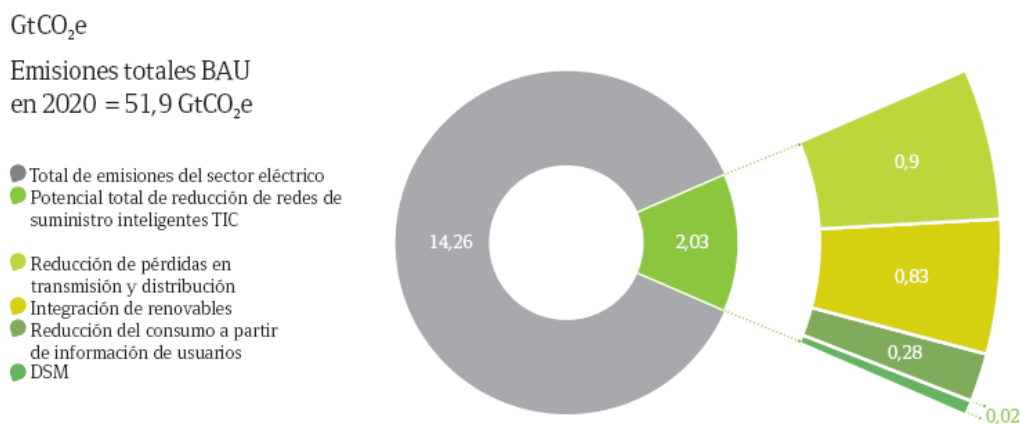


Figura 26: Redes de suministro eléctrico inteligentes. El impacto global en el 2020. Fuente: [2].

Las redes y medidores inteligentes son únicamente una infraestructura que debe ser complementada con servicios innovadores para una mejor gestión de la demanda, a través de:

- El procesamiento, transferencia, manejo y utilización de datos de medición de forma automática. Esto que permite comprender mejor dónde se utiliza la energía y a lograr sistemas de gestión de redes de suministro eléctrico más avanzados.
- Gestión automática de contadores.
- Dos vías de comunicación de datos con los contadores (bidireccionales).
- Proporcionar información sobre el consumo de forma significativa y oportuna a las partes pertinentes y sus sistemas, incluyendo el consumo de energía.
- Ser compatible con servicios que mejoren la eficiencia energética del consumo de energía y el sistema de energía (generación, transmisión, distribución y uso final). El objetivo es lograr ahorros energéticos y modificación de los picos de consumo. Los sistemas de gestión de la demanda (también conocidos como “sistemas de demanda dinámica”) automatizan el proceso de retroalimentación al permitir que aparatos como los refrigeradores puedan reducir su carga de forma dinámica en los momentos de pico.

Esto supondrá una serie de ventajas desde diferentes puntos de vista:

- Desde el punto de vista del **cliente**, los contadores inteligentes permitirán a los clientes monitorizar su consumo, permitiendo su reducción. Los servicios sobre los contadores inteligentes pueden ofrecer un gran valor añadido a los consumidores, siendo este factor muy relevante ya que las ventajas reales de los nuevos medidores tendrán que ser superiores a los costes relacionados con los mismos, parte de los cuales deberán ser asumidos por los consumidores.
- Desde el punto de vista de **costes**, reducirán el personal necesario para leer los datos del contador a través de la base de clientes.
- Desde un punto de vista **empresarial**, permitirán gestionar de forma más eficiente la facturación, presentación de informes, etc.
- Desde el punto de vista de **eficiencia energética** puede contribuir a una mejor planificación de la capacidad en función de la demanda y control directo de las cargas para limitar los picos de potencia.

b) Estado del indicador

La adopción de los sistemas de medición inteligente en Europa presenta una gran dinámica y se están impulsando iniciativas de forma generalizada. Debido a las leyes europeas, como la Directiva de Servicios Energéticos y el Tercer Paquete de Medidas Energéticas, la mayoría de los países europeos ya tienen, o están a punto de tener, algún marco legal para la instalación de contadores inteligentes.

Un estudio de SmartRegions [41] posiciona los países europeos en cuatro regiones en función del grado de desarrollo técnico de los “smart grids” y de la legislación de cada país, Figura 28.

- **Motores dinamizadores:** Dinamarca, Finlandia, Francia, Irlanda, Italia, Malta, Holanda, Noruega, España, Suecia y Reino Unido. Estos países ya han decidido un plan de desarrollo o disponen de proyectos piloto significativos que allanan el camino para una decisión en breve.
- **Conductores del mercado:** Alemania, República Checa y Rumania, no disponen de marco legislativo para su desarrollo. Sin embargo las empresas energéticas siguen adelante con la instalación de contadores inteligentes debido a sinergias internas o a la demanda de los clientes.
- En otros países la situación es más **ambigua** con intensos debates, pero sin una decisión clara al respecto.
- Finalmente, hay **indecisos y rezagados** donde las iniciativas acaban de comenzar o donde los contadores inteligentes no son todavía de cierto interés. Sin embargo, incluso en este último grupo, es razonable pensar que la legislación de la Unión Europea obtendrá resultados en breve.

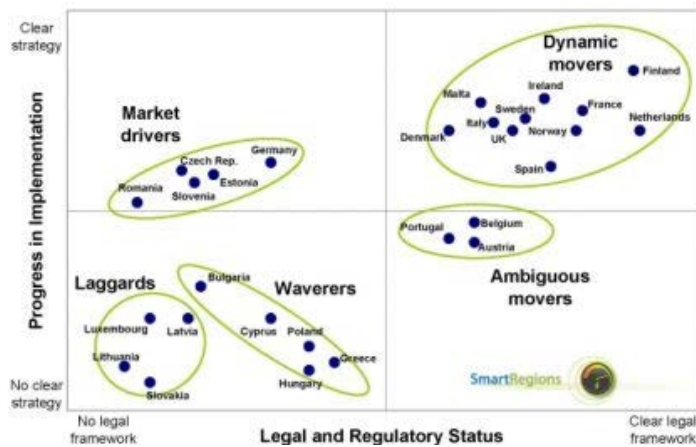


Figura 27: Estado de desarrollo de los smart grids en Europa. Fuente: [41].

A nivel internacional alrededor de 32 países en total han anunciado proyectos de medición inteligentes en 2009 tal y como refleja el mapa siguiente [42], [43], [44].



Figura 28: Smart grids a nivel mundial. Fuente: [43].

c) Best practices

En todo el mundo se están desarrollando iniciativas relacionadas con medidores inteligentes y Smart grids. En 2005 se creó la European Technology Platform (ETP) para formar una visión conjunta de cara a las redes europeas en el año 2020 y en adelante. La plataforma incluye representantes de la industria, operadores de sistema de transmisión y distribución, cuerpos investigadores y reguladores. El objetivo general del proyecto consiste en desarrollar una estrategia de investigación, desarrollo y demostración de las redes de suministro eléctrico inteligentes. El objetivo final del proyecto es trabajar en la generación distribuida, las fuentes de energía renovables, la respuesta a la demanda, la DSM y el almacenamiento de energía.

En los Estados Unidos también se buscan de forma activa soluciones inteligentes para redes de suministro eléctrico. En 2007, el gobierno aprobó la Energy Independence and Security Act, Title XIII, que establece una política nacional para la modernización de las redes de suministro eléctrico y pretende proporcionar medidas que incluyen un programa de investigación y desarrollo (I+D) para las tecnologías de redes de suministro eléctrico inteligentes,

A nivel español desde 2010 se están implantando los medidores inteligentes en ciudades como Málaga, Sevilla y Barcelona.

5.2 Desmaterialización

a) Definición

La desmaterialización se refiere a la sustitución de los productos y las actividades que contienen o requieren grandes cantidades de carbono por equivalentes virtuales.

Utilizar tecnología para desmaterializar el modo en que trabajamos, tanto en el sector público como en el privado, podría significar una reducción de 500 MtCO₂e en 2020, el equivalente a la huella total de las TIC en 2002. Su eficacia depende de cambios en el comportamiento, lo que hace difícil evaluar la velocidad con la que se alcanzará su potencial real [2].

La desmaterialización comprende actividades como:

- El **comercio electrónico**, la **Administración electrónica**, muchos servicios en papel pueden trasladarse al formato digital y las gestiones que antes había que hacer personalmente (por ejemplo, demostrar la identidad) se podrán realizar de modo virtual.
- En la vida cotidiana se pueden aplicar medidas con el fin de reducir materiales: **facturas en línea, los periódicos online y la música en formato digital, etc.**
- **Teletrabajo**, que consiste en que los empleados trabajan desde casa en lugar de ir a la oficina, permitiría un ahorro de hasta 260 MtCO₂e cada año.

- **La teleconferencia y la videoconferencia** (reuniones en línea o por teléfono en lugar de en persona). Un cálculo muy conservador apunta a que la teleconferencia y la videoconferencia podrían sustituir entre el 5% y el 20% de los viajes por negocios.
- Usos compartidos de productos, como el **carsharing** (uso compartido de coches), la **bicicleta pública**, el alquiler o **renting** de lavadoras, cámaras de fotos y fotocopiadoras y otros sistemas de servicio de producto (product service systems).

Todavía hay factores que impiden que la gente se involucre en el uso de las TIC para lograr un consumo eficiente de la energía. En el caso del teletrabajo, en España representa el 8% de los empleados, frente al 15% de EE UU o el 17% de países nórdicos como Finlandia. Según una inspección de la coalición de teletrabajo de EE.UU., TelCoa, el 54% de las empresas creen que el teletrabajo hace difícil la colaboración entre empleados y el 46% cree que hace más difícil el control del rendimiento de los empleados. Por este motivo la desmaterialización ha tenido un efecto limitado hasta el momento debido principalmente a la baja incidencia de adopción de estas medidas.

6 Conclusiones

España, con un fuerte sector TIC y buenos parámetros iniciales de consumo energético y de energías renovables, constituye un buen escenario para el estudio y promoción de las iniciativas verdes TIC de acuerdo con las necesidades ambientales y económicas. La tendencias de los 10 últimos años muestran que las medidas de seguimiento y promoción social y económico deben ser mantenidas y aumentadas con el fin de mejorar esta tendencia y cumplir con el objetivo europeo "20-20-20".

7 Referencias

- [1] "European Parliament resolution on climate change adopted on 14 February 2007 (P6_TA(2007)0038)
- [2] GeSI "Smart 2020 Report",
<http://www.gesi.org/ReportsPublications/Smart2020/tabid/192/Default.aspx>
- [3] The contribution of ICT to Climate Change Mitigation: World Economic Forum, 2007
- [4] The World Bank, September 2009, The World Development Report 2010: Development and Climate Change
- [5] "World Energy Outlook 2010", <http://www.iea.org/weo/docs/weo2010/factsheets.pdf>
- [6] "Virtual Office" of Asturias.
<http://www.asturias.es/portal/site/Asturias/menuitem.dd936699a8bc2e7af18e90dbbb30a0a0/?vgnnextoid=f8a6242274c5e010VgnVCM1000000100007fRCRD&i18n.http.lang=en>
- [7] INDRA annual report on traffic management, <http://www.informeannual2009.indra.es/en/annual-report/ourbusiness/vertical-markets/transport-and-traffic>
- [8] Spanish BOE (Official Bulletin of the State) documentation to promote the acquisition of electric vehicles, http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2011-109

- [9] Málaga SmartCity proyect by Endesa and government of Andalucia.
http://www.endesa.es/Portal/es/prensa/noticias/noticias_nuestras_empresas/endesa/2009/090708+S MARTCITY.htm
- [10] “Virtual Office” of the Gijón City Council, <http://sede.gijon.es/page/8091-presentacion>
- [11] World Resources Institute, http://earthtrends.wri.org/searchable_db/index.php?theme=6&variable_ID=351&action=select_countries
- [12] Enerdata, <http://www.enerdata.net/enerdatauk/publications/>
- [13] European Environment Agency: http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data#c5=all&c11=&c17=&c0=5&b_start=0
- [14] “Guía Práctica de la Energía. Consumo Eficiente y Responsable”, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), 2010, www.idae.es
- [15] Europe’s Energy Portal <http://www.energy.eu/>
- [16] International Energy Agency (iea). <http://www.iea.org/stats/prodresult.asp?PRODUCT=Renewables>
- [17] World Wind Energy Association: <http://www.wwindea.org/home/index.php>
- [18] “Solar Thermal Markets in Europe. Trends and Market Statistics 2010”, European solar thermal industry (ESTIF), June 2011
- [19] Asociación Española de la Industria Solar Termoeléctrica (Protermosolar) <http://www.protermosolar.com/>
- [20] “Solar Power of Europe’s Sun Belt”, European Solar Thermal Electricity Association (ESTELA), June 2009
- [21] European Photovoltaic Industry Association:
http://www.epia.org/fileadmin/EPIA_docs/public/Global_Market_Outlook_for_Photovoltaics_until_2014.pdf
- [22] “Hacia el crecimiento sostenido de la fotovoltaica en España”, Informe anual de la Asociación de la Industria Fotovoltaica (ASIF), 2011
- [23] Energici <http://www.energici.com/renewable-energy-blogs/>
- [24] “Plan de acción nacional de energías renovables de España (PANER) 2011 – 2020”, IDAE, Junio 2010
- [25] “2010 El sistema eléctrico español”, Red eléctrica de España, 2010.
- [26] Proyecto Prisma Proconsi <http://proconsi.com/proyecto.php?id=12>
- [27] Electric Car Markets in Europe: Analysis and Strategic Review of 10 Countries
 International Consultancy Group Ltd, July 2010, Pages: 185
<http://www.researchandmarkets.com/reportinfo.asp?r=1279154>
- [28] “Smart Home and Intelligent Building Control Energy Efficiency in Buildings with ABB i-bus® KNX”, ABB, 2009,
[http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/989b52a9ddeae67c125765e002d9e8e/\\$file/2cdc500060m0201_hb_energyefficiency_en.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/989b52a9ddeae67c125765e002d9e8e/$file/2cdc500060m0201_hb_energyefficiency_en.pdf)
- [29] “Energy Efficiency Policies and Measures in Spain Monitoring of Energy Efficiency in EU 27”, Norway and Croatia (ODYSSEE-MURE), IDAE, Septiembre 2009. <http://www.odyssee-indicators.org/publications/publications.php>
- [30] “European Green City Index. Assessing the environmental impact of Europe’s major cities”, Economist Intelligence Unit, Siemens, 2009 <http://www.siemens.com/greencityindex>
- [31] Eco-City Index, Mercer, <http://www.mercer.com>
- [32] <http://www.smartcitymalaga.es/>
- [33] LEED <http://www.usgbc.org/DisplayPage.aspx?CMSPageID=222>
- [34] “Top Cities With the Most ENERGY STAR Certified Buildings in 2010” EPA, Energy Star, 2010.
- [35] Green Building Index (GBI) <http://greenbuildingindex.org>
- [36] BCA Green Mark <http://www.bca.gov.sg>.
- [37] BREEAM <http://www.breem.org>.

- [38] Green building certification in USA: <http://www.pathnet.org/sp.asp?id=20978>
- [39] DGNB http://www.dgnb.de/_en/about/Portrait/index_portrait.php
- [40] CASBEE <http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/>
- [41] Proyecto Smart Regions “Promoción de buenas prácticas y servicios innovadores para contadores inteligentes”, EIE <http://www.smartregions.net/>
- [42] European Smart Metering Alliance: http://www.esma-home.eu/UserFiles/file/ESMA_WP5D18_Annual_Progress_Report_2009%281%29.pdf
- [43] Smart Meters Projects Map, Energy Retail Association, UK
<http://maps.google.com/maps/ms?ie=UTF8&hl=en&msa=0&msid=115519311058367534348.0000011362ac6d7d21187&ll=53.956086,14.677734&spn=23.864566,77.519531&z=4&om=1>
- [44] Comisión europea, webcast Portal,
<http://webcast.ec.europa.eu/eutv/portal/archive.html?viewConference=8511&catId=8455>