



Edición patrocinada por:

Edición y distribución:



CLUB ESPAÑOL DE LA ENERGÍA  
INSTITUTO ESPAÑOL DE LA ENERGÍA

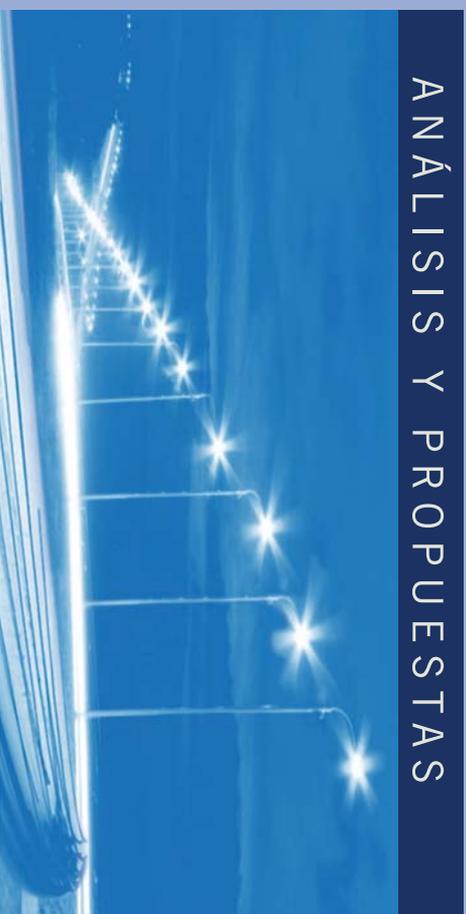
Paseo de la Castellana, 257.-8ª planta - 28046 Madrid  
Tel.: 91 323 72 21 / [www.enrclub.es](http://www.enrclub.es)



CONCEPTOS DE AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA II: APLICACIONES



ANÁLISIS Y PROPUESTAS



# CONCEPTOS DE AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA II: APLICACIONES

**BE**  
BIBLIOTECA  
DE LA ENERGÍA

  
CLUB ESPAÑOL DE LA ENERGÍA  
INSTITUTO ESPAÑOL DE LA ENERGÍA



Edición patrocinada por:





**CLUB ESPAÑOL DE LA ENERGÍA**  
**INSTITUTO ESPAÑOL DE LA ENERGÍA**



© Por la edición noviembre 2011 y sucesivas. CLUB ESPAÑOL DE LA ENERGÍA

Diseño y diagramación: Green Printing

Impresión: Green Printing

Depósito Legal: M-45465-2011

ISBN: 978-84-615-4297-0

*El Club Español de la Energía no asume responsabilidad alguna sobre las posibles consecuencias que se deriven para las personas naturales o jurídicas que actúen o dejen de actuar de determinada forma como resultado de la información contenida en esta publicación, siendo recomendable la obtención de ayuda profesional específica sobre sus contenidos antes de realizar u omitir cualquier actuación.*

*El Club Español de la Energía, respetuoso con la libertad intelectual de sus colaboradores, reproduce los originales que se le entregan, pero no se identifica necesariamente con las ideas y opiniones que en ellos se exponen y, consecuentemente, no asume responsabilidad alguna en este sentido.*

*Quedan reservados todos los derechos. No está permitida la explotación de ninguna de las obras que integran la "Biblioteca de la Energía" sin la preceptiva autorización de sus titulares; en particular no está permitida la reproducción, distribución, comunicación pública o transformación, en todo o en parte, en cualquier tipo de soporte o empleando cualquier medio o modalidad de comunicación o explotación, sin el permiso previo y por escrito de sus titulares.*

*El Club Español de la Energía, en su afán por ofrecer la mayor calidad y excelencia en sus publicaciones, muestra una total disposición a recibir las sugerencias que los lectores puedan hacer llegar por correo electrónico: [publicaciones@enerclub.es](mailto:publicaciones@enerclub.es)*

Edita y distribuye:

Club Español de la Energía  
Instituto Español de la Energía  
Pº de la Castellana, 257-1ª planta  
28046 Madrid  
Tel.: 91 323 72 21  
Fax: 91 323 03 89

[www.enerclub.es](http://www.enerclub.es)  
[publicaciones@enerclub.es](mailto:publicaciones@enerclub.es)

# ANÁLISIS Y PROPUESTAS



## CONCEPTOS DE AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA II: APLICACIONES

---

GRUPO DE TRABAJO DE AHORRO  
Y EFICIENCIA ENERGÉTICA



CLUB ESPAÑOL DE LA ENERGÍA  
INSTITUTO ESPAÑOL DE LA ENERGÍA



# I ÍNDICE

<b>PRÓLOGO</b>	9
<b>COMPONENTES DEL GRUPO DE AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA</b>	11
<b>CAPÍTULO 1 - ANÁLISIS CONCEPTUAL Y CONTEXTO DEL AHORRO Y LA EFICIENCIA ENERGÉTICA</b>	15
1. Introducción	15
2. Contribución y beneficios de la eficiencia energética	17
2.1. Los conceptos de ahorro y eficiencia	17
2.2. El Blue Map Scenario	17
2.3. Beneficios	19
3. Políticas de eficiencia energética en Europa y España	19
3.1. Europa	19
3.2. España	24
4. Fallos de mercado y barreras que dificultan las mejoras en la eficiencia energética	29
5. Elementos imprescindibles para el desarrollo de la eficiencia y el ahorro energético	31
5.1. Una regulación adecuada	31
5.2. Tecnología	32
5.3. El papel de las empresas proveedoras de energía o <i>utilities</i>	33
6. Algunos aspectos macroeconómicos del ahorro y la eficiencia	33
7. La visión del cliente final	34
<b>CAPÍTULO 2 - LAS EMPRESAS DE SERVICIOS ENERGÉTICOS</b>	37
1. Introducción	37
2. La regulación europea y española en materia de servicios energéticos	38
3. Mercados norteamericano y europeo de empresas de servicios energéticos	42
4. Modalidades de contratación	43
4.1. Parámetros para definir la modalidad de contrato	43
4.2. Modelos de contrato	44
5. Metodología y fases del proyecto	49
6. La importancia de los protocolos de medida y verificación de ahorros	50
7. Casos prácticos de servicios energéticos	53



<b>CAPÍTULO 3 - NUEVAS TECNOLOGÍA EFICIENTES</b>	
1. Introducción	57
2. La importancia de la tecnología en la eficiencia energética	58
3. Nuevas tecnologías eficientes	62
4. Aplicación práctica y experiencia de tecnologías aplicadas a la edificación	72
5. Las <i>Smart cities</i>	75
5.1. <i>Smart city</i> de Málaga	77
5.2. <i>Smart city</i> de Évora	79
<b>CAPÍTULO 4 - EL TRANSPORTE SOSTENIBLE</b>	
1. Introducción	81
2. Impulso de la eficiencia energética en el sector transporte en la política energética	84
2.1. Actuaciones a nivel regulatorio	84
2.2. El transporte en el Plan de Ahorro y Eficiencia Energética 2008-2012	86
2.3. Plan de Ahorro y Eficiencia de marzo y de abril de 2011	88
3. La Movilidad Sostenible	89
4. Transporte por carretera	91
4.1. Opciones tecnológicas en motores El motor convencional	91
Vehículos Híbridos y Vehículos Eléctricos Puros	98
4.2. Infraestructuras de Recarga	101
5. El rol del ferrocarril y del metro dentro del sector transporte	105
5.1. Transporte de mercancías por ferrocarril	105
5.2. Mejora de la eficiencia energética en compañías de transporte de pasajeros	106
<b>CAPÍTULO 5 – ASPECTOS SOCIOLÓGICOS DEL AHORRO Y LA EFICIENCIA ENERGÉTICA</b>	
1. Introducción	111
2. Energía y Sociedad: La percepción de los problemas energéticos	112
3. Percepción de la eficiencia energética y de la reducción del consumo de energía	117
4. El comportamiento en las organizaciones: claves para la gestión del cambio en los programas de eficiencia energética	120
5. Estudio y análisis de los factores humanos y sociales en la edificación sostenible	122
6. Recomendaciones y medidas para reducir el consumo	127
<b>ANEXO – PONENTES DEL PROGRAMA DE TALLERES DE AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA</b>	
	131

## I- PRÓLOGO

**E**l sector energético mundial se enfrenta en la actualidad a una profunda transformación con el objetivo de contar con un modelo que sea sostenible a largo plazo, tanto en el plano económico y social como medioambiental, lo cual no es tarea fácil. Las previsiones apuntan a que en los próximos años la demanda energética mundial va a continuar creciendo, mientras la obtención de nuevos recursos convencionales y el desarrollo de las energías renovables van a requerir grandes esfuerzos de inversión.

*En este contexto, la sociedad seguirá demandando una mayor calidad de servicio y seguridad de suministro a un precio razonable, lo cual requiere un incremento de las interconexiones, especialmente las eléctricas. A estas circunstancias, se añade el importante desafío de cumplir con los objetivos medioambientales acordados internacionalmente, manteniendo, al mismo tiempo, la competitividad de nuestras empresas.*

*En esta búsqueda de un modelo energético óptimo, hay que tener muy en cuenta la eficiencia. Sin duda alguna, el ahorro energético, fundamentado en el uso eficiente y racional de la energía, debe ser de máxima prioridad para todos nosotros, ya que contribuye a la consecución de los tres objetivos de seguridad de suministro, lucha contra el cambio climático y competitividad.*

*Partiendo de todo esto, el Club Español de la Energía, a través del Grupo de Trabajo de Ahorro y Eficiencia Energética, decidió realizar a principios del pasado año un análisis profundo sobre estos aspectos y elaboró un primer documento titulado “Conceptos de Ahorro y Eficiencia Energética: Evolución y Oportunidades”. Posteriormente, organizó una serie de talleres para informar y concienciar a la sociedad sobre la relevancia que juegan el ahorro y la eficiencia en la lucha contra el cambio climático, en la reducción de la dependencia energética, en la preservación de recursos finitos, así como en el beneficio económico y ahorro de costes para las empresas.*

*Entre finales de 2010 y principios de 2011 se llevaron a cabo cinco jornadas sobre, entre otros temas, el transporte sostenible, las empresas de servicios energéticos, la tecnología eficiente o la visión de la sociedad sobre el ahorro y la eficiencia en materia energética, con la participación de numerosos ponentes de reconocido prestigio en sus sectores.*



10 | Talleres de Ahorro y Eficiencia Energética

*Conscientes de la importancia de divulgar el conocimiento impartido durante la celebración de dichos Talleres, el Grupo de Trabajo ha considerado especialmente relevante resumir las principales conclusiones de las presentaciones y los debates y plasmarlas en un documento que facilite su consulta.*

*El resultado es la obra que el lector tiene entre sus manos, la cual esperamos que contribuya para dar a conocer más detalladamente la situación actual y la evolución del ahorro y la eficiencia energética en nuestro país y en Europa.*

*Conduyo agradeciendo a los miembros del Grupo de Trabajo de Ahorro y Eficiencia Energética su esfuerzo y trabajo realizados tanto en la organización de los interesantes Talleres mencionados, como por el documento resumen de los mismos.*

**Ignacio S. Galán**

*Presidente Club Español de la Energía  
Presidente de Iberdrola*



## COMPONENTES DEL GRUPO DE AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

### **PRESIDENTE**

**Rafael Sánchez Durán**

Subdirector de Desarrollo de la Estrategia de España y Portugal  
*ENDESA*

**Antonio Aldeanueva Abaunza**

Vocal Ingeniero Consultor,  
*COGEN España*

**Alberto Amores González**

Socio  
*DELOITTE SL.*

**Ignacio Bachiller Méndez**

Jefe de la Coordinación de Eficiencia Energética  
*REPSOL*

**Susana Bañares Hernández**

Jefe del Departamento de Gestión de la Demanda  
*RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA*

**José F. Barceló**

Antiguo Director de Relaciones Institucionales  
*OMEL*

**Ramón Andrés Bobes Miranda**

Servicio de Estudios y Planificación  
*HC ENERGÍA*

**Manuel Bravo López**

Director Área Energía y Medio Ambiente  
*FUNDACIÓN REPSOL*

**Mariano Cabellos Velasco**

Presidente  
*ENERGÍA SIN FRONTERAS*



12 | Talleres de Ahorro y Eficiencia Energética

**Juan Antonio Cabrera Jiménez**

División de Prospectiva, Vigilancia y Calidad  
*CIEMAT*

**Ignacio Casajús López**

Antiguo Jefe de Control de Operaciones  
*CLH*

**Gonzalo del Castillo**

Antiguo Consejero Técnico Senior  
*AOP (Asociación Española de Operadores de Productos Petrolíferos)*

**Joaquín Chico Céspedes**

Consultor Senior Estrategia, Regulación y Gestión de Riesgos, Energía y Utilities  
*DELOITTE*

**Álvaro de Egaña Barrenechea**

Subdirector de Procesos  
*REPSOL*

**Rocío Fernández Artime**

Directora de la División de Eficiencia Energética  
*SOCOIN*

**Javier García Breva**

Vocal de la Junta Directiva  
*ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE ENERGÍAS RENOVABLES (APPA)*

**Jesús Gabriel García Ocaña**

Jefe de Relaciones Internacionales de la Dirección de Relaciones Institucionales  
*CEPSA*

**José María González Moya**

Director Técnico Secciones Eólica y Fotovoltaica  
*ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE ENERGÍAS RENOVABLES (APPA)*

**Elena González Sánchez**

Directora General  
*ENERGYLAB*

**José Javier Guerra Román**

Antiguo Director del Centro de Eficiencia Energética  
*GAS NATURAL FENOSA*

**Alberto Guerra Santiago**

Responsable Área de Tecnología  
*E.ON*



**Virginia Guinda Lacalle**  
Directora Técnica  
*ACCOGEN*

**Ángel María Gutiérrez Terrón**  
Jefe del Departamento de I+D+I  
*NATURGAS ENERGÍA*

**Rosario Heras Celemín**  
Responsable de la Unidad de Eficiencia Energética en la Edificación  
*CIEMAT*

**Ignacio Isla Rodríguez**  
Departamento de Normalización  
*UNESA*

**Marta Margarit Borrás**  
Secretaría General  
*ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DEL GAS (SEDIGAS)*

**Eugenio Marín García- Mansilla**  
Vicepresidente Honorífico  
*CLUB ESPAÑOL DE LA ENERGÍA*

**Emilio Ortega Jiménez**  
Dirección Gestión Mercado Ibérico  
*E.ON*

**Gonzalo Pardo Morroca**  
Director de Negocio Energético  
*TÉCNICAS REUNIDAS*

**Javier Penacho Raposo**  
Antiguo Vicepresidente Ejecutivo  
*Asociación de Empresas con Gran Consumo de Energía (AECE)*

**Ana Peñuela Mazuecos**  
Gerente  
*EXELERA*

**Blanca Perea Solano**  
Consultora Senior  
*PricewaterHouseCoopers (PWC)*

**Joaquín Pérez de Ayala**  
Director General  
*ENEFGY, S.L.*



14 | Talleres de Ahorro y Eficiencia Energética

**José Rivera Ysasi Ysasendi**

Director de Tecnología e Innovación  
*ENAGAS, S.A.*

**José Javier Rodríguez Morales**

Director General  
*ACOGEN*

**José María Roquetas Matías**

Presidente  
*COGEN ESPAÑA*

**M<sup>a</sup> Carmen Sánchez Gilabert**

Directora de Estrategia  
*SIEMENS, S.A – SECTOR ENERGY*

**Pilar Sánchez Ramos**

Directora de Comunicación y Asuntos Institucionales  
*BP OIL ESPAÑA*

**Lourdes Santiago Abad**

Técnico del Departamento de Regulación y Estudios  
*RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA*

**Andrés Seco García**

Director España  
*KEMA*

**Fernando Soto Marcos**

Director General  
*AECE*

**José Carlos Villalvilla**

Director de Planes, Productos y Soluciones de la Dirección Comercial  
*IBERDROLA*

En la redacción del documento se ha contado también con la inestimable colaboración de **Luis Carlos Gutiérrez Pérez**, de la Unidad de Desarrollo de Innovación de Enagas, y de **Ignacio Leiva Pozo**, Gerente Soporte Técnico Comercial de GLP Business de Repsol.

Por parte de la estructura del Club Español de la Energía han colaborado en la publicación del documento:

Juan Bachiller Araque, Director General, Pablo de Juan García y Ana Belén Padilla Moreno, miembros de la Secretaría Técnica



## CAPÍTULO 1. ANÁLISIS CONCEPTUAL Y CONTEXTO DEL AHORRO Y LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

*Ignacio Casajús López*

*Pablo de Juan García*

### 1. Introducción

Quando el Grupo de Trabajo de Ahorro y Eficiencia Energética del Club Español de la Energía comenzó a diseñar el programa de los Talleres, era consciente de que, aunque el denominador común pretendido por todos ellos iba a ser el carácter eminentemente práctico que los englobase, era necesaria una primera aproximación a los conceptos y al contexto de eficiencia y ahorro energético. Sólo de esa manera se conseguiría una mejor comprensión de los restantes Talleres.

Así pues, se consideró que era importante conocer el estado actual de las políticas europeas y españolas en torno a esta “tecnología”, así como comprender las principales barreras y fallos de mercado para su desarrollo tanto en el ámbito industrial, como en el terciario, transporte, doméstico y, en particular, las PYMES.

Sin embargo, y por ese afán de destacar el carácter práctico que se ha mencionado, el Grupo de Trabajo diseñó el programa de manera que los asistentes a este primer Taller pudieran, desde un primer momento, comenzar a conocer las experiencias prácticas en cuanto a la aplicación de proyectos de eficiencia energética.

De esta manera, se programó como colofón de las primeras ponencias de carácter teórico, la celebración de una Mesa Redonda donde participasen empresas de diferentes sectores. A estas empresas, que amable y desinteresadamente aceptaron participar, se les solicitó que intentasen transmitir a los asistentes cuál había sido su experiencia en cuanto a la aplicación de medidas de ahorro y eficiencia energética, el por qué de la decisión de adentrarse en estos proyectos, su relación con las empresas de servicios energéticos y Administraciones, y cuáles habían sido las mejoras que, tanto en la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> como económicas, habían experimentado como consecuencia de la aplicación de estas medidas.

## 16 | Talleres de Ahorro y Eficiencia Energética

Especial hincapié se realizó en este último punto, ya que el Grupo de Trabajo quería transmitir al público asistente que la eficiencia energética, además de ser un elemento imprescindible para la lucha contra el cambio climático, tiene un componente económico fundamental consistente en que las empresas obtienen un beneficio económico y un ahorro en costes (eficiencia energética = ahorro económico = mejora de costes ).

El presente Capítulo estará dividido en base a la estructura del propio Taller, incorporando un primer apartado que intentará demostrar la importancia de la eficiencia energética, los beneficios que aporta, y el por qué del interés, no sólo de las empresas del sector de la energía, sino también de los órganos rectores de la sociedad, para su desarrollo.

Una vez esbozado este primer apartado, se pasará a reflejar algunas de las principales conclusiones, preocupaciones e impresiones trasladadas por los ponentes a los asistentes. Primero desde un ámbito más teórico para, posteriormente, entrar en el análisis del contenido expuesto durante la celebración de la Mesa Redonda.

El Grupo de Trabajo de Ahorro y Eficiencia Energética del Club no pretende reflejar el contenido exacto de las ponencias ni plasmar todas y cada una de las opiniones de los participantes, en muchos casos diferentes entre sí. Se pretende destacar las impresiones de los asistentes al acto, complementadas en algunos apartados con información adicional no reflejada en los Talleres.

Mencionar por último, que para una mayor ampliación de los conceptos y políticas relacionadas con el ahorro y la eficiencia, se recomienda al lector acudir al primer documento del Grupo de Trabajo, "Conceptos de Ahorro y Eficiencia Energética: Evolución y Oportunidades"<sup>1</sup>.

Esperamos que este Capítulo, junto con los cuatro que le siguen, contribuya a que el lector pueda tener una idea clara, a través de un lenguaje ausente de excesivos tecnicismos y retórica, de los conceptos que engloban la eficiencia energética y los beneficios que aporta.

<sup>1</sup> ISBN 978-94-613-8370-2. Club Español de la Energía, Madrid.



## 2. Contribución y beneficios de la eficiencia energética

### 2.1. Los conceptos de ahorro y eficiencia

Antes de comenzar a analizar los beneficios que proporcionan el ahorro y la eficiencia, es conveniente discernir entre estos dos conceptos que se repetirán a lo largo del texto, en la mayoría de los casos siempre unidos.

Desde el punto de vista técnico, «eficiencia energética» significa consumir menos energía manteniendo un nivel equivalente de actividades o prestaciones económicas; «ahorro energético» es un concepto más amplio que también incluye la reducción del consumo gracias a un cambio de comportamiento o a una menor actividad económica. En la práctica, es difícil distinguir entre ambos conceptos y a menudo se utilizan indistintamente<sup>2</sup>.

**El ahorro** consiste en evitar un gasto o en la parte no consumida de la renta de un agente económico para constituir un capital. La energía es la capacidad para realizar un trabajo o una acción. El ahorro de energía es la reducción del consumo de energía (convencional o no) o la preservación de los recursos energéticos (no renovables) para generaciones futuras.

Por otro lado, **la eficiencia** energética es la relación entre la cantidad producida de un servicio o utilidad y la cantidad de energía consumida para proporcionarla. Una mejora de la eficiencia energética implica producir la misma cantidad de servicio consumiendo menos energía, o bien producir más cantidad consumiendo la misma cantidad de energía.

Un tercer y último concepto que se quiere destacar es el de **intensidad energética**, entendida como la relación entre la cantidad de energía consumida para proporcionar un servicio o utilidad y la cantidad de servicio o utilidad producida, y que se analizará a lo largo de todo el documento.

### 2.2. El *Blue Map Scenario*

La Agencia Internacional de la Energía (AIE)<sup>3</sup> es un organismo autónomo creado en noviembre de 1974. Su doble mandato consiste en promover la seguridad energética entre sus países miembros mediante una respuesta colectiva a las interrupciones de materiales del suministro de petróleo y asesorar respecto a una política energética acertada. Los estudios y análisis de prospectiva de este organismo son considerados referencia en el mundo energético.

2 <http://eur-lex.europa.eu/lexUriServ/lexUriServ.do?uri=COM:2011:0109:FIN:ES:PDF>  
3 [WWW.IEA.ORG](http://www.iea.org)



## 18 | Talleres de Ahorro y Eficiencia Energética

La Agencia publicó, en el año 2006, un estudio denominado *Energy Technologies Perspectives*<sup>4</sup> (ETP), convertido ya en documento imprescindible en el sector que, en 2010, alcanzó su tercera edición.

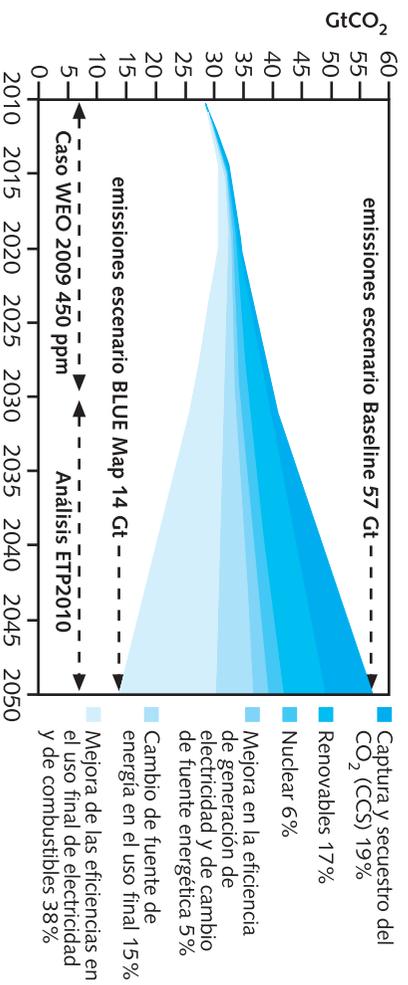
Este estudio, partiendo de la base de que los hidrocarburos son finitos y que las emisiones de CO<sub>2</sub> ocasionadas por el consumo de energía actual amenazan nuestro clima, refleja los esfuerzos que serían necesarios para el despliegue generalizado de tecnologías con baja emisión de carbono y superar así el calentamiento global.

El documento intenta demostrar que un futuro descarbonizado también es una herramienta poderosa para aumentar la seguridad energética y el desarrollo económico. Además, pretende contestar a preguntas tales como con qué opciones contamos para poder disfrutar de un futuro energético más limpio y más eficiente, cuánto costará el cambio de modelo y qué políticas necesitamos.

En lo que la Agencia denomina el *Blue Map Scenario*, contemplado en el ETP, se intenta dibujar la vía para que, en el año 2050, se reduzcan en un 50% las emisiones de CO<sub>2</sub> a través de la contribución de cada opción tecnológica.

En los resultados del estudio, frente a la contribución de las energías renovables (17%) y la captura y almacenamiento de carbono (19%), las mejoras en eficiencia energética (58%<sup>5</sup>) se constituyen como las principales opciones tecnológicas de mitigación del cambio climático.

Gráfico 1.1. Blue Map Scenario



Fuente: Energy Technology Perspectives 2010, Agencia Internacional de la Energía

<sup>4</sup> Perspectivas de Tecnología Energética

<sup>5</sup> En el Escenario Blue, el 58% de eficiencia energética se compone de la suma de la mejora en la eficiencia de generación de electricidad y cambio de fuentes de energía (5%), el cambio de fuente de energía en el uso final (15%), y la mejora de las eficiencias en el uso final de electricidad y combustible (38%).

Conviene destacar que, frente al 58% de contribución de la eficiencia energética a la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> en el escenario ETP del año 2010, el de 2008 estima-ba esta aportación en un 47%, aumentando, en función de las bases de partida, en 9 puntos porcentuales en un período de tan sólo dos años.

### 2.3. Beneficios

Para la ALE, por tanto, la eficiencia energética supone una serie de beneficios que justifican la trascendencia de su desarrollo. Enumerando algunos de ellos:

#### Para la sociedad:

- Reducción del impacto ambiental del consumo energético, en especial del calentamiento global provocado por el efecto invernadero
- Preservación de recursos finitos para generaciones futuras o para una distribución más igualitaria de la energía en el mundo

#### Para el país:

- Aumento de la seguridad de abastecimiento
- Mejora de la balanza comercial
- Posible reducción de la inflación
- Desarrollo de la industria emergente de la eficiencia energética, con la consiguiente creación de puestos de trabajo locales y nacionales
- Preparación para futuras crisis energéticas

#### Para el consumidor:

- Reducción de la factura energética
- Mejora y renovación de las instalaciones, adaptándolas a normativa y alargando su vida útil
- Acción ejemplarizante sobre los clientes o la población (empresas y Administraciones públicas)

## 3. Políticas de eficiencia energética en Europa y España

### 3.1. Europa

La eficiencia energética es uno de los objetivos centrales de la estrategia de política energética de la Unión Europea, así como un factor crucial para alcanzar los objetivos de la



Unión a largo plazo. Además, las acciones y políticas puestas en práctica cubren toda la cadena energética desde la producción al consumo, aspecto especialmente relevante a la hora de analizar la eficiencia energética.

#### • EL PAEE 2006

Precedido por un número de iniciativas relacionadas con la eficiencia energética desde los años 90, la Comisión Europea adoptó, en octubre de 2006, un Plan de Acción de Eficiencia Energética (PAEE)<sup>6</sup>, estableciendo un marco de legislación, política y medidas orientadas a reducir, para 2020, un 20% el consumo de energía a través de la eficiencia energética, donde se destaca que:

*“El plan de acción tiene por objeto movilizar al público en general y a los responsables políticos en todas las esferas de poder junto con los agentes del mercado. Y transformar el mercado interior de la energía de tal manera que se ofrezca a los ciudadanos de la Unión las infraestructuras, edificios, aparatos, procesos, medios de transporte y sistemas energéticos más eficientes del mundo.”*

*Dada la importancia del factor humano en la reducción del consumo de energía, el presente plan de acción anima también a los ciudadanos a utilizar la energía de la manera más racional posible. La eficiencia energética depende de que las personas elijan con conocimiento de causa y no simplemente de que se adopte legislación.”*

El PAEE, que fue refrendado por el Consejo Europeo, identificó seis áreas prioritarias de actuación y propuso 85 medidas que deberían llevarse a cabo a nivel de la UE. Las áreas prioritarias del PAEE en 2006 fueron:

- Requisitos energéticos mínimos para aparatos utilizadores de energía, edificios y servicios
- Eficiencia energética en la transformación de la energía
- Transporte
- Instrumentos de financiación
- Cambios en la conducta de consumidores
- Partenariado y acuerdos internacionales

Destacar en este ámbito que el denominado Pacto de Alcaldes<sup>7</sup>, englobado en la última de las áreas prioritarias, ha supuesto el acuerdo de 2.689 ciudades abarcando 120 millones de habitantes, que se han comprometido a ir más allá de la reducción del objetivo

<sup>6</sup> COM (2006) 545  
<sup>7</sup> [www.euramejors.eu](http://www.euramejors.eu)



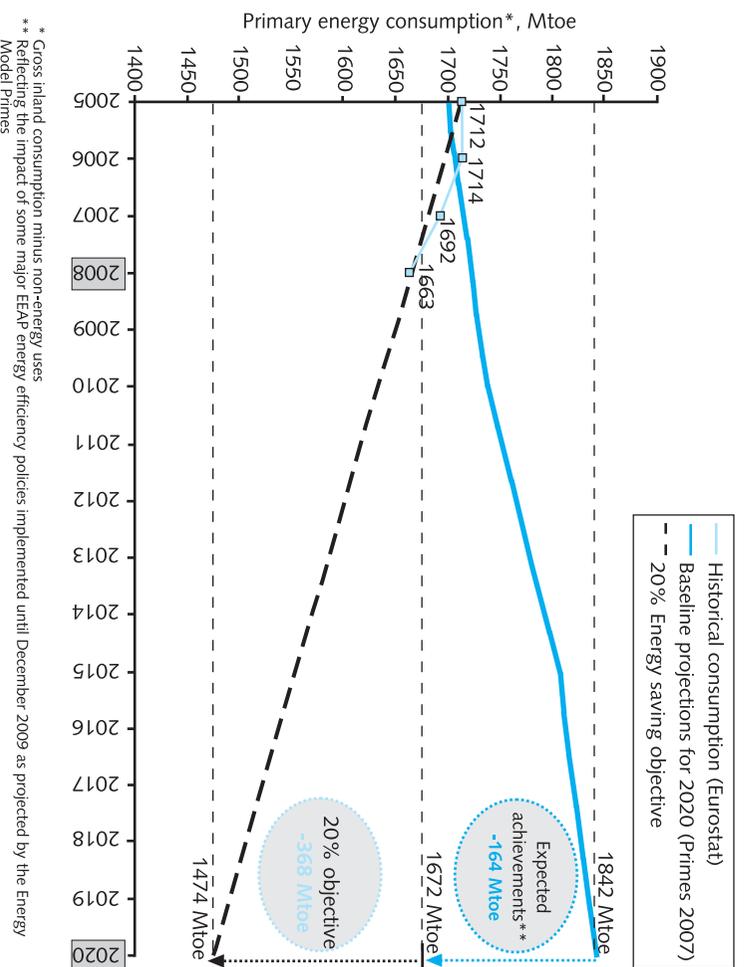
del 20% de reducción de gases de efecto invernadero mediante la puesta en práctica de Planes de Acción de Energía Sostenible. Más de 85 regiones, provincias y redes se han sumado a esta iniciativa.

- **Intensidad energética**

Uno de los objetivos de la UE es el de desvincular el crecimiento económico del consumo de energía. Así, el análisis de la intensidad energética es uno de los principales elementos utilizados para expresar la eficiencia energética.

La Unión Europea está lejos de alcanzar su objetivo de reducción de consumo de energía para el 2020. Las proyecciones efectuadas estiman que, con el grado de puesta en práctica de las políticas de eficiencia energética en los Estados miembro, sólo conseguirán una reducción del consumo energético del 8,9% en el 2020 frente al objetivo del 20%.

**Gráfico 1.2. Objetivo de la UE pretendido a 2020, proyecciones en un escenario de Business as Usual y mejoras esperadas**



**22** Talleres de Ahorro y Eficiencia Energética

Desde el año 2006 se reflejan las mejoras alcanzadas en la intensidad energética como consecuencia de la implantación de las políticas de ahorro y eficiencia impulsadas por la Unión. Sin embargo, la contribución del descenso de la demanda energética producida por la crisis económica que desde el año 2008 azota principalmente a los países de la OCDE, es un factor que no puede dejar de tenerse en cuenta.

Esta demanda en los países de la OCDE ya ha comenzado a recuperarse en el año 2010 respecto a los años anteriores a la crisis y, además, análisis de prospectiva auguran un aumento de la demanda de entre el 1 y el 1,5% anual entre el 2010 y el 2035<sup>8</sup>.

- **Estrategia Europea del 20/20/20**

La Comisión ha diseñado una estrategia para el año 2020, EU2020<sup>9</sup>, donde se recalcan tres objetivos:

- Lograr una disminución en la emisión de gases de invernadero de al menos el 20 % para 2020, en comparación con los niveles de 1990
- Incrementar el nivel de energía renovable en el mix de energía final un 20 % para 2020
- Reducir el consumo global de energía primaria en un 20 % para 2020 a través de la eficiencia energética

Los dos primeros objetivos se están “nacionalizando” a través de Planes de Acción Nacionales, de manera que a cada Estado miembro le corresponde un porcentaje de participación fijados por el propio Estado, hacia la consecución del objetivo global.

En ese sentido, la Presidencia Española de la Unión (enero a junio de 2010) sometió a debate en el Consejo de Ministros de Energía en mayo de 2010, si en el caso de la eficiencia energética debían establecerse objetivos particulares para cada Estado miembro. No hubo conclusión determinante, salvo que el 20% de mayor eficiencia energética es un objetivo común a todos y de cada uno de los Estados.

Conviene también destacar que el objetivo de eficiencia energética no es de carácter vinculante a diferencia del de energías renovables o reducción de emisiones. Esta circuns-

<sup>8</sup> World Energy Outlook 2010, AIE  
<sup>9</sup> Una política energética para Europa, COM(2007) 1 final



tancia plantea la duda de si debe hacerse obligatorio su cumplimiento. Existen opiniones que consideran que con anterioridad al cumplimiento forzoso de este objetivo, debería clarificarse la metodología para medir la mejora de la eficiencia, algo que en la actualidad parece no está ocurriendo.

#### • EL PAEE 2011

Desde el año 2006 ha habido nueva legislación y acciones de estandarización o acuerdos voluntarios relativos a políticas de eficiencia. Dadas las circunstancias analizadas, no cabe duda de que son necesarias más acciones en este ámbito para alcanzar los objetivos planteados a 2020.

Actualmente, en la UE, están en curso de definición nuevas medidas a tomar que han visto la luz en 2011<sup>10</sup>. Especial ímpetu puso la Presidencia Española de la Unión (enero a junio de 2010) para acelerar la aprobación y publicación de estas nuevas medidas.

En marzo de 2011, la Comisión Europea publicó su informe “*Energy Efficiency Plan 2011*” donde se recalca que los Estados miembros de la Unión no están en vías de alcanzar los objetivos de eficiencia energética para 2020, y donde se lanzan nuevas medidas dirigidas al sector público, la edificación, la industria y el sector energético, todo ello para alcanzar los objetivos a 2020.

Si bien la Comisión aún no ha convertido en vinculantes las medidas que promueve, se reconsiderará su posición en 2013 si se observa que no hay un progreso satisfactorio.

Según este Plan, las medidas que contempla así como las ya vigentes pueden generar un ahorro medio de 1.000 euros por hogar y por año, mejorar la competitividad industrial europea, crear más de 2 millones de puestos de trabajo y reducir las emisiones anuales de gases de efecto invernadero en 740 millones de toneladas.

Las 85 medidas propuestas en este Plan se implantarán gracias a instrumentos legislativos apropiados, incluyendo revisiones legislativas de las Directivas vigentes: la de Servicios Energéticos y la de Plantas Combinadas de Calor y Electricidad.

<sup>10</sup> [http://ec.europa.eu/energy/efficiency/action\\_plan/action\\_plan\\_en.htm](http://ec.europa.eu/energy/efficiency/action_plan/action_plan_en.htm)



## 24 | Talleres de Ahorro y Eficiencia Energética

Los próximos pasos durante el 2011 consistirán en la adopción por parte de los Estados miembro de este Plan; nuevas medidas de etiquetado energético y eco-diseño; lanzamiento de las ciudades inteligentes y comunidades inteligentes; la propuesta de instrumentos de financiación en la discusión del presupuesto de 2011 y la publicación de la Propuesta de Directiva de Ahorro y Eficiencia en junio de 2011.

### 3.2. España

En España, el interés por la eficiencia energética es de carácter reciente y no ha sido una prioridad hasta la aparición de políticas de lucha contra el cambio climático.

El IDAE, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, es el encargado de diseñar y gestionar las políticas relacionadas con el ahorro y la eficiencia energética en nuestro país.

Esta Institución trata de implementar y aplicar la normativa europea en este área, tarea no exenta, en ocasiones, de dificultad. Las Directivas Europeas pueden ser en ocasiones de carácter demasiado general y poco concreto, siendo comunes, además, a todos los países de la Unión. Esta situación contrasta con las diferentes circunstancias estructurales y de contorno entre los diferentes países, que hacen evidentes que las políticas energéticas varíen sustancialmente de un país a otro.

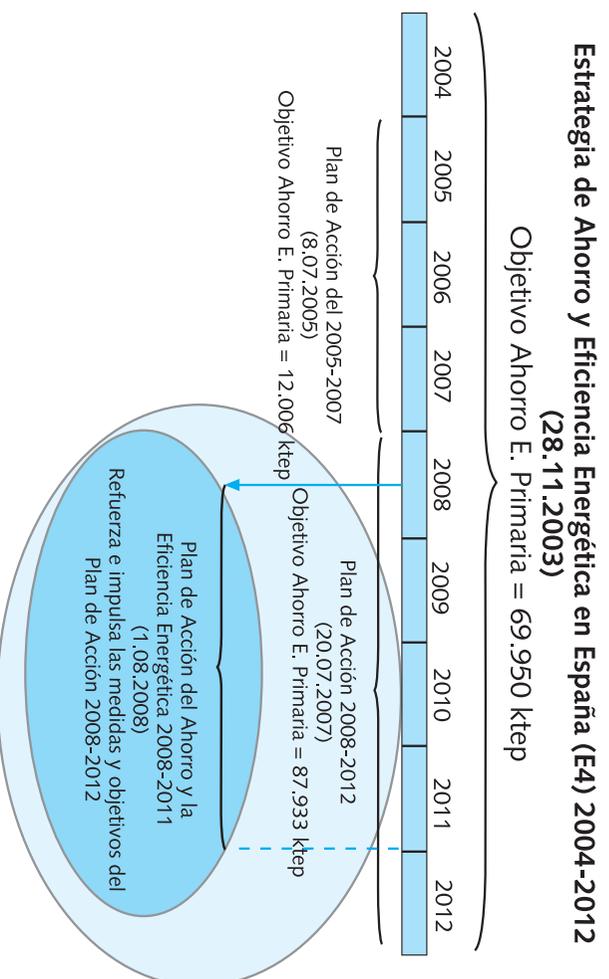
- **La Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España (E4)**

La Política de Eficiencia Energética en España está basada en la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España (E4), que se desarrolla en dos Planes: Plan de Acción 2005-2007<sup>11</sup> y 2008-2012<sup>12</sup>. Dentro de este último Plan, se vio la necesidad de adelantar medidas e intensificarlas, por lo que surgió el Plan de Activación del Ahorro y la Eficiencia Energética 2008-2011. Coinciden en el tiempo, por tanto, dos Planes, formando uno parte del otro.

<sup>11</sup> [http://www.idae.es/index.php/mod\\_documentos/nem\\_descarga?file=/13034%20plan.pdf](http://www.idae.es/index.php/mod_documentos/nem_descarga?file=/13034%20plan.pdf)  
<sup>12</sup> [http://www.cidcen.es/DOCUMENTOS\\_B/APLICACIONES%20ENERGETICAS%20V%20MEDIOAMBIENTALES/RESUMEN\\_PLAN\\_ACCION\\_2008\\_2012.PDF](http://www.cidcen.es/DOCUMENTOS_B/APLICACIONES%20ENERGETICAS%20V%20MEDIOAMBIENTALES/RESUMEN_PLAN_ACCION_2008_2012.PDF)



### Gráfico 1.3. Política de Eficiencia Energética en España



Fuente: IDAE

El Plan de Activación del Ahorro y la Eficiencia Energética 2008-2011 contiene 31 medidas repartidas de forma transversal, incluyendo el impulso a las empresas de servicios energéticos, como se verá en el próximo Capítulo, la duplicación de ayudas a proyectos estratégicos en materia de eficiencia energética, medidas de movilidad (conducción eficiente, vehículo eléctrico), de ahorro energético en edificios, y otras medidas de ahorro energético tales como la distribución de bombillas de bajo consumo o las mejoras de eficiencia en instalaciones de alumbrado público.

Dentro de los Planes de Acción, por otra parte, existen tres tipologías de medidas: medidas de tipo normativo y reglamentario, medidas en colaboración con las Comunidades Autónomas (CCAA) y medidas de ejecución directa del IDAE.

Formando parte de las medias de normativa aplicada, cabe destacar aquellas destinadas a la edificación, como el Código Técnico de la Edificación o la Certificación Energética de Edificios nuevos. Además, hay otra normativa ya aprobada relativa a discriminación fiscal en el impuesto de matriculación de vehículos automóviles según eficiencia energética y emisiones de CO<sub>2</sub> por km recorrido, o la de fomento de la cogeneración, entre otras.

Especial importancia tienen también las medidas en colaboración con las CCAA. En este sentido, cabe mencionar la repartición del presupuesto según el Plan 2008-2012 que gestiona de media al año 448 millones de euros. De esta cantidad, 368 pasan por la cuenta del IDAE y 80 por la cuenta de las CCAA. De la cantidad recibida por el IDAE, proveniente principalmente de la tarifa eléctrica y de gas, el 70% pasa a las CCAA, de las cuales, el 30% va destinado a actuaciones directas del IDAE, y el 70% restante se divide entre actuaciones conjuntas IDAE-CCAA (77%), CCAA (23%).

En España, la eficiencia energética va a seguir siendo considerada una prioridad en el ámbito de la Administración, tal y como demuestra el acuerdo logrado por los grupos en la Subcomisión de Energía del Congreso de los Diputados publicado en el Boletín Oficial de las Cortes el 30 de diciembre de 2010, en donde se recoge que:

*“Es imprescindible fomentar la eficiencia energética implementando medidas de fomento del aplanamiento de la curva de demanda, mediante tarifas con discriminación horaria para los segmentos de consumo y establecer incentivos para la inversión en ahorro y eficiencia energética.*

*Es necesario asegurar que el precio de la energía refleje el coste real de la misma, de forma que el consumidor perciba la necesidad de las medidas de ahorro y eficiencia, y los agentes implicados estén incentivados a realizar las inversiones necesarias.*

*La información y la educación de los ciudadanos en materia energética son esenciales para conseguir y adoptar hábitos de ahorro, eficiencia y responsabilidad en el uso de la energía.*

*El Ministerio de Industria, Turismo y Comercio debe remitir al Congreso un Informe de evaluación conjunta del cumplimiento del Plan de Acción 2008-2012, así como las líneas generales de actuación del Plan de Acción 2012-2020.”*

- **El Plan de Intensificación del Ahorro y la Eficiencia Energética**

El Plan de Intensificación del Ahorro y la Eficiencia Energética fue aprobado en Consejo de Ministros el 4 de marzo de 2011 y se estima que su implantación permitirá un ahorro de 2.300 millones de euro anuales en importaciones energéticas. En el Plan se recogen un total de 20 medidas en materia de movilidad y transporte, edificación, iluminación y consumo eléctrico, así como campañas de divulgación y formación, algunas de ellas ya recogidas en los Planes de Acción 2005-2007 y 2008-2012 de la (E4). El coste de ejecución de dicho Plan se estima en 1.151 millones de euros, sufragado a través de la mencionada E4. La implantación del Plan toma especial relevancia a raíz de



la escalada de precios del petróleo como consecuencia, principalmente, de las revueltas políticas y sociales de los países árabes.

- **Plan de Ahorro, Eficiencia Energética y Reducción de Emisiones en el Transporte y la Vivienda**

En abril de 2011, el Ministerio de Fomento presentó al Congreso de los Diputados el Plan de Ahorro, Eficiencia Energética y Reducción de Emisiones en el Transporte y la Vivienda, con una serie de medidas estructurales con el objetivo de afianzar el equilibrio modal del sistema de transportes y el desarrollo sostenible del futuro modelo urbanístico y, por otro lado, con una serie de medidas operativas para introducir mejoras en los índices de eficiencia, tanto de los medios de transporte, como de los edificios y las viviendas. Ambas medidas permitirían reducir el consumo energético en 11.479 millones de euros entre 2011 y 2020, y evitar la emisión a la atmósfera de 36 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>.

Dentro de las estructurales, basadas en la reorientación modal del sistema de transporte terrestre, se encuentran aquellas relacionadas con la intermodalidad y el reequilibrio hacia los modos más eficientes de transporte, tanto para mercancías como para viajeros, la promoción del transporte público, el impulso al transporte marítimo de mercancías, la eficiencia energética en el transporte aéreo así como en la elaboración del Plan Español de Sostenibilidad Urbana y Local.

Dentro de las medidas operativas, el Plan recoge 100 medidas que permitirían ahorrar 2.589 millones de euros en el período 2011-2020, así como reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en 5,6 millones de toneladas en el mismo período. Estas medidas se dividen en las de sensibilización, las operativas aplicadas al campo de la obra pública, el transporte y la vivienda. Todas ellas se basan en tres principios como son la racionalización del consumo energético, la incorporación de tecnologías más eficientes en la red de transporte y en el parque de viviendas, así como la apuesta por las energías renovables, también en el campo de la vivienda y del transporte.<sup>13</sup>

- **Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020**

El Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020 que fue aprobado por el Consejo de Ministros de fecha 29 de julio de 2011, apuesta por la continuidad de los planes anteriores y pretende evitar importaciones de 965 millones de barriles de crudo, reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en 400 millones de toneladas, ahorrar 78.687 millones de euros y movilizar unas inversiones por valor de 45.985 millones de euros.

<sup>13</sup> <http://www.fomento.es/NR/rdonlyres/3A6E21F43544945ED8BD0C33C9E9E6A530/101081/11040601.P3PlanAhorroenergeticoC3WAefitico.pdf>



Este nuevo Plan de Acción pretende reducir los consumos de energía final por unidad de producto en un 2% anual entre 2011 y 2020, ó 133.000 ktep (965 millones de barriles) de energía primaria en este periodo. Con ello, no sólo se cumplirían las directrices de la Unión Europea, sino que España reduciría su intensidad energética en más de un 20%, objetivo esencial de cara a nuestra competitividad, ya que en la actualidad nuestro consumo energético por unidad de producto es un 15% superior a la media de la UE-15.

El nuevo Plan de Acción considera prioritarias las medidas propuestas para los sectores difusos:

**Transporte** – En este sector se pretende conseguir hasta un 33% de ahorro con medidas referidas al cambio modal, al uso racional medios, renovación de flotas, PMUS, transporte al trabajo, pasillos aéreos, etc.

**Edificación y el Equipamiento** – Se persigue una reducción del 15,6% gracias a medidas relacionadas con la envolvente edificatoria, las instalaciones térmicas y de iluminación, la alta calificación energética, y el Plan Renove de electrodomésticos.

**Industria** – Se espera un ahorro del 14% por la aplicación de proyectos estratégicos en la industria, la implantación sistemas gestión energética, y apoyo a auditorías energéticas.

**Agricultura y Pesca**, un 4,7% debido a mejoras de la eficiencia en instalaciones de riego, migración agricultura de conservación, y riego localizado.

Además se continuarán los esfuerzos para ahorrar energía en los Servicios Públicos y se mejorarán los procesos de Cogeneración.

Entre los ahorros propuestos para líneas concretas hay que destacar la reducción de 4.800 ktep al año en la rehabilitación energética de edificios; 130 ktep/año en la reforma del alumbrado exterior en los municipios; y los 7.500 ktep/año por el cambio modal de transporte por carretera al ferrocarril.

Merece destacar que el nuevo Plan recoge también los ahorros de energía final y primaria a 2010 y emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas por sectores en España, calculados en base a 2004 y 2007.



**Tabla 1.1. Ahorros de energía final y primaria y emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas por sectores en España, año 2010**

	BASE 2004			BASE 2007		
	Ahorro E. final (ktep)	Ahorro E. primaria (ktep)	Emisiones evitadas CO <sub>2</sub> (ktCO <sub>2</sub> )	Ahorros E. final (ktep)	Ahorros E. primaria (ktep)	Emisiones evitadas CO <sub>2</sub> (ktCO <sub>2</sub> )
Industria	-799	-2.696	-5.282	-2.866	-5.717	-12.417
Transporte	6.451	6.874	21.471	4.561	4.909	13.330
Edificación y equipamiento	2.232	3.165	6.983	2.529	4.189	9.269
Servicios públicos	32	0	161	29	67	144
Agricultura y pesca	426	535	1.526	467	580	1.673
<b>Total sectores finales</b>	<b>8.342</b>	<b>7.958</b>	<b>24.859</b>	<b>4.720</b>	<b>4.029</b>	<b>12.000</b>
Transformación de la energía		9.767	51.797		7.019	53.253
<b>Total sectores finales + Transformación energía</b>	<b>8.342</b>	<b>17.725</b>	<b>76.656</b>	<b>4.720</b>	<b>11.047</b>	<b>65.253</b>

#### 4. Fallos de mercado y barreras que dificultan las mejoras en la eficiencia energética

Al comienzo del Capítulo, se ha puesto de manifiesto que hay un gran número de beneficios y potencial en la eficiencia energética y, sin embargo, todos los análisis concluyen que se está haciendo poco para su desarrollo. De acuerdo con la AIE, en el período 2004-2007, tan solo el 2,1% de las inversiones en energía fueron en eficiencia energética, muy por debajo de las inversiones en energías renovables y biocombustibles.

La razón por la que la aplicación de medidas de ahorro y eficiencia están siendo insuficientes es debido a las barreras y fallos de mercado existentes que lo dificultan.

- **Fallos de mercado**

Los fallos de mercado se entienden como situaciones que provocan que el mercado no funcione eficazmente.

Uno de los principales fallos de mercado que existen en el mercado energético español es el relativo a los precios de la energía subvencionados o que no cubren los costes reales de suministro. Como ejemplo de esta circunstancia se puede mencionar el caso de la electricidad:



### 30 | Talleres de Ahorro y Eficiencia Energética

Otro fallo de mercado consiste en que los beneficiarios de las ganancias de eficiencia energética y los inversores normalmente son distintos (arrendatario-propietario).

Existe además una falta de información importante que hace que los consumidores no conozcan el potencial de ahorro y los costes reales de la energía, provocándose diferencias importantes entre el consumo percibido respecto al realizado. En este sentido, existen estudios que muestran que ciertos electrodomésticos consumen un 1000% más de lo percibido por el consumidor, por lo que los incentivos para realizar ciertas inversiones en mejoras quedan difuminados, como es el caso especialmente llamativo de la climatización y los electrodomésticos.<sup>14</sup>

Un último fallo de mercado a destacar tendría que ver con los costes de transacción relacionados con la búsqueda de información, selección del proveedor, definición de condiciones de contrato con las empresas de servicios energéticos, entre otros.

#### • Barreras

Las barreras son aquellos elementos que dificultan la aplicación de medidas en la toma de decisiones para la mejora de la eficiencia energética.

La incertidumbre sobre los precios futuros de la energía es, sin ninguna duda, una de ellas. Esta circunstancia dificulta la cuantificación de ahorros futuros, limita la percepción de rentabilidad de las inversiones y, por tanto, genera una desconfianza para su desarrollo.

Por otro lado, se echan en falta herramientas de estandarización y homologación de elementos sustanciales a las medidas de ahorro y eficiencia, como son las certificaciones de las empresas de servicios energéticos (Ese o Esco en inglés) o los Protocolos de Medida y Verificación, que se analizarán en el Capítulo 2.

A este respecto, cabe mencionar otra barrera consistente en el mal uso de magnitudes, indicadores y unidades de eficiencia energética. Así, siendo la eficiencia energética una cualidad medible y cuantificable, no existe un consenso sobre la metodología para referenciar las mejoras energéticas. Ciertas magnitudes como podrían ser la intensidad energética, consumos por vivienda o consumos de energía primaña per cápita, si no tienen en cuenta factores como las condiciones de contorno, pueden llevar a lecturas inadecuadas de la eficiencia.

<sup>14</sup> Public perceptions of energy consumption and savings. Shaheen Z. Atari Michael L. DeKay, Cliff Davidson and Wandi Brune de Bruin. Edited by William C. Clark, Harvard University, Cambridge, MA, and approved July 12, 2010.



Otra de las barreras consiste en que los negocios en torno a la eficiencia energética suponen ciertos riesgos técnicos derivados de la novedad de estas medidas que dan lugar a incertidumbres en los ahorros.

Otro factor relevante es el denominado efecto rebote o paradoja de Jevorn<sup>15</sup>, consistente en que las medidas de mejora de eficiencia energética puedan provocar que éstas no se reduzcan proporcionalmente por el aumento de uso de los beneficios aportados<sup>16</sup>.

No existe además una percepción de mercado de la eficiencia energética como área de negocio. El reto en este sentido no está tanto en demostrar que la eficiencia no cuesta, sino que además permite hacer negocio. Las dificultades para conseguir financiación, la falta de formación en materia de gestión de proyectos, y la falta de cultura de la eficiencia energética son otras de las barreras a este respecto que, aun siendo mencionadas en último lugar, no por ellos son menos importante.

## 5. Elementos imprescindibles para el desarrollo de la eficiencia y el ahorro energético

Es necesario una verdadera estrategia de cambio estructural enfocada hacia la superación de las barreras analizadas pero ¿qué medidas se pueden realizar para corregir los fallos de mercado y mitigar las barreras? Casos de éxito como el de California, que ha reducido su demanda energética en un 15% entre 1975 y 2003, demuestran que la superación de barreras es posible.

No existe un único elemento que pueda cumplir con este cometido, sino que es necesaria la combinación e integración de las diferentes opciones disponibles. En el presente apartado se analizarán algunos de ellos.

### 5.1. Una regulación adecuada

La aportación que las Administraciones y la regulación pueden hacer a la eficiencia es de especial relevancia.

Una de sus principales prioridades debe centrarse en los precios, principalmente de la electricidad, de manera que reflejen sus costes y los subsidios que se aplican a determi-

<sup>15</sup> The Coal Question: An Inquiry Concerning the Progress of the Nation, and the Probable Exhaustion of Our Coal-Mines, William Stanley Jevons, London: Macmillan and Co., 1866

<sup>16</sup> Hay corrientes de pensamiento a los que este factor no preocupa especialmente, porque consideran que mientras se mantenga el ratio de eficiencia, el hecho de contar con mayor confort es algo positivo.



## 32 | Talleres de Ahorro y Eficiencia Energética

nadas tecnologías. Es necesaria la internalización de todos los costes relevantes en los precios energéticos, aplicar una fiscalidad coherente sobre el consumo energético y definir unas estructuras tarifarias adecuadas.

Quizá el factor precio sea uno de las principales motivaciones para el desarrollo del ahorro o la eficiencia energética, pero conviene destacar que no es el único método del que dispone la Administración.

La aplicación de unos estándares adecuados de tipo tanto tecnológico y ecológico, como de certificación, y aquellos relacionados con las empresas de servicios energéticos, son también fundamentales.

Por otro lado, una correcta información y educación que concencie al ciudadano incentivando la eficiencia energética y ajustando la percepción pública de la realidad, entorno a campañas, por ejemplo, de etiquetados o de desarrollo de normas como podrían ser la ISO 50001<sup>17</sup>, son de importancia.

En definitiva, los marcos regulatorios más exitosos son los que combinan estándares, instrumentos de precios y medidas educativas, y que cuentan además con un sistema de medición y certificación de ahorros adecuado.

### 5.2. Tecnología

En la superación de barreras, también la tecnología adquiere un protagonismo relevante. Existen una serie de carencias de conocimiento técnico, de capacitación, de especialistas, y de tecnologías no maduras que influyen notablemente en la implantación de nuevas tecnologías eficientes.

Deben dedicarse recursos a la incentivación de programas de I+D+i que desarrollan tecnologías eficientes, y que los programas de subvenciones sean adecuados, priorizando el desarrollo industrial, produciendo un efecto incentivador y evitando que las subvenciones mueran con la máquina subvencionada.

Bajo este contexto, la coordinación entre todas las entidades que participan en el proceso de desarrollo tecnológico (Comunidades Autónomas, Universidades, centros de investigación, centros tecnológicos y empresas) para identificar las áreas prioritarias de actuación o aquellas en las que existe debilidad o falta de encaje, debe ser inherente a la propia programación de la I+D+i.

<sup>17</sup> ISO 50001 es una norma orientada a introducir la eficiencia energética en los procesos de gestión empresariales, incorporando instrumentos de transparencia, de evaluación de políticas, documentación y verificación de las mejoras



### 5.3. El papel de las empresas proveedoras de energía o *utilities*

El mayor potencial de ahorro no parece estar tanto en la gran industria, que se encarga continuamente de aplicar las tecnologías más eficientes por las mejoras económicas que suponen en sus cuentas de resultados y por cumplir con la normativa medioambiental.

Donde existe un mayor recorrido es, probablemente, en el sector terciario al igual que en el ámbito doméstico. Es sobre todo en este ámbito donde las empresas proveedoras de energía o *utilities* pueden jugar un papel clave en la promoción de la eficiencia energética.

Como se estudiará en el Capítulo 5, el cliente final, en los casos de querer obtener información sobre planes de eficiencia energética, acudiré a la empresa que le provee de energía. Lo mismo ocurre cuando quiere obtener asesoramiento personalizado sobre planes de eficiencia energética para realizar mejoras, o para comprar o inscribirse en un plan de eficiencia energética<sup>18</sup>. De aquí se vislumbra la importancia que estas empresas tienen en sus aplicaciones.

Estas empresas, por tanto, cobran un protagonismo especial a la hora de transmitir al cliente las posibles recomendaciones para aplicar eficazmente medidas para la mejora de la eficiencia. Además, pueden contribuir a aumentar la confianza del consumidor e influir notablemente en su percepción y comportamiento de la energía.

### 6. Algunos aspectos macroeconómicos del ahorro y la eficiencia

El precio de la electricidad para el sector doméstico ha crecido en torno al 50% en el período 2001-2009 en España, donde las piznas al régimen especial, entre otros factores, han tenido un importante peso, superando en muchos casos la media europea. Además, en el caso del sector industrial, el precio final de la electricidad se ha duplicado en el mismo período.

Por otro lado, el precio del barril de Brent alcanzó los 140 dólares en julio de 2008 y si bien esta cantidad se vio disminuida en los años sucesivos, en 2011 su precio está volviendo a subir. De manera paralela, los precios del CO<sub>2</sub> previstos para los próximos años también serán un factor a tener en cuenta.

Ante el reto de incremento de los precios, surgen iniciativas que buscan rebajar la factura energética y donde el ahorro y la eficiencia energética juegan un aspecto fundamental. Existen estudios que rebajando la demanda de energía en un 20% para

<sup>18</sup> Accenture: Understanding Consumer Preferences in Energy Efficiency, 2010



**34** | Talleres de Ahorro y Eficiencia Energética

2030, se podría alcanzar una reducción de 50.000 millones de euros en términos de inversión, una reducción de la capacidad instalada de un 19%, y un ahorro de 8.500 millones de Euros de generación anual.<sup>19</sup>

En cuanto a España, las medidas del E4 podrían redundar en un crecimiento de entre el 0,14% y el 0,25% del PIB, más de 20.000 empleos y más de 3.800 millones de nueva inversión en el horizonte 2022.

Estos datos, junto con el ya mencionado relativo al ahorro de 2.300 millones de euros anuales en importaciones energéticas del Plan de Intensificación del Ahorro y la Eficiencia Energética (EE), aclaran también algunos aspectos sobre la importancia del fomento del ahorro y la eficiencia energética.

## 7. La visión del cliente final

Cuando se habla de ahorro y eficiencia energética, la visión del cliente final puede variar mucho dependiendo de varios factores. Dentro de las empresas, serán su tamaño, su dispersión geográfica, la cantidad de energía consumida, su tipología de consumo (fuente energética, consumo en proceso productivo o no, consumo en picos o estable, etc.) o el impacto económico del consumo energético sobre la cuenta de resultados, algunos de los factores que habrán de tenerse en cuenta para comprender las distintas aproximaciones posibles al tema.

En concreto, durante el Taller, se ha puesto de manifiesto un hecho que no por conocido deja de ser esperanzador: la eficiencia energética está en el punto de mira de las empresas convirtiéndose en muchos casos, y en especial en aquellas de un tamaño importan- te, en un eje estratégico de actuación. Respecto a los factores impulsores, son fundamentalmente el económico y los derivados de la responsabilidad social corporativa.

Las actuaciones presentadas son de varios tipos, eligiendo cada empresa acometer unas o varias de ellas:

- Tarifarias
- Ahorro energético
- Eficiencia energética
- Generación (cogeneración, renovables...)
- Reducción huella CO<sub>2</sub>



Las medidas tarifarias no están dentro del ámbito del ahorro y la eficiencia, pero han sido las primeras que han tomado las empresas a medida que el coste energético ha ido creciendo en importancia dentro de la cuenta de resultados. Entre estas medidas podemos encontrar la modulación del consumo para adaptarse a las horas valle o la negociación de precios aprovechando las distintas estructuras ofrecidas por los comercializadores.

Por otro lado, las medidas de reducción de la huella de CO<sub>2</sub> tampoco pertenecen estrictamente al ámbito del ahorro y la eficiencia energética, si bien comparten parcialmente sus objetivos. Los motivos fundamentales para que una empresa decida acometer medidas de este tipo, como por ejemplo la plantación de zonas verdes, suelen estar mayoritariamente en el ámbito de la responsabilidad social corporativa.

En cuanto a las medidas de ahorro y eficiencia energética propiamente dichas, de las experiencias comentadas, podemos extraer un patrón común. En todos los casos, el modelo seguido para mejorar la eficiencia energética ha sido muy parecido al propuesto por las normas de referencia ISO50001 o UNE EN16001, que consiste básicamente en el ciclo de mejora continua PHVA<sup>20</sup>. Además, también en todos los casos, la primera actuación que se realizaba consistía en caracterizar los consumos, estableciendo indicadores que permitirían realizar un seguimiento adecuado. Posteriormente, se identificaban aquellas áreas de mejora y se proponían medidas concretas estableciendo criterios de prioridad a la hora de acometerlas.

Cabe destacar que la mayoría de las actuaciones llevadas a cabo responden a criterios puramente económicos y, por tanto, en primer lugar, se han desarrollado aquellas con una tasa de rentabilidad económica más elevada.

En cualquier caso, como se ha comentado anteriormente, existen ciertas barreras que dificultan las mejoras en la eficiencia energética, particularmente para las empresas de tamaño medio y pequeño. La existencia de precios subvencionados ha provocado que hasta hace relativamente poco tiempo, no se tomara demasiado en consideración el aspecto energético, por lo que, en muchos casos, ni siquiera se disponía de información sobre consumos, sino que la información relativa a la energía se reducía a la contable.

Por otro lado, puede existir en este tipo de empresas cierta confusión provocada, por un lado, por la falta de control del consumo energético y, por otro, por la multitud de tecno-

<sup>20</sup> El diagnóstico organizacional es una herramienta que permite a una organización detectar oportunidades para mejorar su desempeño. Ciclo PHVA: Planificar, Hacer, Verificar y Actuar (PDCA Cycle por sus siglas en inglés)



36 | Talleres de Ahorro y Eficiencia Energética

logías, proveedores y cambios en la regulación. Esto lleva a la toma de medidas puntuales en función del conocimiento de tecnologías y proveedores en lugar del establecimiento de un plan ordenado de actuación, hecho que complica la gestión y hace imposible verificar las mejoras.

Sólo desde la combinación de las medidas propuestas en el apartado cinco del presente Capítulo se podrá mejorar el desarrollo de la eficiencia y el ahorro energético. Las empresas de servicios energéticos mitigarán la falta de información y evitarán el ruido producido por la multitud de tecnologías disponibles, favorecerán la implantación de sistemas de gestión y facilitarán la adopción de medidas que, en muchos casos, son inasumibles para el usuario final al aportar la financiación inicial necesaria.



## CAPÍTULO 2. LAS EMPRESAS DE SERVICIOS ENERGÉTICOS

*Joaquín Chico Céspedes*

*Ignacio Leiva Pozo*

### 1. Introducción

Las empresas de servicios energéticos brindan a sus clientes la planificación, realización y financiación de una serie de medidas de eficiencia energética en sus instalaciones, con el fin de optimizar el suministro y el uso de la energía resultando en un ahorro de consumo y de coste para el cliente y manteniendo su nivel de bienestar (comfort).

Este modelo de negocio ya ha demostrado su viabilidad en países tales como Alemania y Estados Unidos, y comienza a desarrollarse y a tomar importancia en España, aunque todavía tiene un gran camino por recorrer.

Los mercados de servicios energéticos tienen su origen en la oportunidad de venta cruzada del mantenimiento o suministro energético generando negocio adicional y, posteriormente, adquieren un mayor protagonismo por la necesidad de alcanzar los objetivos nacionales y europeos de eficiencia energética y reducción del consumo de energía. Así, si bien la aparición de este tipo de empresas en las políticas y planes de eficiencia energética es relativamente reciente, estos agentes llevan operando desde hace años en sectores tales como el industrial o gran terciario (hospitales y centros comerciales).

No es sencillo entender esta tipología de negocio, las diferentes modalidades de contratación que existen, cómo los modelos de contrato se adaptan a cada tipo de cliente, la especial relevancia de las medidas de protocolo y verificación de ahorro y de los tiempos de contratación y, en general, aquellos conceptos que giran en torno a las ESEs.

Tras el diseño del primer Taller, el Grupo de Trabajo de Ahorro y Eficiencia Energética consideró necesario que los asistentes al segundo pudieran conocer y adarar sus dudas en



### 38 | Talleres de Ahorro y Eficiencia Energética

tomo al mercado de las ESEs, que en Europa, en 2010, alcanzó una facturación anual de entre 10.000 y 15.000 Millones de euros<sup>21</sup>.

El Grupo diseñó el programa de manera que los asistentes pudieran conocer el día a día de una ESE en España desde el punto de vista de las Asociaciones del sector, la Industria y de grandes expertos en la materia. Referencias a mercados internacionales como el de Alemania, que cuenta con cerca de 500 ESEs, Francia con cerca de 100, o Estados Unidos como ejemplo de gran madurez, fueron también referencia obligada en el segundo Taller.

Otro de los motivos que llevó a centrar el Taller 2 en estos agentes, es su importante papel en el desarrollo y consolidación del sector energético, erigiéndose como agentes fundamentales entre el consumidor energético y la tecnología eficiente, facilitando el acceso a la financiación necesaria para acometer las inversiones.

Al igual que en todos los demás talleres, especial importancia se dio al análisis de casos prácticos por lo que, entre otros, se presentó la experiencia de la UTE a la que se le adjudicó el concurso del primer contrato con la Administración Pública dentro del Plan 2000 ESE de impulso a la Contratación de Servicios Energéticos: El proyecto Cuzco.

Por último, comentar que la sesión no sólo tenía la intención de informar, sino también de animar a las empresas a integrarse en esta tipología de negocio que abarca no solamente a las empresas energéticas, sino a mantenedores, instaladores, constructores, fabricantes de equipos e ingenierías y, en los últimos años, también a las consultoras, para contribuir a solucionar la problemática energética del modelo actual y generar riqueza en un mercado abierto a muchas posibilidades.

## 2. La regulación europea y española en materia de servicios energéticos

En el ámbito de la Unión Europea, la Directiva 2006/32/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo de 5 de abril de 2006<sup>22</sup>, sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos y por la que se deroga la Directiva 93/76/CEE del Consejo, dedica uno de sus capítulos a la promoción de la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos.

21 Energy Service Companies Market in Europe 2010. JRC European Commission

22 [http://eur-lex.europa.eu/smartapi/cgi/sga\\_doc?smartapi!telepub!prodDoc!number&lg=es&type\\_doc=Directive&an\\_doc=2006&nu\\_doc=32](http://eur-lex.europa.eu/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!telepub!prodDoc!number&lg=es&type_doc=Directive&an_doc=2006&nu_doc=32)



Con el objetivo de fomentar las ESEs, la Directiva obliga a los Estados miembros a:

*“... fijar objetivos orientativos nacionales para fomentar la eficiencia energética del uso final, asegurar el crecimiento y la viabilidad continuos del mercado de servicios energéticos y contribuir de este modo a la ejecución de la estrategia de Lisboa”*

Asimismo, en la Directiva se definen los conceptos de servicios energéticos, empresa de servicios energéticos y contrato de rendimiento energético, tal como se verá más adelante.

En relación a la regulación española, el Plan de Acción 2008 – 2012<sup>23</sup>, enmarcado dentro de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España (E4) 2004 – 2012, estableció los siguientes objetivos en relación a las empresas de servicios energéticos:

- Activar esta tipología de empresas, consideradas como agentes intermediarios fundamentales para la aplicación de políticas de ahorro, con el objetivo de promover la venta de ahorro y eficiencia y apostar y ajustar sus beneficios al cumplimiento de objetivos.
- Potenciar la profesionalización y existencia de empresas que presten servicios energéticos basadas en la eficiencia energética y, en paralelo con los sellos de calidad o medio ambiente, promover la creación de marcas de eficiencia energética en sus productos, procesos, servicios, etc. en todos los sectores.

Adicionalmente, en el Plan de Activación del Ahorro y la Eficiencia Energética 2008 – 2011 se incluyó una medida específica relativa al “impulso al mercado de servicios energéticos” a través de las siguientes actuaciones:

- Desarrollo reglamentario de la Ley 30/2007 de Contratos del Sector Público que impulse la contratación de ESEs.
- Establecimiento de un sistema de homologación y definición de la figura de las ESEs de acuerdo con lo establecido en la Directiva 32/2006/CE sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos<sup>24</sup>.

<sup>23</sup> [http://www.idaee.es/index.php/mod/documentos/nem\\_descarga?file=/documentos\\_Plan\\_de\\_Accion\\_2008-2012\\_19-07-07\\_con\\_TABLAS\\_PDF\\_ACC\\_2936ad7f.pdf](http://www.idaee.es/index.php/mod/documentos/nem_descarga?file=/documentos_Plan_de_Accion_2008-2012_19-07-07_con_TABLAS_PDF_ACC_2936ad7f.pdf)  
<sup>24</sup> Se ha desarrollado una base de datos en la web de IDAE de Empresas de Servicios Energéticos



**40 | Talleres de Ahorro y Eficiencia Energética**

- Establecimiento de una línea de financiación preferente para proyectos de ahorro y energía llevadas a cabo por ESEs (60 millones de euros en 2009 y 120 millones de euros en 2010).

En el Plan de Activación de la contratación de empresas de servicios energéticos en edificios de la Administración General del Estado<sup>25</sup>, se incluían medidas para reducir un 20 por ciento el consumo de energía en un total de 330 de dichos edificios.

El Plan 2000 ESE de Impulso a la Contratación de Servicios Energéticos<sup>26</sup>, aprobado por el Consejo de Ministros en julio de 2010, amplió a 2.000 edificios públicos esta iniciativa: 1.000 de la Administración General del Estado y otros 1.000 de las Administraciones locales y autonómicas.

En el Plan de Intensificación del Ahorro y la Eficiencia Energética de marzo de 2011 y, más concretamente, con la medida número 11, línea ICO<sup>27</sup>-ESE para el Impulso al Plan 2000 ESE para Obras de Ahorro y Eficiencia Energética en Edificios Públicos, se pretende potenciar el desarrollo de las empresas de servicios energéticos, dando como resultado una mayor eficiencia energética del uso final de la energía y asegurando el crecimiento y la viabilidad de ese mercado.

El Instituto de Crédito Oficial (ICO) ya dispone de una línea de mediación, denominada inversión sostenible, para financiar, entre otras, inversiones en eficiencia energética y en energías renovables y que cuenta con un presupuesto de 10.000 millones de euros.

Se trata de, en el marco de esta línea, establecer un convenio de colaboración entre el ICO y el IDAE por el que se difunda la posibilidad de acceder a esta financiación por parte de empresas de servicios energéticos. El importe inicial destinado a la financiación de las ESEs será de 600 millones de euros hasta el 19 de marzo de 2011.

- **Definición de empresa de servicios energéticos**

En el ámbito europeo y según la Directiva 2006/32/CE sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos, una empresa de servicios energéticos se define como:

*“Persona física o jurídica que proporciona servicios energéticos o de mejora de la eficiencia energética de las instalaciones o locales de un usuario y afronta cierto grado de*

25 Consejo de Ministros, 11 de diciembre de 2009

26 [http://www.egamp.com/adultos/25/1240\\_Plan120impulso.pdf](http://www.egamp.com/adultos/25/1240_Plan120impulso.pdf)

27 <http://www.ico.es/web/contenidos/home/home.html>



*riesgo económico al hacerlo. El pago de los servicios prestados se basará (en parte o totalmente) en la mejora de la eficiencia energética y en el cumplimiento de los demás requisitos de rendimiento convenidos.”*

Adicionalmente, en la legislación española, el artículo 19 del Decreto Ley 6/2010 de medidas de impulso económico encaminado sobre todo al ámbito público, expone:

*“Se entiende por empresa de servicios energéticos a los efectos de este Real Decreto Ley aquella persona física o jurídica que pueda proporcionar servicios energéticos, en la forma definida en el párrafo siguiente, en las instalaciones o locales de un usuario y frente cierto grado de riesgo económico al hacerlo. Todo ello, siempre que el pago de los servicios prestados se base, ya sea en parte o totalmente, en la obtención de ahorros de energía por introducción de mejoras de la eficiencia energética y en el cumplimiento de los demás requisitos de rendimiento convenidos.”*

Es relevante señalar a este respecto el Título del Decreto Ley 6/2010 (medidas para el impulso de la recuperación económica y el empleo), lo que permite dilucidar el objetivo de la Administración de destacar las ESEs como elemento importante para la reacción económica. Cabe mencionar también que este Decreto Ley es el único marco regulatorio que existe en la actualidad con la definición de este tipo de empresas en España.

Como se puede comprobar en ambas definiciones, encontramos dos puntos en común que serán desarrollados en el presente Capítulo: el **riesgo económico asumido** por la ESE y el **pago de los servicios en base a los ahorros** efectivamente obtenidos.

- **Definición de servicios energéticos**

En la normativa anteriormente mencionada, se contempla también la definición de lo que se entiende por servicios energéticos. Así, la Directiva 2006/32/CE define el servicio energético como:

*“...el beneficio físico, utilidad o ventaja derivados de la combinación de una energía con una tecnología eficiente en términos de energía y/o con una acción, que podrá incluir las operaciones, mantenimiento y control necesarios para prestar el servicio, que es prestado basándose en un contrato y que en circunstancias normales ha demostrado llevar a una mejora de la eficiencia energética verificable y mensurable o estimable y/o a un ahorro de energía primaria.”*

**42** | Talleres de Ahorro y Eficiencia Energética

Por otro lado, en España, el Decreto Ley 6/2010 se refiere a servicios energéticos como:

*“...el conjunto de prestaciones incluyendo la realización de inversiones inmateriales, de obras o de suministros necesarios para optimizar la calidad y la reducción de los costes energéticos. Esta actuación podrá comprender además de la construcción, instalación o transformación de obras, equipos y sistemas, su mantenimiento, actualización o renovación, su explotación o su gestión derivados de la incorporación de tecnologías eficientes. El servicio energético así definido deberá prestarse basándose en un contrato que deberá llevar asociado un ahorro de energía verificable, medible o estimable”.*

### 3. Mercados norteamericano y europeo de empresas de servicios energéticos

En Estados Unidos existe una importante tradición de prestación de servicios energéticos a través de una gran cantidad de empresas que prestan este tipo de servicios. Basado en el análisis de este mercado, dos fenómenos dignos de destacar son, por un lado, que en el último lustro ha existido una pequeña reducción en el número total de ESEs debido a la concentración de las existentes y, por otro lado, la tendencia a aumentar el número de empresas de carácter independiente en detrimento fundamentalmente de las empresas proveedoras de energía dedicadas a estos servicios.

La industria de las ESEs<sup>28</sup> creció en Estados Unidos cerca de un 7% entre 2006 y 2008, con unos ingresos de entorno a 4.000 millones de en 2008 y se calcula que éstos alcanzarán los 7.000 millones en 2011, con un crecimiento anual del 26% entre 2009 y 2011.

Los mercados denominados MUSH (*municipal and state governments, universities and colleges, k-12 schools, and hospitals*) fueron además responsables del 84 % de estos ingresos, estando el 75% relacionados con actividades de tecnologías eficientes.

En Europa, aunque con menos tradición que en Estados Unidos, existe también un amplio desarrollo de la prestación de servicios energéticos, con gran diferencia en la implantación dependiendo de los países<sup>29</sup>. En la siguiente tabla se puede ver como la naturaleza de las empresas europeas no difiere mucho de aquella a la que ha evolucionado en Estados Unidos, predominando también las empresas independientes especializadas que son capaces de una adaptación a los distintos entornos y tipologías de clientes.

28 Información extraída del documento “ A Survey of the US ESCO Industry: Market Growth and Development from 2008 to 2011”: <http://www.naesco.org/resources/industry/documents/ESCO%20study.pdf>.

29 Para una mayor ampliación sobre el mercado de ESEs en Europa, consultar el documento “Conceptos de ahorro y eficiencia energética: Evolución y Oportunidades”. Enerclub, 2010



Tabla 2.1. Perfil de las ESE en Europa

Perfil de las ESEs	Número de compañías
Fabricantes y distribuidores de equipos	32%
Compañías independientes especializadas	35%
Compañías financieras	1%
Distribuidoras energéticas	18%
Agencias del sector público	8%
Empresas de capital mixto público-privado	9%
Otras	4%

Fuente: EU Institute for Environment and Sustainability – Report Upgrade 2009

En cuanto a la distribución por sectores, hay que resaltar que en el industrial y en el público es donde se están generando el mayor número de contratos en la actualidad y cómo la gran mayoría de estos contratos son del tipo de ahorros garantizados o ahorros compartidos.

## 4. Modalidades de contratación

### 4.1. Parámetros para definir la modalidad de contrato

Como se ha analizado, las ESEs desarrollan servicios energéticos asumiendo un compromiso de ahorro económico con el contratante. Esta definición da lugar a una amplia variedad y modalidades de contratos en función de diferentes parámetros, como son:

- **Reparto de ahorros:** En función de las necesidades del contratante y la proporción de ahorros del proyecto, se establecen diferentes posibilidades de reparto de ahorros, bien desde el comienzo del proyecto, al final del mismo, de forma creciente con el transcurso del proyecto o según lo pactado entre las partes.
- **Financiación del proyecto:** Las inversiones para la consecución del objetivo de conseguir ahorros pueden ser realizadas directamente por la ESE, a través de una modalidad de financiación en la cual se involucra a una entidad financiera, financiación mixta, e incluso puede ser el propio contratante el que realiza la inversión, si bien esta modalidad se aleja ligeramente del modelo específico de empresas de servicios energéticos.

- Duración del contrato: Aspecto clave para la definición del tipo de modelo de contrato y, a diferencia de los plazos de contratación de suministro energético, la duración depende de la financiación de la inversión y de la repartición de los ahorros. Generalmente, los contratos suelen oscilar en 5 y 20 años de duración.

- Garantía y compartición de ahorros: Suele diferenciarse entre ahorros garantizados en los que el contratante siempre verá reducido su consumo energético en la proporción garantizada, independientemente de que las medidas establecidas por la ESE alcancen el ahorro energético estimado; ahorros compartidos, en los que la empresa de servicios energéticos no se compromete a ningún ahorro específico sino que éstos se comparten; y la modalidad de ahorros garantizados y compartidos, que es una mezcla de las modalidades anteriores.

En base a estos factores, existen unas modalidades de contratación que son las más utilizadas.

#### 4.2. Modelos de contrato

En el presente apartado se analizarán las modalidades de fórmulas contractuales más comunes, si bien hay que tener en cuenta que cada cliente tiene una característica especial y, por tanto, existen un número mucho más elevado de modalidades de contratación.

Este apartado se centrará principalmente en los modelos de contratos de suministro o de venta de energía, el de pago por ahorros y el contrato de las 5 P.

- **Contrato de venta de energía**

Esta modalidad de contrato, también denominado *Energy Supply Contract* (ESC) o contrato de suministro, se caracteriza porque la ESE gestiona el suministro de energía. Así, estas empresas parten de una serie de energías primarias y tecnologías convirtiéndolas en energías útiles para el cliente, y suelen asumir todos los riesgos a excepción de aquellos relacionados con la evolución de los precios de la energía y de la demanda de energía final, sobre todo en contratos de larga duración, donde el coste de los servicios está indexado a la evolución de los precios de la energía primaria, de acuerdo con la fórmula pactada. En climatización, suele tratarse de un contrato estándar.

En relación al suministro de energía, éste se realizará según las condiciones (vapor, agua caliente, frío, electricidad, etc.) y precio pactados previamente con el cliente. En ocasiones es complicado justificar ante el cliente el aumento del precio de la energía primaria utilizada, sobre todo dependiendo de la tipología de ésta.



Este modelo de contrato incluye normalmente los siguientes servicios por parte de la ESE:

- Compra y gestión de energía en las mejores condiciones
- Operación y control permanente de las instalaciones
- Mantenimiento y reparación de las instalaciones
- Garantía de reparación, renovación y financiación de inversiones

Así, normalmente la ESE adquiere compromisos mediante Acuerdos de Nivel de Servicio de temperatura, de iluminación, de rendimientos, costes, controles reglamentarios, balances y asesoramiento.

#### • **Contrato de pago por ahorros**

También denominado contrato de prestaciones, o de rendimiento energético, de ahorros garantizados o *Energy Performance Contract* (EPC), es probablemente el modelo de contratación de servicios energéticos más desarrollado a nivel internacional, sobre todo en países como Alemania o Estados Unidos.

Este modelo de contrato se basa en una relación contractual entre la ESE y el cliente, donde la primera garantiza unos ahorros de energía que se utilizarán para amortizar las inversiones de los equipos necesarios para conseguir los ahorros, que normalmente han sido asumidas por la ESE al inicio del proyecto.

En otras palabras, incluye la implantación de medidas de mejora de la eficiencia energética mediante la reducción del consumo, recuperándose las inversiones en dichas medidas mediante los ahorros esperados según las mejoras y requisitos de rendimiento, acordadas entre la ESE y el cliente.

Se basa, en definitiva, en recuperar las inversiones realizadas mediante el ahorro que generan las mismas.

Frente a los contratos de venta de energía (ESC) donde la ESE ataca principalmente la producción, este tipo de contratos gestiona la demanda, atacando por tanto también al consumo. Para su aplicación, además, el cliente debe tener un consumo mínimo para llevarlo a cabo.

Este tipo de contrato está definido en la Directiva 2006/32/CE como:



## 46 | Talleres de Ahorro y Eficiencia Energética

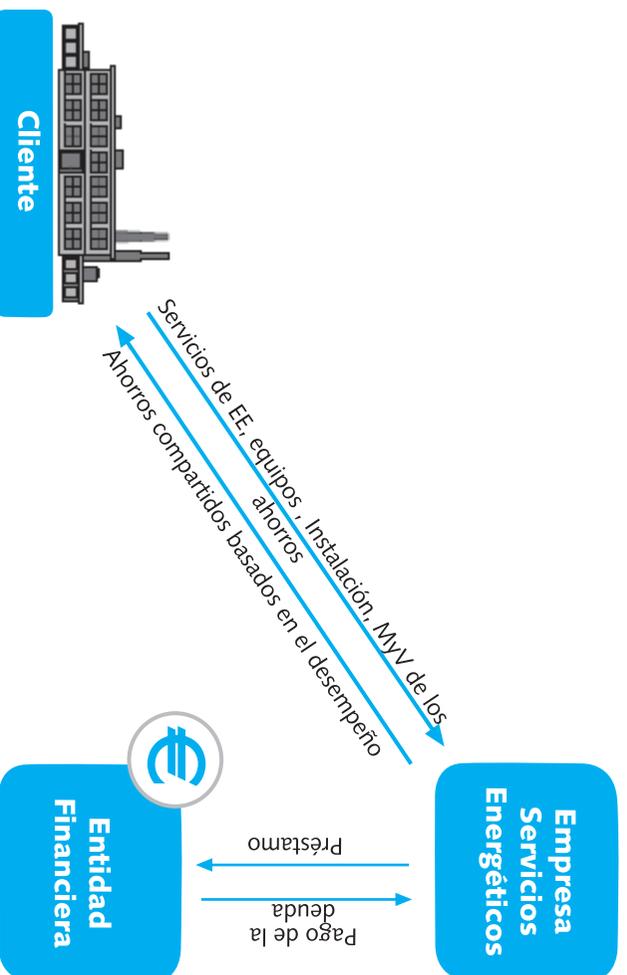
*“...el acuerdo contractual entre el beneficiario y el proveedor (normalmente una ESE) de una medida de mejora de la eficiencia energética, cuando las inversiones en dicha medida se abonen respecto de un nivel de mejora de la eficiencia energética convenido por contrato.”*

En relación con estos contratos, cabe desatacar las diferentes etapas del proyecto como son el análisis de prospección sobre las condiciones con las que cuenta el cliente, la realización del estudio genérico de detalle, la negociación del contrato, la ejecución de las actuaciones pertinentes, y la medición del ahorro energético derivado de la implantación de las medidas, como se definirá más adelante.

Como se ha explicado en el apartado anterior, existen derivados de estos contratos que se definen en función del reparto de riesgos derivados de la incertidumbre de los ahorros, destacando:

- **Ahorros compartidos:** Los ahorros conseguidos se comparten durante un cierto periodo de tiempo para que el cliente perciba parte de los beneficios desde el principio y dado un cierto porcentaje entre el cliente y la ESE. Es, probablemente, el contrato más utilizado.

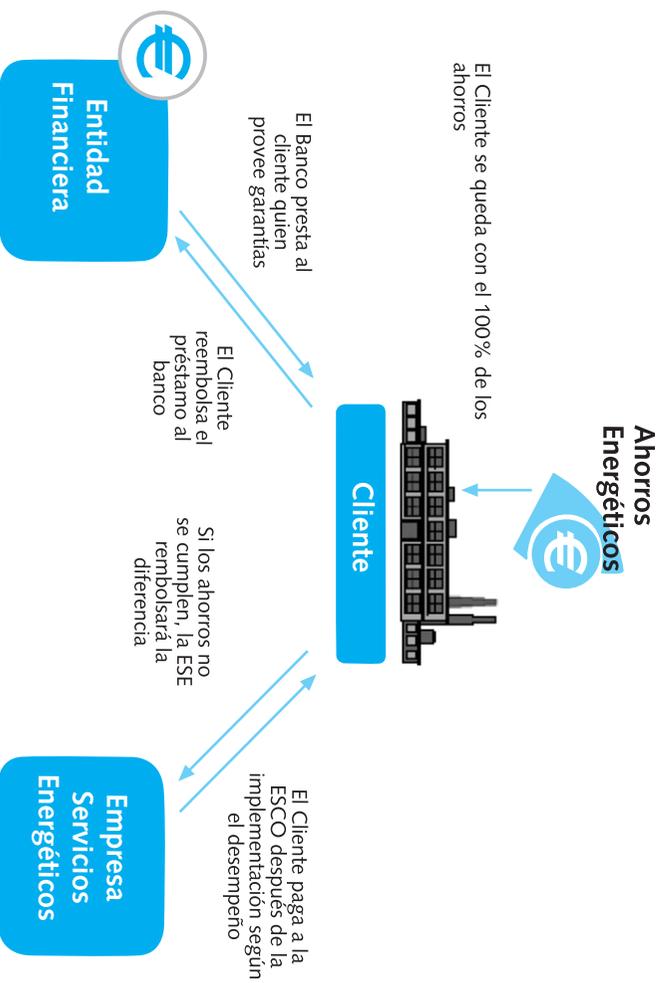
Gráfico 2.1. Contratos EPC. Modelo de Ahorros Compartidos



Fuente: Anese

- **Ahorros garantizados:** La ESE garantiza un cierto nivel de ahorro al cliente de forma que, independientemente del rendimiento de la instalación, el cliente ya tiene asegurado un descuento en su factura. Habitualmente, la ESE recibe una cuantía previamente establecida por los costes incurridos más la rentabilidad del proyecto.

Gráfico 2.2. Contratos EPC: Modelo de Ahorros Garantizados



Fuente: Anese

#### • Contrato híbrido

Es el tipo de contrato utilizado en la mejora de la eficiencia energética en el complejo de Cuzco, que se describirá con mayor amplitud en el apartado 6 del presente Capítulo.

Supone la combinación de un contrato de pago por ahorros y un contrato de suministro energético, incluyendo los siguientes servicios:

- Ingeniería, construcción, montaje y puesta en marcha
- Gestión de licencias
- Dirección facultativa
- Operación

**48** Talleres de Ahorro y Eficiencia Energética

- Mantenimiento
- Suministro energético

En definitiva, la ESE asume los contratos de suministro energético y mantenimiento y el modelo de pago por ahorros, que tiene que financiar sus inversiones con los ahorros implícitos y asume la gestión de la demanda.

- **Contrato de gestión energética 5P**

Este modelo de contrato consiste en la prestación de servicios energéticos acumulativos en función de las necesidades del cliente. El modelo consiste en la prestación de servicios energéticos en base a una serie de "Prestaciones" o "Ps" que ha de cubrir el mismo.

Analizando las cinco "Ps":

- **Prestación P1. Gestión energética:** Gestión energética necesaria para el funcionamiento correcto de las instalaciones objeto del contrato; gestión del suministro energético de combustibles y electricidad de todo el edificio, control de calidad, cantidad y uso, y garantías de aprovisionamiento.
- **Prestación P2. Mantenimiento:** Mantenimiento preventivo para lograr el perfecto funcionamiento y limpieza de las instalaciones con todos sus componentes, así como lograr la permanencia en el tiempo del rendimiento de las instalaciones y de todos sus componentes al valor inicial.
- **Prestación P3. Garantía total:** Reparación con sustitución de todos los elementos deteriorados en las instalaciones.
- **Prestación P4.** Obras de mejora y renovación de las instalaciones consumidoras de energía: Realización y financiación de obras de mejora y renovación de las instalaciones, a propuesta de la Administración titular del edificio.

Además, la ESE podrá desarrollar inversiones en equipos adicionales para conseguir un mayor ahorro económico. Entra aquí la denominada prestación número 5.

- **Prestación P5. Inversiones en ahorro energético y energías renovables.** Estas instalaciones serán estudiadas, propuestas, ejecutadas y financiadas por la ESE, mediante los ahorros o venta de energía renovable conseguidos dentro del periodo de vigencia del contrato.

**I** 30 Según la definición de la Directiva 2006/32/CE



En este ámbito, los contratos de gestión energética integral merecen especial atención por su carácter ejemplarizante y por el elevado impulso que se le está dando desde la Administración, fomentando la activación de la eficiencia energética en los edificios de la Administración General del Estado.

## 5. Metodología y fases del proyecto

En relación a la metodología utilizada para la implementación de servicios energéticos, cabe destacar las siguientes fases:

- **Auditoría energética**

Esta fase del servicio consiste en analizar el perfil de consumo de energía existente en una instalación, determinando y cuantificando las posibilidades de ahorro de energía y elaborando un informe al respecto. Es fundamental para el proyecto, ya que de su correcta ejecución depende el aseguramiento de su rentabilidad para la ESE y de los ahorros estimados para el cliente.

Se estima y evalúa la capacidad de ahorro y eficiencia de una instalación y si el proyecto es viable, todo ello con un corto periodo medio de retorno de la inversión.

- **Diseño de la instalación y establecimiento de las garantías**

En esta fase del proyecto, a partir de la auditoría energética, la ESE diseña la instalación, determinando tanto los ahorros energéticos potenciales como los económicos. Este cálculo de ahorros es la base para la definición de las garantías del contrato que suscribirán la ESE y el cliente.

- **Implementación del proyecto**

Una vez aprobado el proyecto por el cliente y definido y firmado el contrato, la ESE implanta las medidas acordadas.

Estas medidas pueden ser muy variadas (iluminación, ventilación, equipos auxiliares, envolvente térmica, etc.) estando encaminadas a reducir el consumo de energía y aumentando la eficiencia energética de la instalación.

- **Operación y mantenimiento**

Otro de los servicios prestados en el marco del servicio energético es el de operación y



mantenimiento de la instalación, lo que supone que en algunos casos sea necesaria alguna inversión adicional que asegure el correcto funcionamiento de los equipos.

Esta fase del servicio puede englobar otras tareas, tales como: la gestión de los suministros energéticos, operación y mantenimiento de los equipos.

- **Control, medición y verificación**

Puesto que normalmente el éxito del proyecto y del modelo de negocio de una ESE depende de los ahorros conseguidos, se hace necesario llevar a cabo un seguimiento de los consumos para verificar que los ahorros previstos se están produciendo. En el caso de que no se verifiquen en el nivel deseado, este seguimiento permite llevar a cabo medidas correctoras.

## 6. La importancia de los protocolos de medida y verificación de ahorros

A lo largo de todo el Capítulo, se ha reiterado la importancia que los protocolos de medida y verificación tienen para las ESEs. Al referirnos a estos protocolos, es muy relevante el uso de la terminología adecuada para su mejor comprensión y aplicación. Existen varios protocolos de medida y verificación, sin embargo, se analizará principalmente el protocolo IPMVP, uno de los más usados en el ámbito internacional.

En los años 90, el DOE (Departamento de Energía Norteamericano) impulsó la estandarización de los métodos de medida y verificación de ahorros y publicó el NPMV (*Northamerican Performance Measurement and Verification*) que pasa a llamarse IPMVP (*International Performance Measurement & Verification Protocol*) que es actualizado y mantenido por EVO.

Existen otros protocolos de medida y verificación como son el publicado por el ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*), el FEMP (*Federal Energy Management Project*), o el ESMG australiano (*Energy Savings Management Guide*), entre otros.

Un aspecto especialmente relevante de estos protocolos tiene que ver con la terminología con que se denomine a los elementos inherentes a él. Así, un plan de medida y verificación es un documento concreto que refleja cómo se va a medir y actuar para verificar los resultados del proyecto, siendo el protocolo el marco de referencia. En este sentido, la medida y verificación consiste en medir y verificar variables significativas con una precisión conocida, bien utilizando mediciones puntuales, esporádicas o continuas, para establecer de forma fiable y conocida el ahorro real generado. Es en este punto donde radica la importancia de la medida y verificación, ya que como se ha comentado, del ahorro real



finalmente conseguido dependerán los ingresos del servicio energético para la ESE<sup>30</sup>.

El protocolo que se utilice debe ser de carácter internacional, principalmente porque permitirá que la ESE pueda entenderse con personas de diferentes procedencias, para que no exista un monopolio sobre una aplicación y se aporte transparencia en el mercado creando un ambiente de confianza. Y para que resultados de diferentes proyectos puedan ser comparables entre sí.

Otro de los conceptos básicos más relevantes es el de la Línea Base. Para la determinación de los ahorros, cabe destacar la importancia de medir el consumo de energía para posteriormente compararlo respecto al consumo del sistema antes de la reforma. Así, en la etapa anterior al proyecto, se traza el consumo de energía de la instalación o equipo considerado antes de la implantación de las medidas de ahorro de energía y las condiciones en las que se produce.

Una vez ejecutadas las reformas, se mide de nuevo la energía y se compara con la Línea Base anterior más o menos los ajustes, calculando en base a estos elementos, los ahorros. Esta línea de referencia más menos los ajustes, se denomina Línea Base Ajustada.

La ecuación fundamental para el cálculo de ahorros bajo el IPMVP es:

$$\begin{aligned} &+ \text{Consumo Período de referencia} \\ &- \text{Consumo Período demostrativo de ahorro} \\ &\hline &+/- \text{Ajustes} \\ &\hline &\text{Ahorro} \end{aligned}$$

Otro concepto importante a tener en consideración se refiere a los ajustes, que es la manera de poner la situación anterior, la Línea Base, en las condiciones actuales. Con anterioridad a la firma del contrato, se debe pactar con el cliente cómo se van a realizar esos ajustes.

Existen dos métodos básicos de medida y verificación según el protocolo IPMVP. O bien se miden todos los parámetros de las medidas de ahorro aplicadas, lo cual supone un mayor coste en medidores, o bien se mide el impacto de estas y otras medidas de ahorro en el contador general verificando toda la instalación. El método de toda la instalación es más económico, pero puede aportar incertidumbres. Los ajustes suelen ser más sencillos de identificar en el método que mide sólo las medidas de ahorro porque se controlan de mejor forma. El método a utilizar se seleccionará en base a la búsqueda del equilibrio entre lo que se va a gastar en medir, la precisión que se quie-

## 52 | Talleres de Ahorro y Eficiencia Energética

re obtener, si se quiere gestionar el consumo total de energía o evaluar una mejora en particular.

En cuanto a la verificación aislada de las medidas de ahorro y eficiencia, se puede medir un parámetro clave (método A), o bien todos los parámetros (método B). El método A sólo mide un parámetro clave y permite una reducción en los costes de medida pero introduce cierta incertidumbre en la cantidad estimada. En el método B se miden todos los parámetros e implica el coste de equipos de medida, la lectura y el cálculo, pero reduce la incertidumbre en la medida de la precisión del equipo.

**Tabla 2.2. Ejemplo de metodologías del IPMVP**

	Opción A	Opción B
Medición del periodo de referencia	400 kW	200.000 kWh
Medición del periodo demostrativo de ahorro	300 kW	150.000 kWh
Horas de operación estimadas	500 hrs	
Consumo de energía evitado	100 kw x 500 hrs = 50.000 kWh	50.000 kWh

Fuente: Solidin

A - Mide sólo la parte clave del consumo de energía: p. e., la ESE sólo es responsable de la reducción de potencia.

B - Mide todos los factores que gobiernan el consumo energético: p. e., la ESE es responsable del control de nivel de la iluminación y del cambio de lámparas.

En cuanto a la verificación de toda la instalación, existen a su vez otros dos métodos, C y D. La opción C consiste en la verificación de toda la instalación basándose en datos históricos, tanto los de consumo en el periodo de referencia como los de consumo en el periodo demostrativo de ahorro. La opción D se realiza cuando no hay datos (o instalación) del periodo de referencia por lo que deben ser generados bajo un conjunto de condiciones controladas. A través de una simulación calibrada del comportamiento de ese edificio obteniendo los resultados de los contadores, se le pueden quitar las medidas de ahorro aplicadas y conocer así el ahorro.

El protocolo IMPVP define los criterios estándar de “medida” y “cálculo de ahorro” para generar confianza entre los propietarios de las instalaciones, legítima los proyectos de las ESEs mediante un reconocimiento internacional de la forma de valoración de los ahorros,

orienta sobre el punto de equilibrio entre la “precisión” y los costes de equipos de medida, y ayuda a las partes a crear unas condiciones contractuales transparentes y replicables (y a la liquidación en relación con el comercio de emisiones).

## 7. Casos prácticos de servicios energéticos

### a. El proceso de adjudicación para la mejora de eficiencia en el complejo de Cuzco

En el BOE del 22 de julio de 2009 se publicó la convocatoria de un concurso para un contrato de colaboración público-privada consistente en la asistencia integral en la mejora de la eficiencia energética del complejo de Cuzco. Se trataba de un proyecto piloto, con la vocación de servir de ejemplo para otros edificios de la Administración central.

El complejo de Cuzco fue construido de 1973 a 1980 y ocupa una superficie de parcela de 20.354 m<sup>2</sup> y una superficie construida de 212.072 m<sup>2</sup> y constituye la actual sede del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. También existe una ocupación parcial por parte del Ministerio de Economía y Hacienda.

Se entregó un documento a los participantes del concurso llamado Programa Funcional en el que se indicaban cuáles eran las prestaciones que había que realizar en el complejo, así como los objetivos perseguidos, los elementos jurídicos, técnicos y económicos inherentes al proyecto, cuáles serían los criterios de valoración, las condiciones básicas de ejecución y el plazo y duración del contrato.

Se siguió un procedimiento de diálogo competitivo, y los criterios para adjudicar el proyecto eran un 50% valoración automática medible (económico, financieros, etc.) y un 50% por juicio de valor, incluyendo las mejoras de eficiencia que tenían que ser cuantificables, tanto la inversión como el ahorro. Las empresas participantes debían además cumplir una serie de requisitos, demostrando una solvencia económica, financiera, técnica y profesional importante.

Como prestaciones, se planteó sustituir y/o renovar una serie de instalaciones; gestionar todas las licencias, realizar obras de mejora y renovación, realizar el mantenimiento, la gestión de la energía, y financiar las obras y servicios necesarias y, todo ello, con los siguientes objetivos energéticos principales y con un plazo de ejecución de las medidas inferior a veinte años:

- Reducción del consumo energético (>10%), partiendo de un consumo de referencia de 22 GWh/año (año de referencia 2008) de los que un 27% era gasóleo y el resto electricidad.

54 | Talleres de Ahorro y Eficiencia Energética

- Reducción emisiones ( $\rightarrow$  13%)
- Mejora calificación energética (paso de F a C)

El punto de partida para el análisis de las condiciones en que se encontraba el edificio fue una auditoría energética realizada por el IDAE en 2007 y que se puso a disposición de las empresas.

El concurso tuvo los siguientes hitos:

- Septiembre 2009: Presentación de las solicitudes de los candidatos, donde se presentaron 11 candidatos, en su mayoría agrupaciones
- Octubre 2009: Selección de los tres candidatos mejor cualificados
- Noviembre 2009: Presentación de la oferta por parte de las empresas
- Julio 2010: Armonización de documentación y presentación de oferta final
- Agosto 2010: Adjudicación provisional

El 19 de octubre de 2010 se publicó en el B.O.E la adjudicación de manera definitiva del primero de los contratos con la Administración Pública dentro del Plan 2000 ESE por valor de 47 millones de euros.

#### b. Complejo hospitalario Reina Sofía

El principal centro de asistencia sanitaria especializada, situado en Córdoba e integrado en el Sistema Sanitario Público de Andalucía, cuenta con 858 camas y una superficie de 83.300m<sup>2</sup> dedicada a la atención sanitaria y de 6.400m<sup>2</sup> en instalaciones técnicas y de servicios.

En 2007 se puso en marcha un contrato de servicios energéticos asumiendo la ESE una inversión de 3 millones de euros en los tres centros que componen el complejo hospitalario Reina Sofía:

- Hospital Reina Sofía
- Hospital Provincial
- Hospital Los Morales

El contrato consistía básicamente en la optimización energética del complejo, con actuaciones en producción de calor, de frío a partir de energía solar térmica, introducción de gas natural, una nueva sala de calderas, etc.

El centro disponía de una instalación centralizada para la producción de energía destinada a la climatización, y dentro del contrato de eficiencia energética a 10 años, la empresa de servicios energéticos era la encargada de realizar inversiones en las siguientes instalaciones:

- Una caldera de vapor saturado de 6MW
- Dos calderas de agua sobrecalentada y una potencia de 14,9MW
- Grupos de producción de agua fría condensados por agua (2 turbos+ 1 tornillo), y un grupo de absorción, todo ello con una potencia total instalada de 8,5MW

• Instalación de trigeneración de 1,9MW, compuesta de dos motores a gas natural para el aprovechamiento térmico en la producción de agua sobrecalentada y frío a través del grupo de absorción, y tratándose de una instalación de autoconsumo no conectada a la red.

A continuación se presentan las principales inversiones realizadas en los diferentes centros del complejo hospitalario:

#### Hospital Reina Sofía

- Nueva caldera de vapor para servicio de esterilización y lavandería de 5,1MW.
- Nuevos grupos de producción de agua fría condensados por aire para aumentar la capacidad de producción hasta 11 MW.
- Reforma de las subestaciones para mejorar su eficiencia energética.
- Instalación solar térmica para agua caliente sanitaria (ACS) compuesta de 315 paneles con una superficie total de 734m<sup>2</sup>.
- Modernización del sistema de control de la central térmica e instalación de contadores para la monitorización energética.

#### **Hospital Provincial**

- Nueva central térmica de nueva construcción para los nuevos equipos de producción y utilización de gas natural complementando al gasóleo.
- Nuevas calderas de agua caliente con quemadores mixtos hasta una potencia total de 3,5MW.
- Nuevos grupos de frío condensados por aire con una potencia total de 2,5MW



56 | Talleres de Ahorro y Eficiencia Energética

- Instalación solar térmica para ACS compuesta de 200 paneles con una superficie total de 460m<sup>2</sup>.
- Nuevo del sistema de control de la central térmica e instalación de contadores para la monitorización energética.

### Hospital Los Morales

- Nueva central térmica para los nuevos equipos de producción y utilización de propano en sustitución del gasóleo.
- Nuevas calderas de agua caliente con quemadores mixtos hasta una potencia total de 500KW.
- Nuevos grupos de frío condensados por aire con una potencia total de 500kW
- Instalación solar térmica para ACS compuesta de 64 paneles con una superficie total de 142m<sup>2</sup>.
- Nuevo sistema de control.



Gracias a la puesta en marcha del contrato de servicios energéticos en el centro hospitalario se alcanzó un ahorro económico anual próximo a los 175.000 € para el cliente, y un ahorro de energía y reducción de emisiones estimados en producción de 2.000MWh térmicos para la producción de ACS, ahorro de un 8% en el consumo de electricidad para la producción de agua fría y bombeo, y de un 6% en el consumo de gas natural, así como una reducción de 700 Tn/año de emisiones de CO<sub>2</sub> por mejora global de la eficiencia energética de las instalaciones.



## CAPÍTULO 3. NUEVAS TECNOLOGÍA EFICIENTES

*Ramón Andrés Bobes Miranda*

*Luis Carlos Gutiérrez Pérez*

*José Rivera Ysasi-Ysasmeni*

### 1. Introducción

Con la finalidad de encuadrar el contenido del presente Capítulo, conviene volver a incidir en la necesidad de diferenciar los conceptos de eficiencia y ahorro energético que generalmente vienen unidos y, a veces, se confunden.

La eficiencia conlleva un ahorro energético, pero no es lo mismo, ya que el ahorro de energía puede venir por una disminución de la cantidad de servicio. El ahorro es consumir menos, evitando desperdicios, excesos o disminuyendo el grado de confort. Está vinculado a la personas y al uso que hacen de la energía.

La eficiencia energética es consumir menos energía para producir la misma cantidad de servicio o consumiendo la misma energía dar más servicio. Está vinculado a la tecnología (equipos) y operación (gestión). La eficiencia actúa sobre el rendimiento, por lo que se trata de un reto tecnológico que suele requerir medidas económicas y regulatorias.

Las políticas destinadas a la eficiencia en la demanda energética tienen una importante contribución positiva a la competitividad, sostenibilidad y a la seguridad energética. La reducción del consumo de energía contribuye a reducir la dependencia exterior, reduciendo también las tensiones inflacionistas generadas por el aumento de los precios internacionales de las materias primas energéticas, y contribuyendo a la lucha contra el cambio climático.

En relación al cambio climático, según la ALE, y tal y como se recogió en el Capítulo 1, para alcanzar el escenario de 450 ppm, que es el necesario para limitar el incremento de la temperatura global por debajo de 2°C, plantea una reducción de las emisiones globales de Gases de Efecto Invernadero (GEI) cercana al 50% para 2050 respecto a 1990. La eficiencia energética se presenta como el principal instrumento, responsable de casi un 60% de la reducción de emisiones necesaria.



La Comisión Europea presentó en noviembre de 2010 su nueva estrategia “Energía 2020” que pretende alcanzar los desafíos de la energía: competitiva, sostenible y segura. Las palancas para alcanzarlos son la eficiencia energética, el mercado, la regulación y la tecnología.

En base a lo comentado, el Grupo de Trabajo de Ahorro y Eficiencia Energética de Enerclub consideró relevante centrar el tercer Taller en la tecnología como elemento inherente a la eficiencia energética. El presente Capítulo, reflejo de lo comentado durante el Taller, incide en la importancia de la tecnología, incorporando un primer apartado de nuevas tecnologías eficientes como la iluminación, los motores eléctricos y variadores, las tecnologías geotérmicas, la cogeneración y microgeneración, y los sistemas de gestión energética, todo ello, con un análisis de su aplicación práctica centrándose también en las experiencias de tecnologías aplicadas a la edificación.

Éstas y otras tecnologías se concretan en las denominadas *Smart Cities* o Ciudades Inteligentes, donde se analizarán dos experiencias prácticas, la de Málaga y la de Évora.

## 2. La importancia de la tecnología en la eficiencia energética

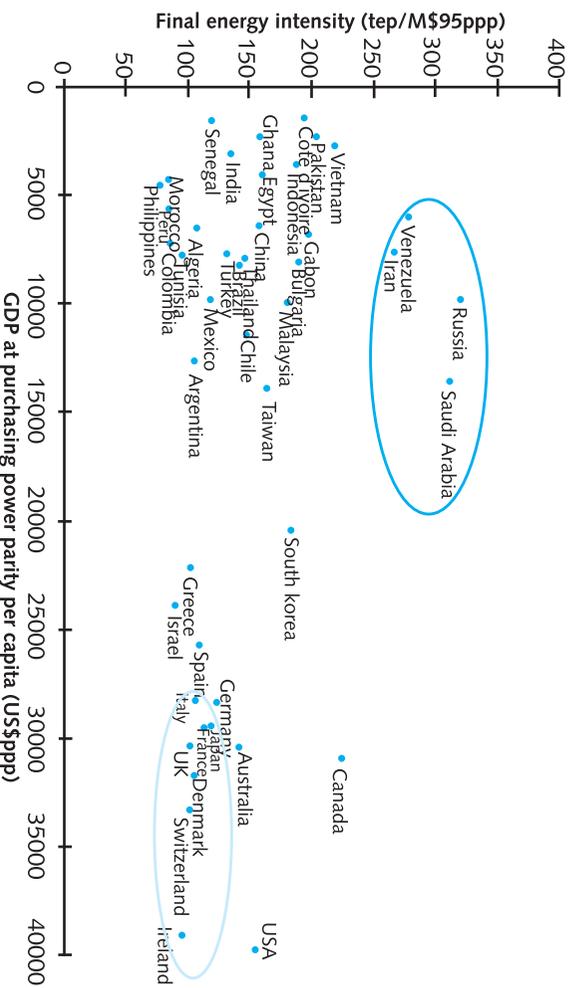
La intensidad energética depende en gran medida de la estructura económica, del mix energético, de las condiciones climatológicas y de los precios energéticos, por lo que es más un indicador de productividad energética que de eficiencia energética.

Por ello, se debe tener cuidado con las comparaciones que se establecen entre países, siendo necesario estructuras de PIB similares, es decir, mismo tamaño de agricultura, servicios e industria así como del sector doméstico-residencial<sup>31</sup> para todos los países comparados.

<sup>31</sup> El sector servicios requiere seis veces menos de input de energía por valor añadido que la industria



Gráfico 3.1. Valores de intensidad energética



Fuente: ENERDATA, Energy Efficiency Policies around the World, WEC 2008.

En este gráfico se aprecia que hay discrepancias significativas entre valores de intensidad energética final para países con un mismo nivel de PIB y que los valores más altos se dan en países exportadores de petróleo.

Lo que es cierto es que el crecimiento económico ha sido mayor en aquellos países desarrollados que han logrado mejoras más importantes en eficiencia energética y en los que se ha conseguido desacoplar el crecimiento económico del consumo energético.

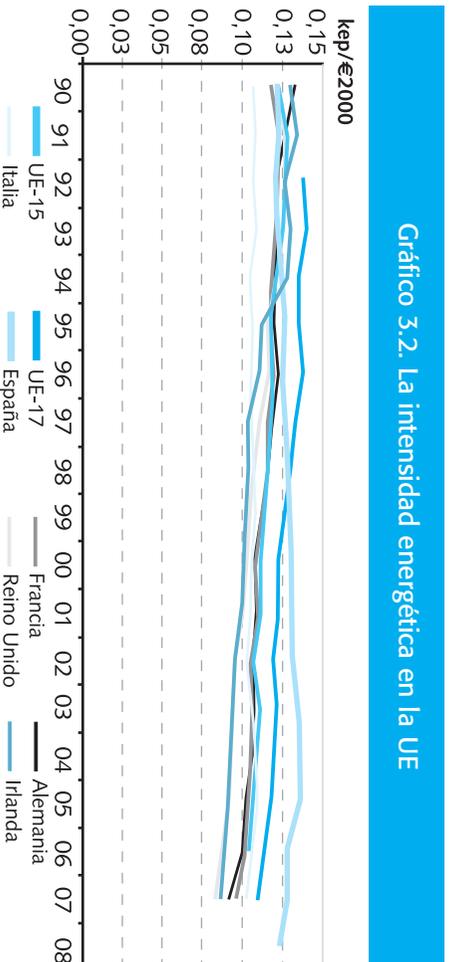
La Comisión Europea ha realizado una estimación del potencial de ahorro de energía primaria por sectores en la Unión Europea para el 2020, observándose porcentajes de entre el 25 y el 30%. Así, el sector comercial/terciario presenta el potencial mayor de ahorro con un 30%, seguido del residencial con un 27%, el transporte con un 26% y, por último, la industria con un 25%.

La Unión Europea parece estar lejos de alcanzar su objetivo indicativo de reducción del 20% de energía primaria en 2020. Con las políticas puestas en práctica por los Estados miembros hasta el 2009, se cree que sólo se conseguiría una reducción del 8,9%.

¿Y España? ¿Está cerca o lejos de alcanzar este objetivo del 20%?

## 60 | Talleres de Ahorro y Eficiencia Energética

La intensidad energética en España ha tenido una senda creciente hasta el año 2005, fecha en la que ha cambiado su tendencia.



Fuente: Comisión Europea, hipótesis de base EU-25 y Wuppertal Institute 2005

La mejora a partir de ese año se debe, entre otras causas, a la contribución del sector eléctrico (incremento de la generación con gas natural y energías renovables) y de la industria pero, sobre todo, a la desaceleración del sector de la construcción, que es un gran consumidor de productos industriales cuya producción requiere un gran consumo de energía.

El Grupo de Trabajo de Ahorro y Eficiencia realizó un ejercicio de cuantificación teórica del potencial de ahorro de cada sector<sup>32</sup> a través de una metodología “bottom-up”, en el que para cada aplicación eficiente se tiene en cuenta la inversión que conlleva y los ahorros energéticos potenciales que se consiguen, lo que permite determinar la rentabilidad de las mismas.

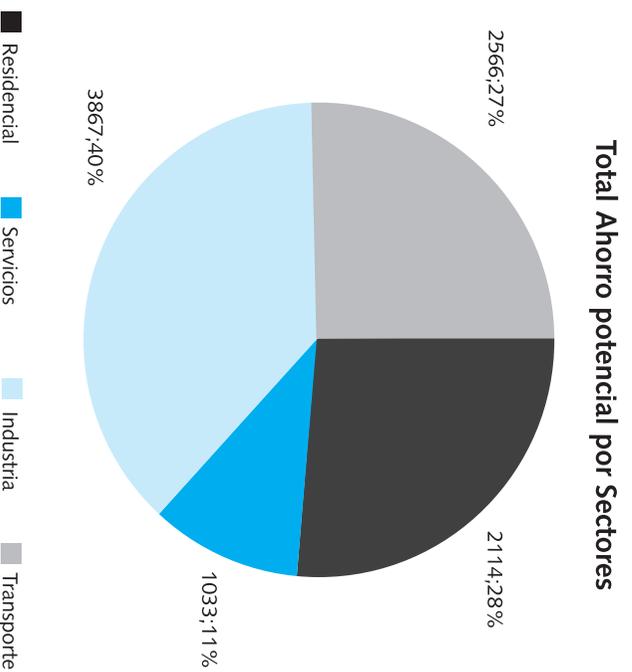
Se trata de un ejercicio teórico en el que se asumen ciertas hipótesis con el fin, más que de acertar, de dar un orden de magnitud de los potenciales de ahorro viables por tecnología y sector en España.

Los resultados de la cuantificación dan, ver gráfico 3.3, un potencial teórico de ahorro de energía final por tecnologías eficientes para 2020 en España de 9.580 ktep/año. Considerando que los vehículos eléctricos pueden representar el 10% del parque auto-

32 Conceptos de Ahorro y Eficiencia Energética: Evolución y Oportunidades. Enercidub, 2010

movilístico para esa fecha, la cifra de ahorro alcanzaría los 10.152 ktep/año. Este valor llevado a energía primaria<sup>33</sup> equivaldría al orden de 14.213 ktep/año. En el escenario central barajado por la Administración al 2020, el objetivo de ahorro del 20% supone unos ahorros para esa fecha de 28.443 ktep, por lo que con los resultados obtenidos estaríamos sólo al 50% de la consecución del objetivo.

Gráfico 3.3. Comparación del total de ahorro potencial (ktep,%) por sectores



Fuente: Conceptos de Ahorro y Eficiencia Energética: Evolución y Oportunidades, Enerclub, 2010

En esta cuantificación no se han considerado los ahorros que se conseguirían con la cogeneración, generación distribuida y otros propiciados por el uso racional y eficiente de la energía. Éstos, junto con la crisis económica y financiera en la que estamos inmersos, también podrían ayudar a alcanzar ese objetivo que se presenta como ambicioso.

Se debe reconducir la actividad económica hacia sectores de alto valor añadido y bajo consumo energético y focalizar las políticas de eficiencia hacia sectores muy intensivos en consumo como el transporte y el sector residencial, con gran incidencia en la estructura española.

<sup>33</sup> No se ha realizado la conversión de energía final en energía primaria por tecnología, sino en su conjunto teniendo en cuenta el Diagrama Sankey de los últimos años

### 3. Nuevas tecnologías eficientes

Usar eficientemente la energía significa, además de no emplearla en actividades innecesarias, conseguir hacer las tareas con el menor consumo energético posible. Para conseguir este objetivo es necesario, entre otras estrategias, desarrollar nuevas tecnologías energéticamente más eficientes que sustituyan a las ya implantadas, de forma que contribuyan al ahorro de energía. Y estas mejoras en eficiencia han de abarcar muy resumidamente tres sectores: generación eléctrica, transporte y uso final de la energía. Es pues prioritario, en este sentido, promover y desarrollar proyectos de I+D+i que propicien dichas mejoras.

Como ya se ha comentado en capítulos anteriores, el carácter práctico que se ha dado a los Talleres permite dar a conocer las experiencias de mejora de la eficiencia energética en sectores donde se están introduciendo tecnologías más eficientes. Es el caso de:

- Iluminación
- Motores eléctricos y variadores
- Energía geotérmica
- Cogeneración y microgeneración
- Sistemas de gestión energética
- Tecnologías aplicadas a la edificación

#### a. La iluminación

A nivel internacional se estima que el 19% del consumo eléctrico mundial (un 15% en Europa) se debe sólo a la iluminación . El alumbrado público supone un 70% del consumo público de energía eléctrica en las ciudades, y el 20% del total de la energía eléctrica consumida en los hogares se debe también a este mismo concepto. Hay que añadir a estos datos que dos terceras partes de la iluminación instalada es altamente ineficiente al emplear tecnologías de hace más de 40 años que pueden ser sustituidas por tecnologías existentes disponibles en el mercado, no prototipos, con potencialidades de ahorro muy altas, del orden, por año en Europa, de 24.000 millones de euros en gasto eléctrico y de 85 millones de toneladas en emisiones de CO<sub>2</sub>.

Existe en el mercado una amplia gama de productos para lograr un alumbrado de baja demanda energética, tanto para interior como para exterior, entre los que se encuentran

las lámparas de bajo consumo, tubos fluorescentes eficientes, lámparas de sodio de alta presión y diodos LED. Son estos últimos, utilizados desde 2004 para el alumbrado arquitectónico, con reducciones en el consumo de hasta el 80%, los que están irrumpiendo como elemento principal del alumbrado funcional.

Actualmente las dos principales fuentes de luz utilizadas para el alumbrado son la de incandescencia (luz producida por termo-radiación) y la de descarga (luz producida por luminiscencia).

La emisión radiante que depende exclusivamente de la temperatura del material se define como termo-radiación. De esta radiación a la banda de frecuencias emitida dentro del espectro visible se le denomina incandescencia.

En oposición con la incandescencia, la luminiscencia consiste en la emisión de una radiación electromagnética visible cuya intensidad en determinadas longitudes de onda (características de cada material) es mucho mayor que la radiación térmica del mismo cuerpo a la misma temperatura. Básicamente la luminiscencia, que es el principio por el que se rigen los LEDs, es la radiación luminosa emitida por un cuerpo por efecto de un agente exterior que excita sus átomos.

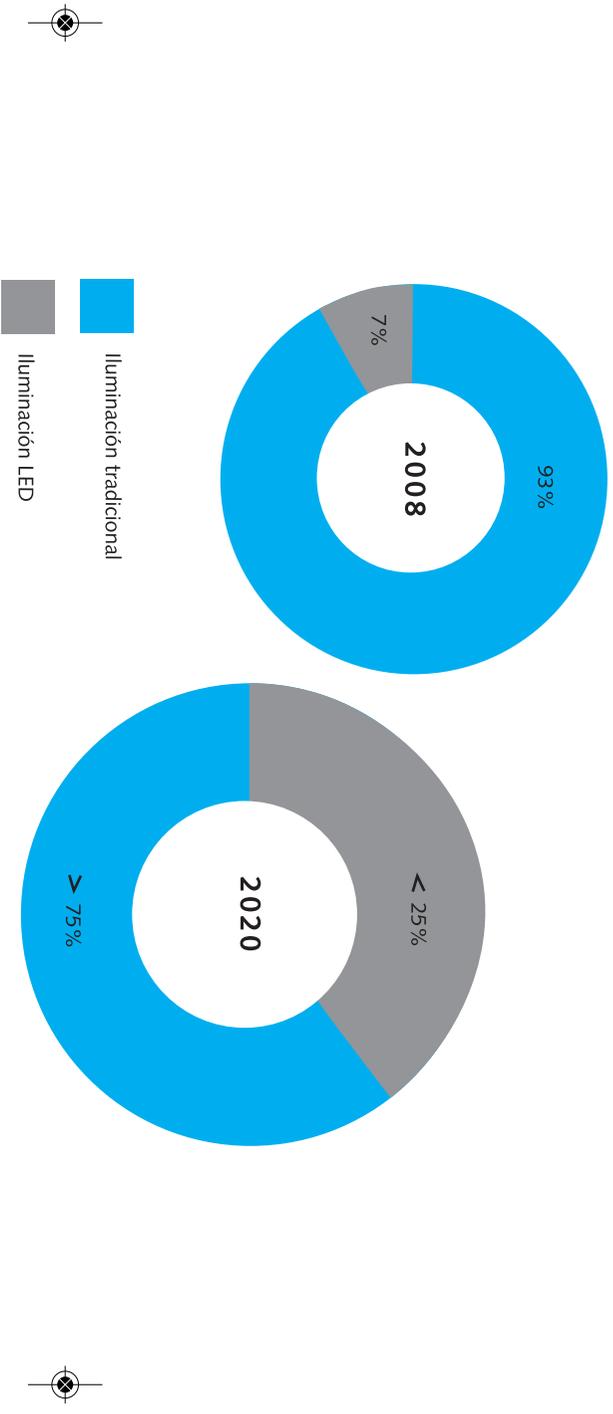
Si bien las soluciones para interior basadas en el uso de LED están siendo cada vez más demandadas, es en el alumbrado exterior urbano donde esta tecnología presenta un auge mayor y está dando lugar a la transformación del paisaje nocturno urbano.

La luz blanca neutra proporcionada por el LED tiene la posibilidad de transformar el paisaje urbano nocturno, no sólo desde el punto de vista estético, sino también desde la perspectiva de la seguridad y la eficiencia energética. Con la entrada del nuevo Reglamento de Eficiencia Energética en las Instalaciones de Alumbrado Exterior (REE/AE)<sup>34</sup>, los niveles instalados en la mayoría de las ciudades se deben disminuir para garantizar un uso óptimo de la energía.

<sup>34</sup> [http://www.alumbradopublicobento.com/pdf/r\\_efi\\_ener4\\_MANILLEDU.pdf](http://www.alumbradopublicobento.com/pdf/r_efi_ener4_MANILLEDU.pdf)



### Gráfico 3.4. Comparativa presencia iluminación tradicional e iluminación LED



Usando luz blanca se obtiene una calidad de iluminación superior y, además, se puede reducir el coste de explotación.

Un dato a destacar es que la vida útil de los LEDs se sitúa en el entorno de las 50.000 horas, frente a las 12.000-15.000 horas de las fluorescentes compactas. Otras soluciones presentan vidas útiles sensiblemente menores.

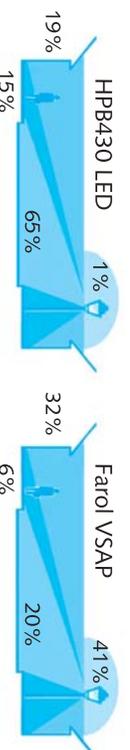
De acuerdo con algunos fabricantes, una solución basada en LEDs, además de ahorrar energía, es fiable, actualizable, ajustable, versátil, suministra una buena calidad de luz y ofrece una gama de productos suficiente para garantizar capacidad de respuesta ante una amplia diversidad en la demanda. Además, los nuevos sistemas basados en nano-ópticas proporcionan una distribución luminosa de gran uniformidad visual con gradientes progresivos muy superiores a las soluciones tradicionales. La luminaria ha de diseñarse para que pueda ser actualizada con nuevos LEDs pero conservando la mayor



parte de sus elementos, bien porque los LEDs lleguen al final de su vida útil, bien por ser rentable anticipar su cambio dado que, previsiblemente, en los próximos años mejorará la eficiencia energética de los LEDs.

La conservación del ambiente nocturno comporta la reducción de la "luz innecesaria" manteniendo al mismo tiempo un nivel seguro de visibilidad.

Gráfico 3.5. Reducción de luz innecesaria con diferentes tecnologías



Como se desprende de los dos esquemas precedentes, gracias a las nano-ópticas, los LEDs pueden obtener más del doble de lúmenes dirigidos a la calzada que una luminaria tradicional de vapor de sodio a alta presión (VSAP), obteniéndose factores de utilización de hasta el 80%, frente al 40% de la mejor solución óptica o el 15% de la mayoría de las luminarias.

Como conclusión, destacar que el alumbrado es un sector de elevada influencia en las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera y en el consumo energético, por lo que es uno de los sectores con mayor potencial de mejora en la eficiencia frente a un menor coste de inversión.

#### b. Motores eléctricos y variadores

Los motores eléctricos son responsables del 65% del consumo de electricidad del sector industrial y del 38% del sector servicios.

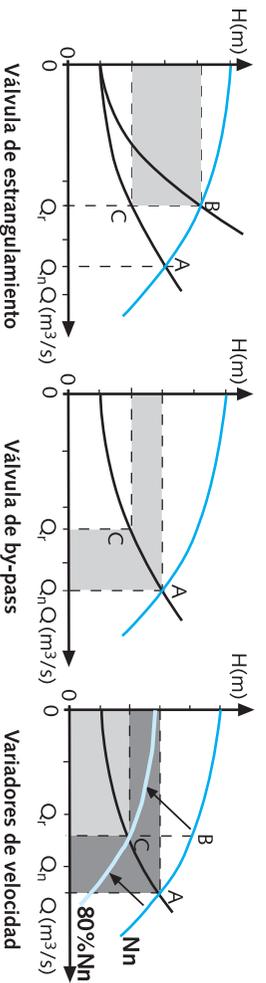
La búsqueda de la eficiencia en los motores hay que orientarla a partir del tipo de trabajo exigido al motor: par constante o par variable. Para el primer supuesto, par constante, se han de utilizar motores de alto rendimiento que, dotados además de arranadores, pueden proporcionar ahorros adicionales de entre un 5% y un 10%.

Para el segundo supuesto, par variable, que es la situación que habitualmente se presenta en ventilación y en bombeo, el control con un variador de frecuencia del régimen de funcionamiento del motor puede generar importantes ahorros de energía al adaptar de

forma eficiente la curva de par-régimen del motor a la carga. Los ahorros así obtenidos pueden suponer entre un 5% y un 15% del consumo eléctrico.

Tomando como ejemplo una clásica aplicación de bombeo, pueden confirmarse los beneficios conseguidos con la utilización de los variadores de velocidad. La forma de controlar el funcionamiento de una bomba, o dicho de otro modo, de ajustar su caudal, puede ser mediante válvula de estrangulamiento, by-pass, control on-off o variador de velocidad. En las tres gráficas que siguen a continuación se comparan las necesidades de potencia para una misma combinación de  $H$  (altura de bombeo) y  $Q$  (caudal de bombeo), que definen el punto C de funcionamiento para tres supuestos: válvula de estrangulamiento, by-pass y variador de velocidad. Como se observa, las necesidades de potencia adicionales para los dos primeros casos, que se corresponden con las áreas coloreadas, son significativas.

**Gráfico 3.6. Punto de funcionamiento de una bomba ajustando el caudal mediante una válvula de estrangulamiento, una válvula de by-pass o mediante variadores de velocidad.**



Fuente: Schneider Electric

Además del ahorro de potencia  $Y$ , por tanto, de energía, con el uso de un variador de velocidad se logra:

- Eliminar sobreintensidades en el arranque, puesto que la frecuencia se controla desde los 0 Hz.
- Reducir las fatigas mecánicas debido a que el arranque y la parada se efectúan de forma suave mediante rampas controladas.
- Ahorrar energía reactiva ya que se corrige el  $\cos \phi$  del motor.

Como aplicación práctica, existen sistemas destinados a proporcionar ahorros energéticos sin riesgo y con garantía total de ahorro de energía verificado según las directrices

marcadas por IPMWP<sup>35</sup>, gracias a la implantación de variadores de velocidad en aplicaciones de par variable. Algunos de estos variadores de velocidad logran hasta un 45% de ahorros de energía en climatización, hasta un 69% en ventilación y hasta un 38% en bombeo.

### c. Tecnologías geotérmicas

La energía geotérmica es aquella que se encuentra en el interior de la Tierra en forma de calor y que puede ser empleada para producir agua caliente, generar electricidad, etc.

En función de la temperatura del subsuelo, que varía con la profundidad, el calor puede ser aprovechado en distintas aplicaciones:

Tabla 3.1. Aplicaciones de las tecnologías geotérmicas

ALTA TEMPERATURA	1 > 150°C	Turbinas de vapor - generadores eléctricos
MEDIA TEMPERATURA	90°C < t > 150°C	Puede utilizarse en centrales eléctricas y la producción de frío por absorción
BAJA TEMPERATURA	30°C < t > 90°C	Utilización de forma directa en procesos industriales y climatización
MUY BAJA TEMPERATURA	t > 30°C	Climatización con Bomba de Calor Geotérmica

Fuente: Energylab

Los primeros 100 m bajo tierra son aptos para proveer y almacenar energía térmica dado que a partir de 15-20 m el subsuelo se encuentra siempre a la misma temperatura independientemente de las condiciones meteorológicas externas. En estas condiciones la aplicación más extendida es emplear el subsuelo como intercambiador de calor para climatización mediante bomba de calor.

La expresión “bomba de calor geotérmica” hace referencia habitualmente a bombas de calor agua/agua con un intercambiador de calor enterrado en el subsuelo que actúa de foco térmico exterior. Sus prestaciones y su funcionamiento dependerán de los focos de temperatura con los que se trabaje; en este caso la vivienda como foco caliente y el subsuelo como foco frío.

## 68 | Talleres de Ahorro y Eficiencia Energética

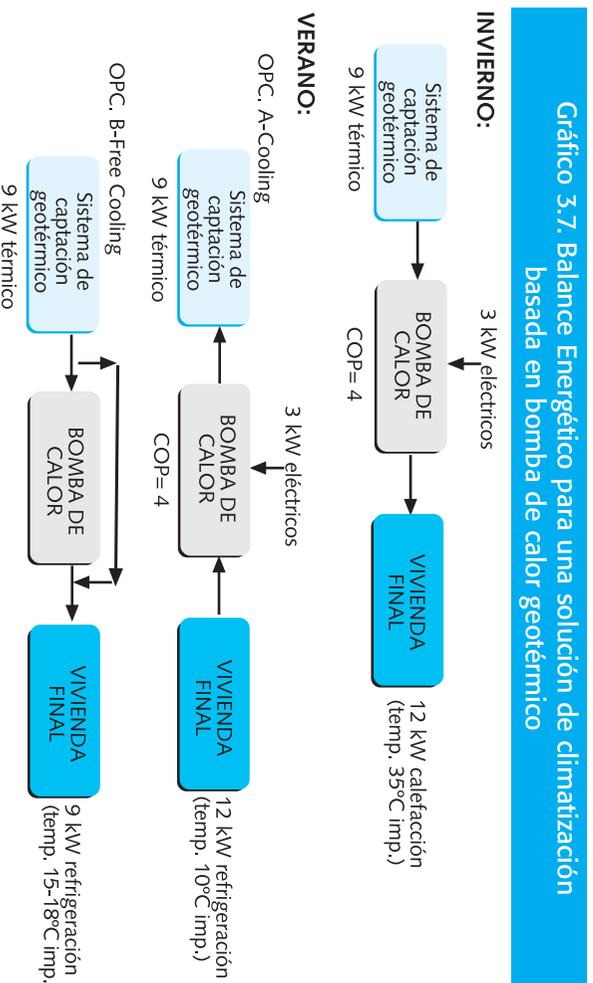
Las captaciones geotérmicas para aprovechamiento mediante bomba de calor más comúnmente empleadas son:

- A. Horizontal cerrada
- B. Vertical cerrada
- C. Vertical abierta (con agua freática)

Existen otros sistemas de captación basados en la utilización de pivotes geotérmicos, drenaje de aguas de minas y de túneles, sistema de aguas superficiales, etc.

La evaluación de las cargas de calefacción y de refrigeración del edificio constituye la etapa inicial y es la más importante de un proyecto geotérmico de muy baja temperatura, habida cuenta del coste inicial más elevado de estos sistemas. El sobredimensionamiento de las bombas de calor o del intercambiador subterráneo puede reducir mucho su interés económico.

Como caso práctico se proporciona un balance energético para una solución de climatización basada en bomba de calor geotérmica.



Fuente: Energylab

Como conclusión, el uso del terreno como foco térmico permite mejorar las prestaciones de las bombas de calor aumentando mucho sus eficiencias estacionales. Para llevar

a cabo este aprovechamiento es preciso realizar una inversión importante en el sistema de captación que luego será recuperada con los ahorros de energía primaria obtenidos al operar con mayor eficiencia y con un mantenimiento muy sencillo. Entre otras ventajas a tener en cuenta están su alta seguridad de funcionamiento, ser una solución integral para calefacción y ACS, larga vida útil y mejora del impacto arquitectónico. Es además un elemento diferenciador en construcción (clasificación energética superior, utilización de energías limpias, sostenibilidad) lo que revaloriza al inmueble.

Las tecnologías necesarias para llevar a cabo este aprovechamiento son conocidas y están maduras, siendo de uso frecuente en países del Norte de Europa.

#### **d. Cogeneración y microgeneración**

La cogeneración consiste en la generación simultánea de calor y electricidad en un único proceso, utilizando un mismo combustible y logrando una mayor eficiencia energética.

La gasificación llevada a cabo en el territorio español permite disponer de redes de distribución de combustible que hacen posible la generación en cualquier punto. Si además existe una demanda de calor, es posible cogenerar con alta eficiencia de modo que el precio de la electricidad así generada sea competitivo. De esta forma se tiene un sistema más descentralizado que combina grandes plantas de generación alejadas de los centros de consumo junto con plantas más pequeñas distribuidas entre los usuarios. Este esquema de generación distribuida, a la que la cogeneración se adapta perfectamente, presenta la ventaja de reducir las pérdidas por transporte y distribución, lo que supone ahorro de energía primaria y reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>.

Por ello la cogeneración permite decir que hoy es posible “hacer electricidad en todas partes y por parte de todos” con alta eficiencia, con pocas emisiones y de manera cada vez más económica.

Hoy en día existe tecnología para la cogeneración eficiente que se está desarrollando cada vez más gracias a la producción en serie de los equipos principales y al desarrollo de nuevas tecnologías de control de operación y mantenimiento que permiten menores costes operativos. El desarrollo de las tecnologías de microgeneración y de las de celdas de combustible hará posible la introducción de la cogeneración en los sectores residencial y terciario.

En cuanto a las emisiones de CO<sub>2</sub>, la cogeneración con gas sigue siendo la tecnología que, en comparación con fuentes de generación separadas de calor y electricidad, tiene

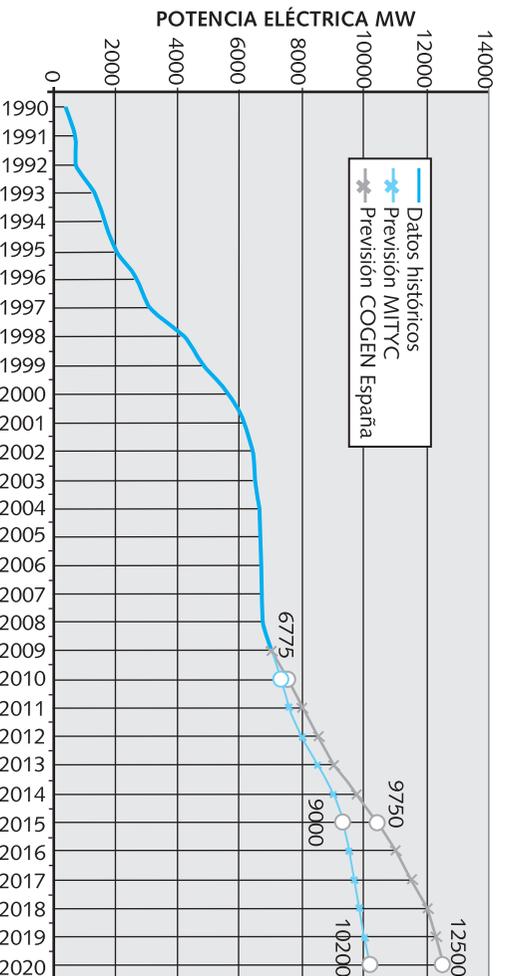


## 70 | Talleres de Ahorro y Eficiencia Energética

menos emisiones por MWh producido corregido según el Rendimiento Eléctrico Equivalente. Pero sin duda la mayor ventaja de la cogeneración es que es la energía más barata en bornas del usuario.

La cogeneración es una de las tecnologías que cumple simultáneamente con la seguridad de suministro, la economía y la ecología, siendo además una de las menos invasiva para el sistema eléctrico. A pesar de ello su implantación sufrió un retroceso durante el lustro 2000-2005 debido a las modificaciones introducidas en el marco legal que regulaba esta actividad. A partir de la aparición del RD 661/2007, la cogeneración recibió un nuevo espaldarazo, especialmente en plantas de pequeña potencia, menores de 1 MW, y de media potencia, entre 1 y 10 MW, que son las que constituyen el grueso de la generación distribuida. Según estudios realizados por el IDAE, la potencia instalada de cogeneración puede doblarse hasta alcanzar el 20% de la demanda total en el año 2020 .

Gráfico 3.8. Potencial de la cogeneración en España



Fuente: IDAE: Análisis del potencial de cogeneración de alta eficiencia en España 2010 - 2020

A pesar del retroceso mencionado, la cogeneración ha seguido innovando en tecnología y aplicaciones, ofreciendo nuevas respuestas realistas y rentables. La cogeneración de alta eficiencia, la trigeneración, la poligeneración, la cogeneración de distrito y la cogeneración para invernaderos son sólo algunos ejemplos de soluciones adaptadas a ámbitos específicos que reportan eficiencia energética y rentabilidad.

### e. Sistemas de gestión energética

El Sistema de Gestión Energética, basado en la norma UNE EN 16001:2009, es la parte del sistema de gestión de una organización dedicada a desarrollar e implantar su política energética y a gestionar aquellos elementos de sus actividades, productos o servicios que interactúan con el uso de la energía.

Es un sistema similar a otros modelos de gestión como ISO 14001 ó ISO 9001, que tiene múltiples objetivos: la mejora continua en el empleo de la energía, su consumo eficiente, la reducción de sus consumos, la minoración de los costes financieros asociados, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, la adecuada utilización de los recursos naturales y el fomento de las energías alternativas y/o renovables.

Un buen sistema de eficiencia energética debe tener asociado un buen sistema de gestión y control. Sin embargo, alcanzar este objetivo podía resultar difícil puesto que, hasta hace poco tiempo, los sistemas de control con protocolos específicos de cada fabricante ligaban al cliente con su sistema propietario e implicaban una servidumbre, ya que cualquier modificación o ampliación debía pasar por él.

A mediados de 1987, promovido por la Asociación Norteamericana de Ingenieros e Instaladores de Equipos de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE), se sentaron las bases de un protocolo abierto para la gestión energética inteligente de los edificios. El resultado fue el BACnet (*Building Automation and Control Networks*), que actualmente es un estándar en más de 30 países y está adoptado por ISO.

BACnet permite al propietario elegir en cada momento la opción más interesante de cada fabricante, llevando a cabo la integración de forma sencilla y consiguiendo además que el cliente tenga “las llaves” de su instalación.

A continuación se presenta el caso práctico del desarrollo de un sistema de control en la ciudad de Tucson, Arizona.

Situada en el estado de Arizona, Tucson acoge a más de 1 millón de habitantes. El gobierno local gestiona propiedades en más de 40 edificios superando los 93.000 m<sup>2</sup> de superficie. La ciudad va creciendo y el sistema de control existente, basado en un sistema propietario, exige el pago de cuotas al fabricante cada vez que hay que ampliar la instalación o realizar una intervención. La ciudad decidió renovar los sistemas de control y especificó una solución BACnet para dotar al sistema de interoperabilidad y un futuro abierto para posibles ampliaciones. Debido al elevado coste del proyecto, se reutilizaron cables,



## 72 | Talleres de Ahorro y Eficiencia Energética

conducciones y parte del hardware existente. Se reemplazaron únicamente sensores de temperatura incompatibles, relés y fuentes de alimentación. Además se añadieron 600 nuevos controladores y se comunicó todo el sistema de control mediante Ethernet.

Como resultado de la implantación se consiguió un ahorro de más de 1 millón de dólares en nuevo equipamiento y se pasó de un sistema 100% propietario a un sistema 95% abierto. Además, el sistema de control permite la supervisión de todos los edificios gubernamentales teniendo acceso a todo el sistema desde cualquier punto de la red para realizar los ajustes necesarios.

#### 4. Aplicación práctica y experiencia de tecnologías aplicadas a la edificación

De acuerdo con la información facilitada por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, una familia emite al año 5 toneladas de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, de las cuales 2 son debidas a la producción de la energía eléctrica que consume y las 3 restantes se destinan al acondicionamiento de su vivienda (calefacción, refrigeración e iluminación). Esta información hay que añadirle que al sector residencial se destina el 34% del total de la energía eléctrica consumida.

De la lectura de estos datos se desprende que es prioritario actuar sobre el consumo energético y las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector residencial. Para conseguir este objetivo se contempla el empleo de fuentes renovables (publicación del Nuevo Código Técnico de la Edificación) y el uso eficiente de la energía por parte de todos los sectores de la sociedad (necesaria una urgente concienciación energética).

Entre las actuaciones previstas para ahorrar energía en edificación se encuentran:

- Disminución de la demanda energética del edificio mediante sistemas pasivos (arquitectura bioclimática):
  - Diseño del edificio actuando sobre su orientación, la accesibilidad solar, la ventilación y la iluminación natural, entre otros factores.
  - Elección de materiales adecuados
- Integración de energías renovables:
  - Solar térmica
  - Solar fotovoltaica
  - Biomasa
  - Otras

- Uso de equipos convencionales de alto rendimiento
  - Sistemas de climatización y distribución eficientes
  - Iluminación de bajo consumo
- Empleo de técnicas naturales de calefacción y de refrigeración
- Reducción de las pérdidas de energía mejorando aislamiento y hermeticidad
- Control y mantenimiento adecuado de las instalaciones

Con todas estas medidas se persigue el objetivo ya citado de reducir la demanda energética manteniendo las condiciones de confort térmico en el interior.

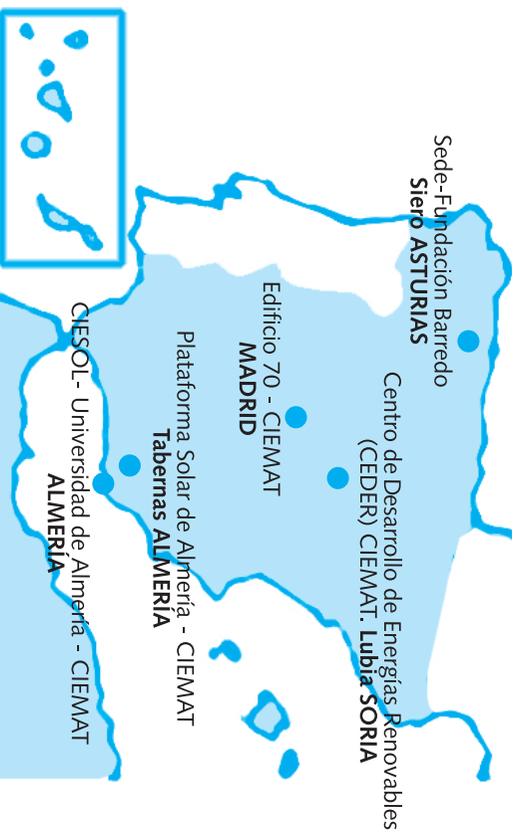
Para comprobar la adecuada consecución de este objetivo se han de poner en marcha los procedimientos adecuados para la evaluación de los edificios en materia de eficiencia energética. Esta evaluación energética se lleva a cabo de dos formas distintas: teórica, mediante simulación, y experimental, mediante monitorización en condiciones reales de funcionamiento. La evaluación a través de simulación del comportamiento se realiza con la utilización de modelos en los que se tienen en cuenta los procesos de transferencia energética que tienen lugar entre el exterior y las distintas zonas interiores del edificio en función de las características de la envolvente y de los materiales que la constituyen. La evaluación mediante monitorización consiste en el estudio del comportamiento térmico del edificio a través de la instalación de sensores en el interior y en el exterior del mismo y, analizado así el balance de energía, conocer su comportamiento energético real. La puesta en común de los resultados de ambos procedimientos permite ajustar el modelo teórico de simulación para luego ser empleado en posteriores diseños. Dicho de otro modo, el modelo permite identificar de manera prioritaria las características térmicas asociadas a determinadas características constructivas.

El CIEMAT, a través de su Unidad de I+D de Eficiencia Energética en Edificación, ha evaluado edificios de diferentes tipologías (residenciales, no residenciales, aislados, unifamiliares, en bloques, centros de enseñanza, etc.) para cuantificar el ahorro energético producido por el uso de técnicas bioclimáticas. Los resultados evidencian que se consiguen ahorros de energía de entre el 60 y el 100% en calefacción (20 a 22 °C) y valores térmicos dentro de los niveles de confort para el periodo de refrigeración (24 a 26 °C). Se comprueba, además, que algunos de los edificios llegan a ser autosuficientes energéticamente: consumo neto de energía "cero".



## 74 | Talleres de Ahorro y Eficiencia Energética

Entre los diferentes proyectos que el CIEMAT lleva a cabo en este campo destaca el Proyecto Singular Estratégico sobre Arquitectura Bioclimática y Frío Solar (PSE-ARFRISOL). Éste cuenta con un presupuesto de 37 a 48 millones de euros y está cofinanciado al 50% por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) y por el Ministerio de Ciencia e Innovación (MICINN) conjuntamente con cuatro Comunidades Autónomas. El proyecto comenzó en el año 2005 y su conclusión está programada para el año 2012 y contempla la construcción y desarrollo de cinco edificios de oficinas, con una superficie aproximada de 1.000 m<sup>2</sup>, en zonas con diferentes condiciones climáticas (Almería -dos edificios-, Madrid, Asturias y Soria). El objetivo de este estudio es que cada construcción consiga un ahorro del 80 al 90% de la energía convencional, a través de la arquitectura bioclimática y de la aplicación de la energía solar, para así demostrar que es posible construir edificios energéticamente eficientes, con el consiguiente ahorro económico para los usuarios, de manera que se logre un cambio de mentalidad en la sociedad respecto a la utilización de la energía en el sector de la edificación.

 **Gráfico 3.9. Distribución de edificios del proyecto PSE-ARFRISOL**

Fuente: CIEMAT

Catorce participantes completan el desarrollo de la investigación que lleva incluida la construcción de los prototipos, también denominados “Contenedores-Demostradores de Investigación” (C-DdIs). Éstos sirven como laboratorios para conocer al detalle los portadores científicos y tecnológicos aplicados a la energía solar en la edificación, así como para desarrollar y comprobar técnicas de calefacción, refrigeración e iluminación. Además



se investigará en sistemas solares activos de fabricación española (captadores térmicos, módulos fotovoltaicos, integración arquitectónica, máquinas de absorción, etc.) para obtener equipos más competitivos y avanzados que los ya probados con anterioridad por las empresas participantes.

Una importante actividad del proyecto es el estudio de los sistemas, pasivos y activos, implicados en el comportamiento energético del edificio:

- Efecto del viento en los edificios
- Chimeneas solares para ventilación nocturna
- Tubos enterrados como alternativa a las torres de refrigeración
- Refrigeración por radiación nocturna
- Caracterización teórica de fachadas ventiladas y de galería
- Análisis de máquinas de absorción con alimentación solar
- Montaje del laboratorio de ensayo de “sistemas de frío solar”

Forma parte del alcance del proyecto la difusión de los resultados alcanzados pues, como ya se ha indicado, uno de sus objetivos es cambiar la mentalidad de los usuarios para conseguir ahorrar energía en el acondicionamiento térmico (calefacción y refrigeración) en cualquier tipología de edificación y no sólo de oficinas.

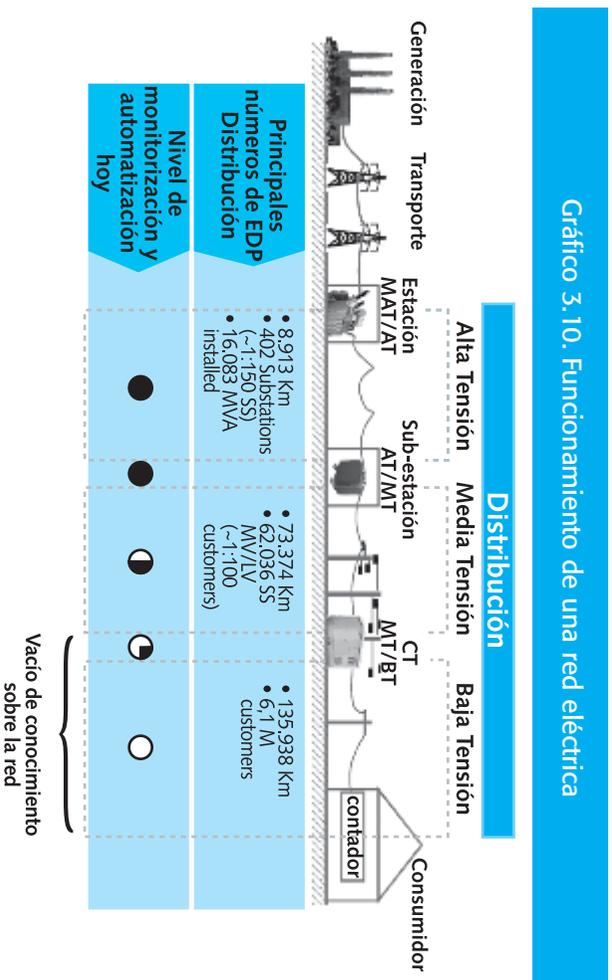
## 5. Las *Smart cities*

El sector energético y la sociedad en su conjunto se enfrentan a importantes retos en el siglo XXI. Las nuevas directrices europeas establecen una nueva era para el sector impulsada por la eficiencia, las energías renovables y redes avanzadas con capacidad de almacenamiento.

El negocio eléctrico tradicional se verá muy afectado. Del modelo de negocio de la compañía eléctrica actual, altamente centralizado, enfocada a la producción y distribución de energía para la satisfacción de la demanda energética, y en la que la clave de éxito radica en la regulación, la compañía eléctrica del futuro estará basada en una gestión descentralizada basada en una intensa interacción con el cliente y donde la clave serán las redes inteligentes o *smart grids*.

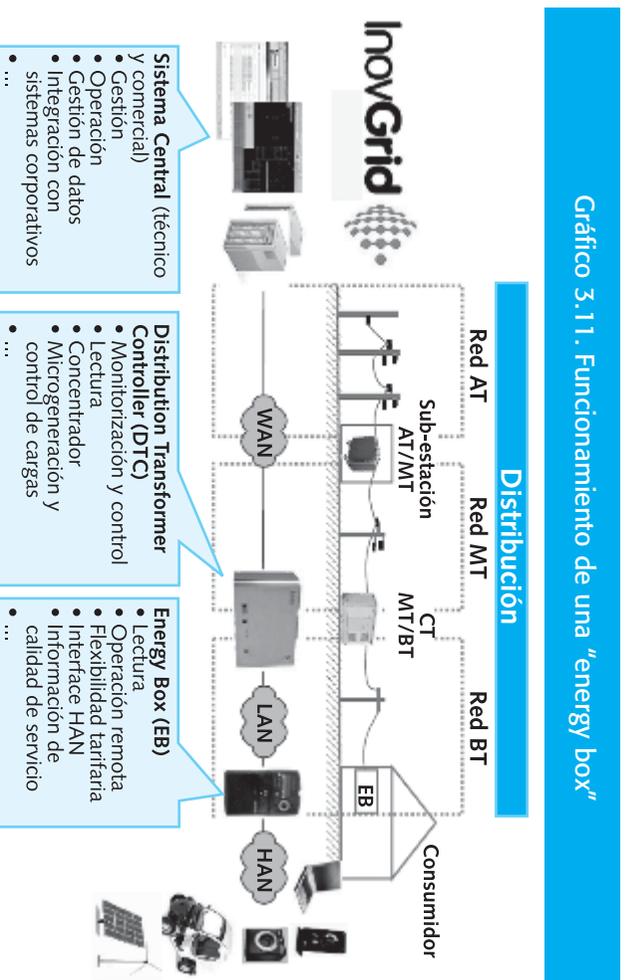
La red actual centra su inteligencia en las líneas de Alta (AT) y Media (MT) Tensión.





Fuente: EDP

El nuevo desafío es acercar la inteligencia de la red al cliente, para lo que se instala un *energy box* que permite el flujo bidireccional:



Fuente: EDP

Las denominadas redes inteligentes o *smart grid*, se definen, de acuerdo con la Plataforma Tecnológica Europea para Redes Inteligentes, como aquellos sistemas de intercambio de energía eléctrica capaces de integrar de forma inteligente el comportamiento de los generadores y consumidores que se encuentran conectados a él, de modo que facilitan un transporte energético sostenible, económico y seguro. Se considera además, que serán el el punto de encuentro entre los distintos agentes, que tendrán una visión de la misma como una red eléctrica flexible, altamente automatizada, telegestionada y totalmente integrada que incluye control centralizado. Además, estas tecnologías serán fundamentales para alcanzar los objetivos de crecimiento en renovables, eficiencia energética y vehículo eléctrico.

Los clientes, además de consumidores, se convierten en productores potenciales de energía, por lo que requieren una *smart grid* ágil, adaptable, accesible, dinámica, digital, computerizada y fácilmente configurable. Mención especial requiere los contadores inteligentes o *smart meters* que permite la telegestión y el flujo bidireccional entre la red y el consumidor.

Existen múltiples iniciativas en marcha sobre smart cities y *smart grids*, en las que a nivel internacional podemos señalar, entre otras:

- Smartgrid City Boulder, Colorado Grid Smart Columbos, Ohio
- SmartGrid + AMI, Malta
- Ecoicity Masdar Dubai
- Smart Traffic Stockhom

A nivel ibérico, se presentan los proyectos de Málaga y de Évora

### 5.1. *Smart city* de Málaga

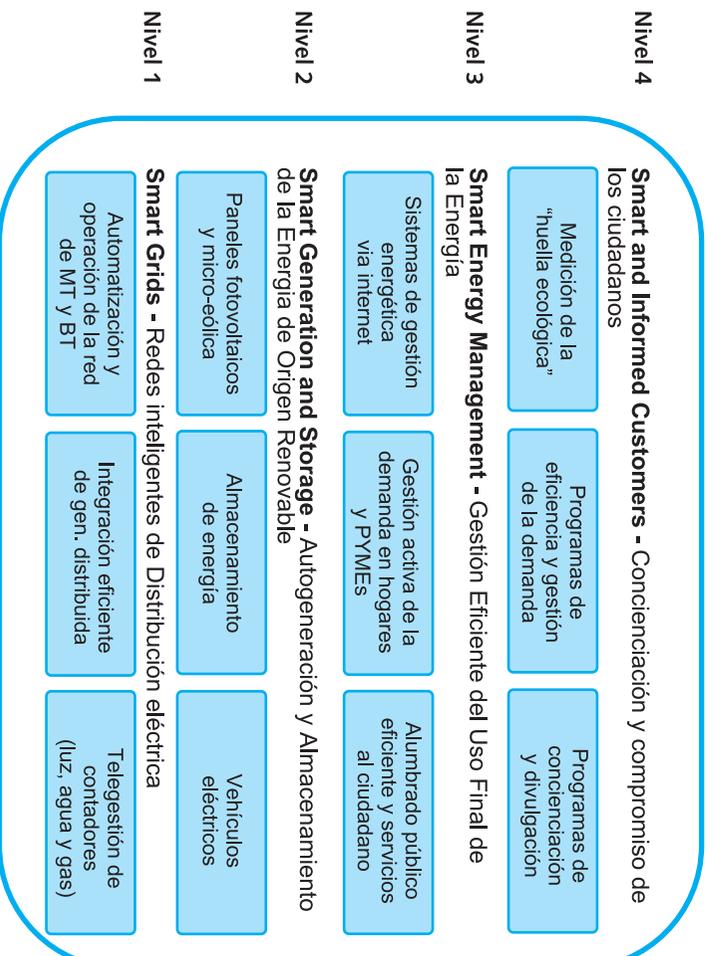
El proyecto de *Smart city* de Málaga, llevada a cabo con un presupuesto de 31 millones de euros cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), sitúa a Málaga y Andalucía como escapate a la vanguardia mundial y como centro demostrador de tecnologías sobre el terreno.

Esta iniciativa genera conocimiento y capacidades de alto valor añadido para impulsar el desarrollo de la industria y del I+D+i nacional. Permite obtener experiencias y desarrollar capacidades no existentes actualmente, lo que fomentará la necesidad de nuevas investigaciones y desarrollos.



En este proyecto se integrarán y pondrán en servicio a gran escala tecnologías de vanguardia mundial, desde la red eléctrica hasta el usuario final. Los sistemas de información y telecomunicaciones para operación de servicios en tiempo real se estructuran en los siguientes niveles:

**Gráfico 3.12. Niveles de los sistemas de información y telecomunicaciones para operación de servicios en tiempo real**



Fuente: Endesa

Este proyecto arrancó en 2009 y tendrá una duración de 4 años. Tiene un enfoque claramente demostrativo, con tecnología funcionando en campo y presencia importante del cliente final, llegando a un total de 12.000 clientes, con una potencia total contratada de 63 MW, 5 líneas de MT, con 38 km de circuitos conectados a 59 centros de transformación y una subestación.

Se plantea unos objetivos de ahorro del 20% del consumo actual (70 GWh/año), lo que se traducirá en más de 6.000 toneladas anuales de CO<sub>2</sub> solamente en la zona objeto del piloto.

## 5.2. Smart city de Évora

Este proyecto de *Smart city* de Évora pretende desarrollar de forma gradual y consistente una red de distribución inteligente. Con una población de 54.000 habitantes, Évora (ciudad declarada patrimonio de la humanidad por UNESCO) tiene la dimensión, la diversidad de red, el perfil del cliente y el contexto (institucional, social, económico, etc.) necesarios para albergar una completa evaluación de las *Smart cities*.

Con un presupuesto de 15 millones de euros, sin fondos europeos, en ella se instalará la plataforma en la red de distribución, con 31.000 contadores inteligentes, 341 DTC en cada Centro de Transformación (CT), junto con el acondicionamiento de las infraestructuras de comunicaciones y los sistemas de gestión remota de la red.

Las infraestructuras de comunicaciones son una base fundamental de las *smart grids*. Es un área en evolución continua y acelerada en la que se deben adoptar decisiones a medida que se acerca la puesta en marcha. Se están testando diversas tecnologías: WAN (BPL, WiMax, GPRS), LAN (PLC-OFDM, PLC-S-FSK, PLC-DCSK, RF Mesh, GPRS), HAN (ZigBee, Wifi).

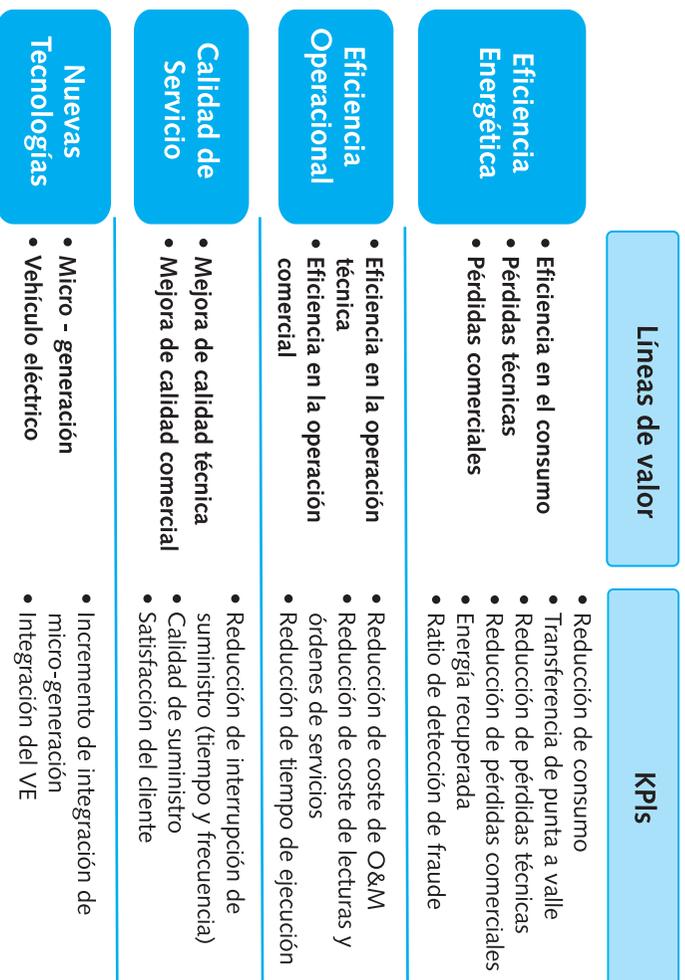
Se integrarán y evaluarán todas las iniciativas en un solo servidor que gestionará las lecturas remotas, los servicios energéticos, los nuevos planes de precios y tarifas, la eficiencia energética en la iluminación pública, así como la generación distribuida y el vehículo eléctrico.

Se realizarán acciones de divulgación y dinamización como sensibilización con la eficiencia en lugares concurridos a través de monitores de consumo on-line, tiendas con demostraciones y visitas, autobús energético, etc. Contará además con la implicación de las “fuerzas vivas” del municipio, como Autoridades, Universidad, Instituciones y medios de comunicación.

Las tareas son promover iniciativas que creen valor y medir y auditar los resultados:



Gráfico 3.13. Análisis de los objetivos de la ciudad inteligente de Évora



Fuente: EDP

Los productos y servicios se testan en segmentos de clientes diferentes, en función del consumo y de la potencia, que disponían de displays y software de eficiencia en PC/PDA conectados al *energy box*.

El proyecto InovCity de Évora<sup>36</sup> necesita medir, probar y comunicar adecuadamente los beneficios de las *smart cities*. No es sólo un proyecto piloto, es un punto de negocio, ya que tiene que dar resultados al regulador a mediados de 2011 y servirá de soporte a las decisiones internas y para alinear las decisiones regulatorias en el futuro inminente.

## CAPÍTULO 4 - EL TRANSPORTE SOSTENIBLE

*Manuel Bravo López*

*Blanca Perea Solano*

*Rafael Sánchez Durán*

### 1. Introducción

¿Por qué un Capítulo completo sobre el transporte? Para poder contestar a esta pregunta hay que analizar su peso en cada uno de los retos a los que se enfrenta la sociedad y que se reflejan en los tres objetivos clave de la política energética europea:

**1. Seguridad de abastecimiento.** Es decir, asegurar el acceso permanente a las fuentes de energía primaria a precios asequibles.

A nivel mundial, en 2008, el 33,1%<sup>37</sup> de la energía primaria consumida fue petróleo; este porcentaje ascendió en España al 49,5%<sup>38</sup>, siendo del 58,9% si se analiza el consumo de energía final. Destacar que el sector transporte depende aproximadamente en un 95% del petróleo. Si consideramos la previsión de crecimiento poblacional en el mundo, sobre todo en los países en vías de desarrollo, podemos entender cómo el uso intensivo de petróleo en el transporte provocará una subida de la demanda que, a su vez, conllevará una subida de los precios y un aumento de las tensiones internacionales. Es relevante mencionar que España concentra en 5 países el 63% de sus importaciones de crudo.

**2. Competitividad industrial.** Potenciar el crecimiento económico y el empleo en un contexto donde los costes de la energía y la situación geográfica de las plantas de producción son críticos para la competitividad de las empresas. La reducción de la dependencia energética permite, además, equilibrar la balanza comercial y mejorar el bienestar de los ciudadanos y la economía global del país.

<sup>37</sup> Fuente: WEO 2010

<sup>38</sup> Fuente: La energía en España 2009



## 82 | Talleres de Ahorro y Eficiencia Energética

El transporte es la columna vertebral de la economía europea y representa el 7% del producto interior bruto (PIB)<sup>39</sup> y más del 5% del empleo total de la Unión Europea (UE).

**3. Cambio Climático.** La reducción del consumo de energía a través de mejoras en eficiencia y en extensión del uso de combustibles más descarbonizados tiene un impacto directo en la reducción de las emisiones de efecto invernadero y en la mitigación del cambio climático.

El sector transporte genera un tercio de las emisiones de CO<sub>2</sub>. En 2009 el sector transporte emitió el 29,6% de los gases de efecto invernadero sobre el total de los gases generados por los grupos SNAP<sup>40</sup>, siendo el transporte realizado por carretera responsable del 23,4% y, por tanto, el mayor contribuyente.

En la siguiente gráfica se puede observar cómo otros sectores han mantenido una tendencia decreciente en cuanto a sus emisiones desde 1990, mientras que el sector transporte es el único que ha mantenido una tendencia creciente.

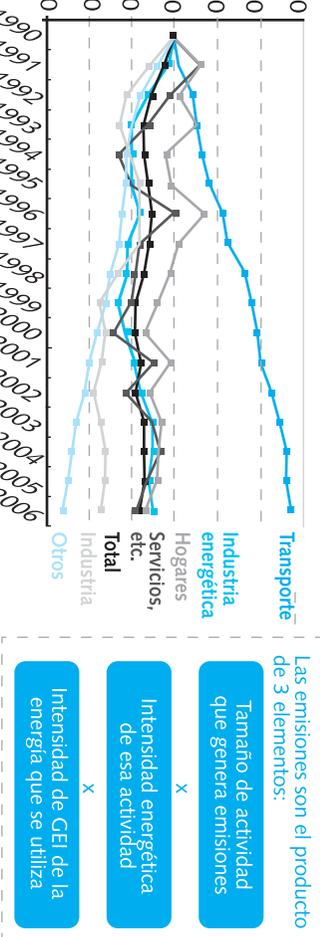


Gráfico 4.1. Tendencia de sectores emisores

- La calidad del aire, no obstante, ha mejorado de manera importante gracias a la aplicación de normas de emisión cada vez más rigurosas y que cambiarán de manera significativa los gramos de CO<sub>2</sub> por km<sup>3</sup>.

(3) Como por ejemplo Reglamento (CE) n° 443/2009

Fuente: La energía y el transporte de la Unión Europea en Cifras, libro estadístico de 2009

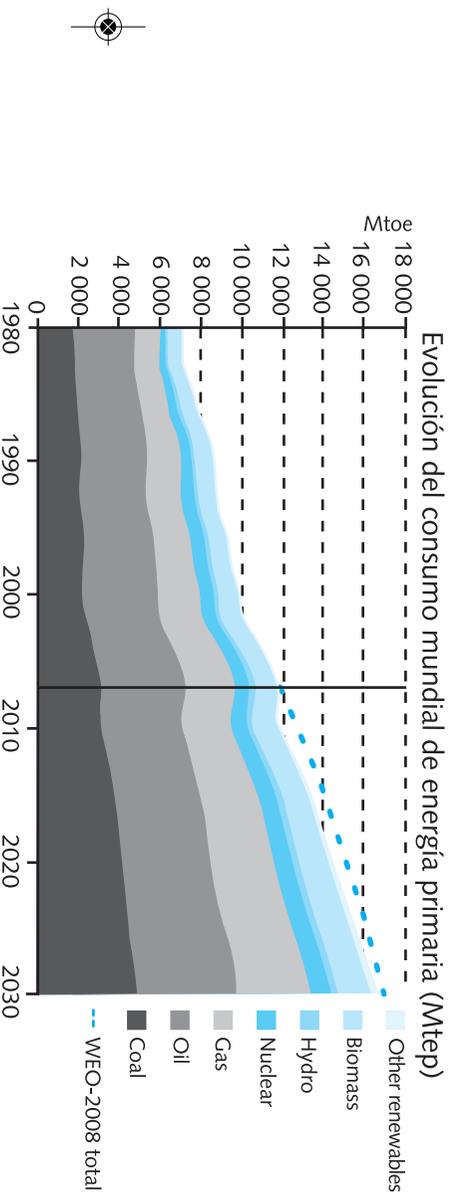
<sup>39</sup> Del 7% del PIB, el 4,4 % corresponde a los servicios de transporte y el resto a la fabricación de equipos y componentes, mientras que 89 millones de empleos corresponden a los servicios de transporte y 3 millones a sus equipos. (Fuente: European Commission, DG Employment)

<sup>40</sup> Para las actividades con incidencia ambiental sobre la atmósfera, se indicará la categoría SNAP (Selected Nomenclature for Air Pollution) y el grupo de actividad A, B o C que corresponde a las dos clasificaciones recogidas en el anexo IV de Ley 34/2007, de calidad del aire y protección de la atmósfera

Con los datos expuestos anteriormente se entiende el peso que tiene el sector transporte en la actualidad, pero también es necesario entender cómo será el futuro si seguimos con un modelo igual al actual.

En la siguiente gráfica se observa el crecimiento esperado en el consumo de energía primaria a nivel mundial, que se prevé será del orden de un 1,5% anual.

Gráfico 4.2. Evolución del consumo mundial de energía primaria (Mtep)

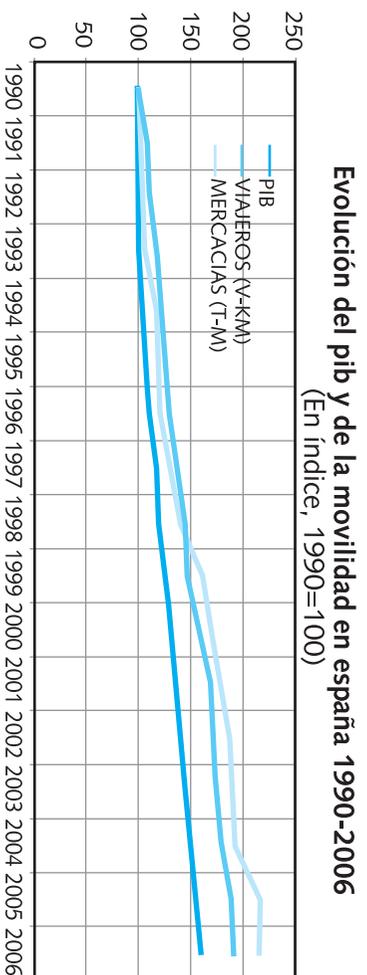


Fuente: WEO 2009 – International Energy Agency

El incremento de consumo de combustibles fósiles con un uso ineficiente de éstos generará niveles de  $\text{CO}_2$  insostenibles por el planeta.

Existe una relación muy estrecha entre el crecimiento económico y el aumento del consumo de combustibles, pero más concretamente el primero está muy relacionado con la movilidad. En la siguiente gráfica se puede observar esta evolución en la economía española en el periodo 1990-2006, en el que el PIB tuvo un crecimiento anual del 3% mientras que la movilidad de pasajeros creció en un 4,3% y la de mercancías un 4,9%.

**Gráfico 4.3. Evolución del PIB y de la movilidad en España 1990-2006**  
(Índice 1990= 100)



Fuente: INE y Ministerio de Obras Públicas y Transporte, "Los Transportes, el turismo y las comunicaciones"; Ministerio de Fomento, "Informe sobre los transportes y los servicios postales"<sup>41</sup>



En este momento en el mundo circulan aproximadamente 800 millones de vehículos, de los cuales cerca de 30 millones lo hacen en España, pero se prevé que en el 2030 en el mundo se alcancen los 1.500 millones y 3.000 millones en el 2050, sobre todo por el crecimiento de países emergentes como Brasil, China, India, y Rusia.

Por la situación actual y la futura, en la que el crecimiento económico de los países emergentes, que siguiendo el modelo económico actual se basará en un crecimiento de consumo de combustibles fósiles, y el aumento esperado de población a nivel mundial, es fácil entender que en las próximas décadas será necesario realizar una profunda transformación en este sector para enfrentarnos con éxito a los retos medioambientales y económicos.

## 2. Impulso de la eficiencia energética en el sector transporte en la política energética

### 2.1. Actuaciones a nivel regulatorio

Las políticas energéticas europeas y nacionales no son ajenas al reto que supone el sector transporte en términos de emisiones y consumo de energía primaria. Sin pretender ser exhaustivos, se recoge aquí la legislación más relevante en este ámbito aprobada en los últimos años, y que pone el foco en el transporte terrestre por carretera y por ferro-

<sup>41</sup> Nota: Solo incluye transporte por carretera y ferroviario.



carril. Esta normativa obliga: a la mejora tecnológica de los motores de combustión interna, siendo el reglamento 443/2009 y las normas EURO<sup>42</sup> las más relevantes para turismos y transporte por mercancías; a la introducción de energía renovable en el transporte, esencialmente marcada por el objetivo de alcanzar un 10% de energía procedente de fuentes renovables en el transporte recogido en la Directiva 2009/28/CE; en el impulso del vehículo eléctrico; en el impulso del transporte de pasajeros y mercancía por ferrocarril y la mejora de las infraestructuras a través de planes de acción.

El objetivo del 10% de energía procedente de fuentes renovables en el transporte se logrará con un mayor uso de biocombustibles u otros combustibles renovables como sustitutivos del gasóleo o la gasolina en el transporte, que ya impulsó la Directiva 2003/30/CE. A nivel nacional, esta Directiva ha sido recogida en la Orden ITC/2877/2008.

En relación con el vehículo eléctrico, cabe destacar el texto de la Proposición no de Ley del Grupo Parlamentario Socialista sobre el vehículo eléctrico, aprobado por el Pleno del Congreso de los Diputados en su sesión del día 3 de mayo de 2011, en el que el Congreso de los Diputados insta al Gobierno a desarrollar la Estrategia Integral para el impulso del Vehículo Eléctrico en España a través del Plan de Acción del Vehículo Eléctrico 2010-2012, entre otras medidas.

En lo referente a la mejora de la eficiencia de los vehículos, en el ámbito del transporte particular por carretera, destaca el reglamento de la Comisión Europea 443/2009, que fija las normas de comportamiento en materia de emisiones de los turismos nuevos matriculados en la Comunidad. Esta normativa responde a un enfoque integrado para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> de los vehículos ligeros al tiempo que se garantiza el funcionamiento correcto del mercado interior.

Las normas EURO, que establecen los límites aceptables para las emisiones de gases de combustión de los vehículos nuevos vendidos en los Estados miembros de la Unión Europea, es otro de los mecanismos más significativos. Así, desde la norma EURO I, de 1991-1993, que recogía los requisitos para turismos en la Directiva 91/441/CEE y para turismos y para camiones ligeros en la Directiva 93/59/CEE, han seguido sucesivas normas hasta la EURO VI en 2008, que han ido modificando los límites marcados por la Directiva original 70/220/CEE sobre límites de emisión.

A nivel nacional destaca, desde 2008, la medida referente a la discriminación fiscal del impuesto de matriculación (nuevo impuesto de matriculación) en función de las emisiones de CO<sub>2</sub> del vehículo, que le dan un incentivo o exención a los menos emisores.

<sup>42</sup> Normas europeas sobre emisiones



## 86 | Talleres de Ahorro y Eficiencia Energética

Adicionalmente, entre los mecanismos de aplicación más directos, cabe destacar los planes de renovación de turismos, Plan Prever, Plan VVE y Plan 2000E.

Por otro lado, los esfuerzos en el ámbito de las infraestructuras se dirigen hacia el impulso del transporte ferroviario y la descongestión de las ciudades mediante el impulso del transporte público o de medios no motorizados como la bicicleta. En este sentido cabe destacar el Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte (PEIT).

## 2.2. El transporte en el Plan de Ahorro y Eficiencia Energética 2008-2012

Las medidas regulatorias contempladas en el apartado anterior, se han visto impulsadas de una manera concreta por el Plan de Ahorro y Eficiencia Energética 2008-2012 (PAE4+), a través de 15 medidas de impulso para el ahorro y la eficiencia energética en el transporte, que abarcan los cuatro modos: carretera, ferrocarril, marítimo y aéreo.

El objetivo de ahorro del Plan de acción 2008-2012 para este sector es alcanzar un ahorro energético en 2012 de 9.087 ktep/año y un ahorro acumulado en el período 2008-2012 de 30.332 ktep en energía final y 33.472 ktep en energía primaria.

**Tabla 4.1. Plan de Acción E4+ para el transporte**

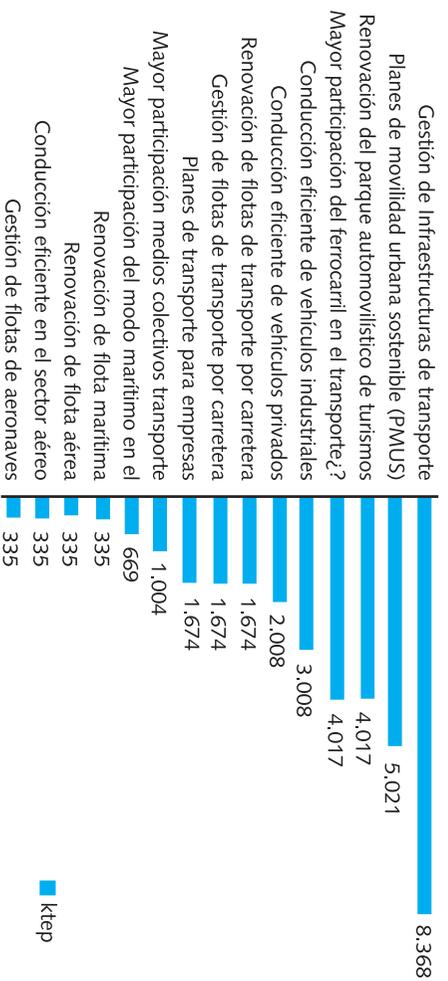
Medidas	Plan de Acción E4+2008-2012					
	Inversión	Apoyo Público	Ahorro Energía Primaria		Emisiones de CO <sub>2</sub> evitadas	
			2012	2008-2012	2012	2008-2012
	Miles de Euros					
1 Planes de movilidad urbana	1.626,244	241,926	1.504	5,021	4,830	16,122
2 Planes de transporte para empresas	200,490	36,453	501	1,674	1,610	5,374
3 Mayor participación de los medios colectivos en el transporte por carretera	26,458	26,458	301	1,004	966	3,224
4 Mayor participación del ferrocarril	14,569	14,569	1,203	4,017	3,864	12,898
5 Mayor participación del marítimo	14,796	14,796	201	669	644	2,150
6 Gestión de infraestructura de transporte	7,136	7,136	2,507	8,368	8,050	26,870
7 Gestión de flotas de transporte por carretera	20,549	20,549	501	1,674	1,610	5,374
8 Gestión de flotas de aeronaves	1,430	1,430	100	335	322	1,075
9 Conducción eficiente del vehículo privado	8,640	8,640	602	2,008	1,932	6,449
10 Conducción eficiente de camiones y autobuses	5,613	5,613	602	2,008	1,932	6,449
11 Conducción eficiente en el sector aéreo	5,318	5,318	100	335	322	1,075
12 Renovación de flota de transporte por carretera	6,031	6,031	501	1,674	1,610	5,374
13 Renovación de flota aérea	1,453	1,453	100	335	322	1,075
14 Renovación de flota marítima	2,709	2,709	100	335	322	1,075
15 Renovación parque automovilístico turismo	32,795	32,795	1,203	4,017	3,864	12,898
<b>Total transporte</b>	<b>1.974,230</b>	<b>425,874</b>	<b>10,028</b>	<b>33,472</b>	<b>32,200</b>	<b>107,481</b>

Fuente: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio-IDAE. Plan de Acción E4+

La siguiente figura muestra los valores concretos objetivo del plan para las 15 medidas en ahorro de energía final acumulado en el período 2008-2012, donde se pone de manifiesto que los ahorros de mayor volumen se esperan obtener en los ámbitos de infraestructuras, planes de movilidad urbana sostenible, renovación del parque de turismo y el fomento de una mayor penetración del ferrocarril en el transporte.

Gráfica 4.4. Ahorros agregados en el período 2008-2012 para las medidas del PAE4+ relativas al sector transporte

#### Ahorros por iniciativa (Agregado 2008-2012)



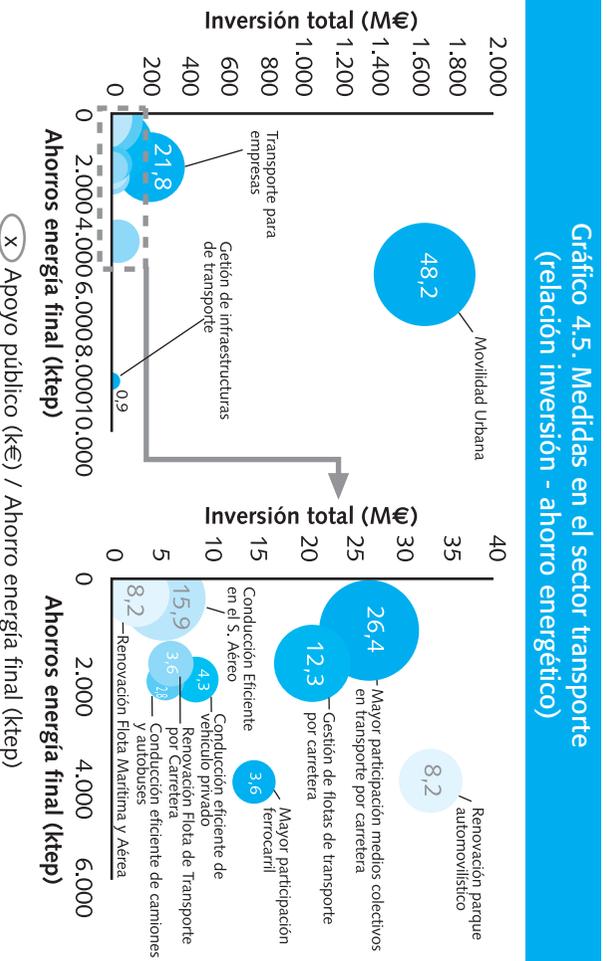
Fuente: IDAE

Dentro del modo carretera, una gran parte del ahorro se pretende conseguir a través de tres medidas:

- Gestión de *Infraestructuras*, que persigue optimizar el uso del conjunto de infraestructuras de transporte actuales a través de estudios integrales sobre redes de intercambiadores y centros logísticos, así como sobre sistemas de gestión económica por uso de infraestructuras;
- *Planes de Movilidad Urbana (PMUS)*, una medida mixta en términos modales ya que busca conseguir cambios en el reparto modal en el transporte urbano con una mayor participación de los medios más eficientes de transporte.
- *Fomento de la conducción eficiente*, a través de formación a conductores profesionales y a la implantación de tecnología, tanto en transporte de pasajeros como de mercancías.

El modo ferrocarril se fomenta a través de una medida relativa a mayor participación del ferrocarril en el transporte interurbano, así como impulsando los trenes de cercanías en los planes de movilidad urbana. La mayor participación del ferrocarril abarca tanto el transporte de pasajeros como de mercancías, siendo en el segundo ámbito donde existe un mayor potencial de mejora, tal y como se analizará en el apartado 5 del presente Capítulo.

El apoyo público total del PAE4+ para el sector transporte es de 426 millones de euros. La figura a continuación muestra la relación existente entre inversiones totales y ayudas públicas junto con los ahorros energéticos esperados de cada una de las medidas ligadas al sector transporte.



Fuente: Plan de Ahorro y Eficiencia Energética 2008-2012 de IDAE

Los planes de movilidad urbana son los que presentan mayor nivel de inversión (82% de la inversión total) y los que mayor nivel de apoyo público reciben tanto en términos absolutos (57% del apoyo público) como por ktep ahorrado. Sin embargo, los planes de gestión de infraestructuras de transporte son los que presentan un mayor ahorro de energía (25% del total) siendo los que menos apoyo público reciben por ktep ahorrado.

### 2.3. Plan de Ahorro y Eficiencia de marzo y de abril de 2011

Con motivo del encarecimiento del precio del petróleo ocasionado por las revueltas en algunos países productores del norte de África, el Consejo de Ministros aprobó, el 4 de

marzo de 2011, un Plan de Ahorro y Eficiencia Energética cuyas medidas, y según el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, podrían suponer un ahorro de 3,2 millones de tep anuales, el equivalente a 28,6 millones de barriles de petróleo, y reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en 12,5 millones de Tm al año.

Dentro de las medidas en el sector transporte, además de la polémica medida relativa a la reducción de velocidad máxima en autovía y autopista a 110km/h, destacaron las siguientes:

- Financiación para la ejecución de Planes de Movilidad Urbana Sostenibles (PMUS)
- Plan de eficiencia energética en el transporte prestando especial atención al transporte ferroviario de mercancías
- Plan renove de neumáticos
- Optimización del uso de los pasillos y rutas verdes de aproximación
- Fomento del coche compartido a través de las TIC
- Elevación del objetivo del biodiésel al 7% anual
- Rebaja de hasta un 5% en tarifas de trenes de cercanías y media distancia de RENFE
- Fomento del transporte público en la Administración General del Estado priorización de las ayudas sociales al transporte.
- Fomento de las ciudades con el sello MOVELE

Adicionalmente, el Ministerio de Fomento presentó en abril de 2011, una serie de medidas estructurales dirigidas a la reorientación modal del sistema de transporte terrestre y el impulso al transporte marítimo de mercancías, así como un plan de eficiencia energética en materia de transporte aéreo.

Dentro de este mismo Plan, se presentaron también 100 medidas operativas, incluyendo algunas relacionadas con el transporte por ferrocarril, transporte por carretera, transporte aéreo y transporte marítimo.

### 3. La Movilidad Sostenible

La sostenibilidad, tal y como se definió en el informe Brundtland<sup>43</sup>, consiste en satisfacer las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones. Así, el Transporte Sostenible o la Movilidad Sostenible deberá permitir satisfacer

<sup>43</sup> <http://www.un-documents.net/wced-oc.htm>



90 | Talleres de Ahorro y Eficiencia Energética

nuestras necesidades de movilidad sin provocar los problemas medioambientales, sociales y económicos detectados en el modelo actual, que ponen en peligro las necesidades de las futuras generaciones.

Los inconvenientes más destacables del modelo actual, basado principalmente en el vehículo particular propulsado por gasoil o gasolina, son:

- La contaminación del aire
- El consumo excesivo de energía
- Los efectos nocivos sobre la salud de la población y
- La saturación de las vías de circulación

Además, hay que añadir las causadas por la contaminación acústica ya que el nivel de ruido en las ciudades europeas supera los niveles recomendados.

Todos estos inconvenientes, junto con la característica de que el petróleo sea una fuente energética finita, han provocado la necesidad de encontrar alternativas que ayuden a paliar los efectos negativos y a idear un nuevo modelo que requiera de un compromiso de responsabilidad medioambiental, de eficacia (técnica, de seguridad y confort) y por supuesto de eficiencia económica. Los objetivos a conseguir pueden resumirse en:

- Mayor eficiencia para mejorar la competitividad del sistema productivo (Transporte o la energía en general)
- Incrementar la calidad de vida de los ciudadanos sin comprometer sus condiciones de salud
- Mantener o aumentar la seguridad en los desplazamientos.

Para conseguir estos objetivos es necesario combinar diversos tipos de medidas:

- **Educacionales:** Para sensibilizar a las personas/empresas con estos problemas y promover un cambio de hábito que potencie desplazamientos a pie, en bicicleta o en transporte público en lugar de privado, siempre que sea posible, uso compartido del vehículo en los desplazamientos al centro de trabajo, flexibilidad laboral, teletrabajo, teleconferencias, etc.
- **Tecnológicas:** Desarrollo de tecnologías que amplíen las opciones de movilidad sostenible, lo que implica la optimización tecnológica de los motores actuales; desarrollo

de nuevas tecnologías (vehículos eléctricos a batería, vehículos híbridos o vehículos eléctricos impulsados con pila de combustible de hidrógeno); carburantes más descarbonizados; transformación de flotas; redes inteligentes, etc.

- Políticas: Crear desde las administraciones públicas políticas de movilidad sostenible buscando conseguir, fundamentalmente, una reducción en la congestión de las vías incluyendo modificación en los flujos circulatorios urbanos; peatonalización de las vías; redistribución de espacios públicos; nuevos enfoques en los diseños de las infraestructuras; incentivos a la compra de vehículos menos contaminantes; etc.

## 4. Transporte por carretera

### 4.1. Opciones tecnológicas en motores

#### El motor convencional

El motor de combustión interna funciona quemando combustible para conseguir la energía mecánica necesaria para su propulsión. Hoy por hoy es la base del transporte por carretera y desde hace décadas no ha sido ajeno a la necesidad de evolucionar hacia tecnologías que lo hiciesen más eficiente y menos contaminante.

El desarrollo de vehículos autónomos comenzó a finales del siglo XIX, propulsados por vapor, motor eléctrico o motor de combustión interna. Estos últimos, aunque eran más ruidosos y complejos de poner en marcha que los eléctricos, su mayor autonomía determinó que, desde principios del siglo XX, los vehículos con motores de combustión interna fueran dominantes hasta el día de hoy. Estos se desarrollaron inicialmente para satisfacer los requerimientos del mercado en cuanto a capacidad, velocidad, autonomía y precio, más que en la reducción de los consumos energéticos.

A lo largo de los últimos cien años los vehículos de explosión han transformado la economía y aumentado las posibilidades de movilidad de los ciudadanos. La industria de automoción ha tenido un enorme desarrollo constituyendo actualmente uno de los pilares de nuestras economías<sup>44</sup>. Esta industria ha realizado considerables desarrollos, de tal forma que los vehículos han mejorado sus prestaciones, fiabilidad, durabilidad, consumos e incluso el precio. Ello ha permitido cada vez a un mayor número de ciudadanos alcan-

<sup>44</sup> En 2003, un informe de la Universidad de Michigan concluye que la industria del automóvil proporciona, de forma directa o indirecta, uno de cada 10 empleos en Estados Unidos.



zar la posesión de un automóvil, lo que ha supuesto considerables mejoras de nivel de vida mejorando el acceso a la educación, salud, elección del lugar de vivienda y libertad para viajar.

Sin embargo, ello ha provocado congestión en áreas urbanas con impacto en la calidad del aire. Por ello, el estado de California adoptó en 1966 la primera legislación para regular las emisiones del escape de los vehículos. A partir de entonces se aprobaron legislaciones, tanto en Estados Unidos como en Europa, regulando emisiones de los vehículos, especificaciones de combustibles y estableciendo niveles de calidad del aire para la protección de la salud de los ciudadanos. En particular, en la UE, y con el objetivo de hacer consistente las emisiones de los vehículos de transporte con los niveles de calidad del aire, se desarrollaron los programas Auto Oil I y Auto Oil II, iniciados en 1992 y 1997, respectivamente. Ambos programas establecieron niveles de emisión de los vehículos y especificaciones de los combustibles de automoción.

En lo que sigue se abordarán los aspectos relacionados con consumos y emisiones de los vehículos de combustión interna así como los posibles recorridos de mejora en un próximo futuro.

### 1. Principios tecnológicos

El motor transforma en trabajo útil de energía proporcionada por la combustión de los combustibles en el mismo y la relación entre ambos determina la eficiencia del motor (eficiencia al freno). Ésta no sólo depende de la propia termodinámica sino también de las pérdidas internas por fricción. Teniendo en cuenta éstas junto con las pérdidas térmicas, la eficiencia global del motor de combustión es de un 25-30%.

La eficiencia con la que el motor convierte la energía del combustible no es, sin embargo, el único determinante del consumo de energía del vehículo, ya que depende también de energía necesaria para moverlo, y ésta última está relacionada con el diseño del propio vehículo y de la propia estructura de la carretera. La energía generada en el motor se convierte en energía de rotación en el propio motor y a través de la transmisión y otros componentes del vehículo se transmite a las ruedas para vencer la resistencia a la aceleración, la resistencia aerodinámica y la resistencia a la rodadura, con una eficiencia global expresada, en un recorrido horizontal, por:

$$\frac{E_s}{VK} = \frac{m \cdot (v' + c_{Rg}) + c_D S \left( \frac{\rho}{2} v^2 \right)}{\epsilon_{propulsión}}$$



Donde:

$E_s / M/k$  : energía suministrada por kilómetro recorrido por el vehículo

$v$  : velocidad del vehículo

$v'$  : aceleración

$C_R$  : coeficiente de rodadura

$C_D$  : coeficiente aerodinámico

$\epsilon_p$  : eficiencia energética de propulsión (relación entre la energía de aplicada a las ruedas y la energía proporcionada por el combustible)

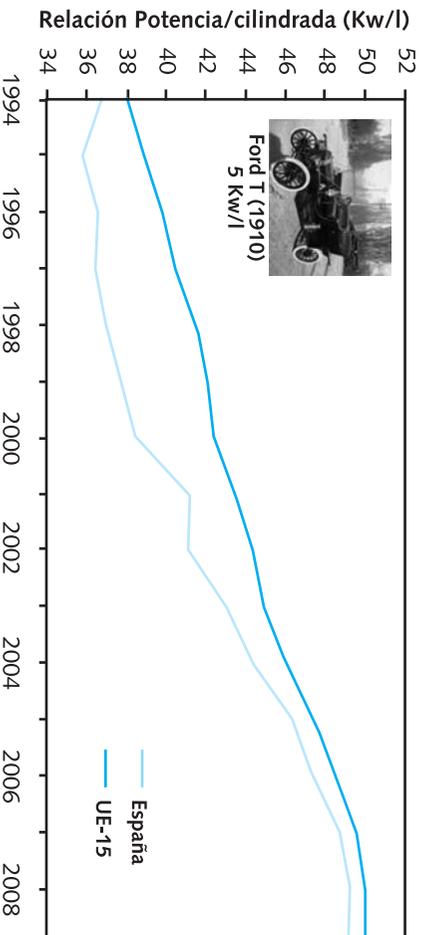
$S$  : sección transversal del vehículo

$\rho$  : densidad del aire

El consumo energético varía según la propia eficiencia del motor en las condiciones de operación, relacionadas con el sistema de conducción, y al propio diseño del vehículo: peso, resistencia al aire, tipo de neumáticos, etc., por lo que todos ellos han de tenerse en cuenta en los desarrollos de los vehículos en busca de un diseño óptimo, aquel que es eficiente y además cumple con la demanda del mercado. Así, por ejemplo, la reducción del peso puede afectar al espacio, confortabilidad de los pasajeros, reducir la resistencia aerodinámica puede afectar a la estética, etc. En cualquier caso, aunque los fundamentos físico-químicos siguen siendo los mismos durante estos cien años, se han realizado considerables progresos en eficiencia y mejora de materiales, lo que ha permitido: el aumento de la relación de compresión y la reducción de peso, tal como puede verse en el gráfico 4.6 en el que se muestra la evolución de la relación potencia/capacidad a lo largo de los últimos años; la introducción de materiales más ligeros; sistemas electrónicos para el control de las condiciones de combustión o de conducción; todo ello manteniendo un nivel de precios adecuado al poder adquisitivo de los ciudadanos.



**Gráfico 4.6. Evolución de la relación potencia/cilindrada de los vehículos nuevos matriculados en España y la UE-15, durante los últimos años**



Fuente: ACEA-Elaboración Fundación Repsol

## 2. Características de la industria y del mercado

Durante los más de cien años de historia, la industria del motor ha evolucionado enormemente, tanto en el tipo de producto como en los métodos de producción. Aunque los desarrollos iniciales no significaron gran reducción de consumos energéticos, pues se sacrificaron éstos frente a los objetivos de aumento de tamaño, confort y mejora de prestaciones, a partir de la primera crisis del petróleo pasaron a tener un peso importante, especialmente en países con altos costes de combustible. Sin embargo, dado que la implantación de mejoras energéticas significa aumento de precio, éste debía estar justificado con el ahorro proporcionado por la reducción de consumo, por lo que su implantación ha estado gradualmente ligada a la evolución de los sistemas de producción.

Igualmente, sobre todo a partir de 1990, se han introducido condicionamientos medioambientales de emisiones contaminantes, nuevos criterios de seguridad, límites en la emisión de gases de efecto invernadero y obligaciones de utilización de biocombustibles, lo que ha provocado el aumento del número de actores involucrados en la industria.

Por otro lado, debido a los altos costes de desarrollo de nuevas plataformas, los cambios se producen por evolución continua de las existentes sin introducción de cambios drásticos.

### 3. Evolución de los vehículos de Combustión Interna

El desarrollo de los vehículos de combustión interna ha estado determinada por distintos criterios que han ido cambiando a lo largo del tiempo, no de forma excluyente, sino que los nuevos criterios se añadían a los anteriores. Si en principio fueron volumen y prestaciones, consumo energético, seguridad y durabilidad se añadieron posteriormente. Se continuó con la reducción de emisiones contaminantes y, finalmente, las emisiones de gases de efecto invernadero. Así nuevas tecnologías de materiales, eléctricas, electrónicas, informáticas y químicas (combustibles, lubricantes, neumáticos) se han ido incorporando a lo largo de tiempo sin aumento de precios del producto; lo que ha significado un gran esfuerzo de desarrollo y gestión de la producción.

En lo que sigue se analizarán las fuerzas directrices de este desarrollo en los tipos de vehículos: gasolina (encendido provocado) y diesel encendido por compresión.

#### – Motores de gasolina

El aumento de la relación de compresión (los motores actuales operan con relaciones de compresión diez veces superiores a los iniciales) y mejoras en la cámara de combustión han mejorado la eficiencia nominal de los motores. Sin embargo, los límites impuestos por el sistema de tratamiento de los gases de combustión impide la plena realización de las mismas. Aunque la eficiencia nominal puede aun mejorarse, la eficiencia mecánica admite más posibilidades de mejora mediante cambios de diseño y la utilización de nuevos materiales. Gran parte de éstas se deben a conseguir mejoras de eficiencia en situaciones en las el motor opera fuera de la eficiencia óptima, que ocurre mayoritariamente, especialmente en zonas urbanas. Así, motores turboalimentados o de válvulas variable, VLT (*Variable Valve Lift and Timing*) y la utilización de motores de inyección directa permiten mejoras de eficiencia en situaciones de bajos niveles de demanda.

En condiciones típicas de operación la eficiencia mecánica de éstos motores puede mejorarse de 20-25% en las próximas décadas.

#### – Motores de encendido por compresión (diésel)

En los motores de encendido por compresión, la combustión se produce de forma espontánea cuando el combustible (diésel) se inyecta en aire comprimido a temperatura superior a la de autoignición. La alta relación de compresión/expansión en la opera-



ción de los motores diésel es la base para la mayor eficiencia de éstos respecto a los de gasolina. Por otro lado, la regulación de la potencia demandada se realiza controlando el combustible inyectado en los cilindros, a diferencia de los de gasolina que operan con mezclas fijas de aire/combustible (estequiométrica para el control del post-tratamiento). Así, los modernos motores diésel turboalimentados para vehículos ligeros son del orden de 20-25% más eficientes que los de gasolina.

Puesto que los motores diésel ya utilizan mezcla pobre y altas relaciones de compresión, el potencial de mejora de eficiencia es más reducido que en los de gasolina. El aumento de la compresión y reducción de la fricción pueden proporcionar un ligero aumento de la eficiencia; sin embargo, los sistemas de post-tratamiento para la reducción de emisiones pueden compensar parte de lo ganado quedando reducido el potencial de mejora posible a un 10%.

#### – Otras mejoras de consumo

Pueden lograrse mejoras adicionales, del orden de un 8%, utilizando un único motor generador para las funciones de arranque y generación, lo que permite el paro del motor cuando el vehículo está parado en semáforos o congestiones de tráfico (sistemas conocidos por *Start-Stop*). Los sistemas de freno regenerativos permiten, igualmente, reducir el consumo de combustibles.

#### – Combustibles alternativos

El transporte es, después del sector energético, el de mayor consumo de recursos energéticos pero, a diferencia de este último, se basa casi exclusivamente en la utilización de productos petrolíferos. La diversificación de fuentes de energía para utilización en el transporte ha sido una constante desde la primera crisis del petróleo.

En principio, el camino utilizado con este objetivo fue la sustitución parcial de los combustibles convencionales, utilizando la misma cadena de distribución. Los biocombustibles forman parte de esta estrategia; tanto el bioetanol que se utiliza directamente, mezclado con gasolina, o transformado en ETBE; como el biodiésel utilizado, en algunos casos particulares, bien directamente, en mezclas con diésel cumpliendo la norma europea EN-590 (7%), o en mezclas superiores, para el caso de motores capaces de utilizarlas.

Las regulaciones medioambientales sobre calidad del aire han determinado el control de las emisiones de escape de los vehículos, implicando cambios en las especificaciones de



combustibles y el desarrollo de nuevos sistemas de accionamiento, como el vehículo eléctrico, que será comentado posteriormente.

En los últimos años, y con el objetivo de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, unido a la necesidad de asegurar el suministro en casos de alta demanda internacional de combustibles convencionales, se ha activado el desarrollo de combustibles alternativos, que aun- que requieran sistemas específicos de distribución, producen menores emisiones de CO<sub>2</sub> y presentan ciertas ventajas en precio, tales como el Gas Licuado del Petróleo (GLP) o Autogas y el Gas Natural.

El GLP (Autogás) se trata de una mezcla de propano/butano, pudiendo contener hasta un máximo de 80% de butano, que es líquido a presiones relativamente bajas. Se utiliza en motores de encendido provocado (gasolina) y ofrece las ventajas de menores emisiones de CO<sub>2</sub> respecto a la gasolina, aunque una menor autonomía, y precios más bajos.

En cuanto a su distribución, al ser el GLP ampliamente utilizado como combustible y estar extendida su red de distribución, no requiere el desarrollo de un sistema específico de distribución, aunque sí requiere, sin embargo, de instalaciones y bombas de carga de vehículos específicas en las estaciones de servicio.

El Gas Natural Vehicular se utiliza como combustible, al igual que el Autogas, en motores de encendido provocado. El Gas Natural tiene menores emisiones específicas por unidad energética que los combustibles líquidos, por lo que su utilización da lugar a reducción de emisiones.

La baja densidad del gas requiere que se utilice a elevadas presiones, lo que implica pesos elevados del depósito de gas, o licuado, y también sistemas especiales de transporte o la utilización de pequeñas unidades de licuación para la carga del vehículo. Por ello, el Gas Natural es más apropiado para ser utilizado en vehículos pesados que operan en cortos radios de acción. Dado que los motores que operan con combustión provocada disponen de sistemas de tratamiento de gases de escape, producen menores emisiones de NOx y partículas que los vehículos equivalentes equipados con motor diésel. Esto hace que la utilización del gas natural sea especialmente apropiada para autobuses o vehículos municipales



**Tabla 4.2. Análisis comparativo de consumos y emisiones de los combustibles más utilizados en motores de combustión**

Parámetro	Gasolina	Gasóleo	GLP	GNC
Precio (€/km-Impuestos incluidos)	7,1	5,1	4,6	3,5
Autonomía del vehículo (km)	920	1.180	730	200
CO/HC (mg/km)	≤ 1.000/100	≤ 500/50	≤ 1.000/100	≤ 1.000/100
NOx (mg/km)	≤ 60	≤ 180	≤ 60	≤ 60
PM* (mg/km)	–	≤ 5	–	–
Consumo T <sub>W</sub> (MJ/100km)	190	166	190	190
CO <sub>2</sub> eq T <sub>W</sub> (g/km)	140	122	126	108
Consumo WW <sub>W</sub> (MJ/100km)	225	202	213	237
CO <sub>2</sub> eq WW <sub>W</sub> (g/km)	162	141	141	141

Fuente: Repsol Gas

### Vehículos Híbridos y Vehículos Eléctricos Puros

Los vehículos eléctricos consiguen total o parcialmente la energía mecánica para desplazarse a través de uno o varios motores eléctricos. Existe una primera clasificación de dichos vehículos en base a si el 100% de dicha energía es aportada por el motor eléctrico, en cuyo caso se habla de vehículo eléctrico puro, o si éste solo aporta parte de dicha energía, en cuyo caso se habla de vehículos eléctricos híbridos. Así pues, el vehículo híbrido se propulsa a través de dos fuentes de energía, combinando un motor movido por energía eléctrica proveniente de baterías y un motor de combustión interna.

Si bien los vehículos eléctricos llevan produciéndose desde hace décadas, las baterías de ión-litio han supuesto un paso adelante, debido principalmente a una capacidad de almacenamiento del doble de las baterías existentes hasta entonces disminuyendo de manera importante su tamaño, con una vida útil de aproximadamente 10 años con una recarga amplia con un nivel de almacenamiento de alrededor del 80%.

Con las reservas de litio que hay, se podrían producir 5.000 millones de vehículos eléctricos. Además, hay que tener en cuenta que el litio es reciclable casi al 100% y que su actividad minera se encuentra aún en sus inicios.

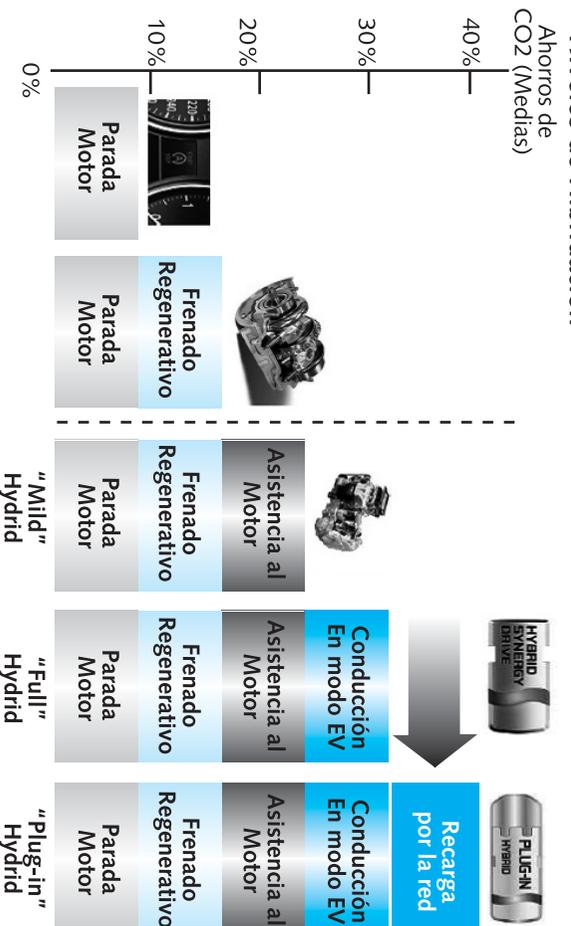
La mayor eficiencia del motor eléctrico, con menos partes móviles sujetas a rozamiento y desgaste, así como la producción de electricidad a partir de diferentes combustibles,

son las principales ventajas del vehículo híbrido: el híbrido no cuenta con las desventajas del eléctrico puro que tiene una menor autonomía, un mayor peso de las baterías y la necesidad de una tupida red de puntos de recarga.

La tecnología híbrida puede aplicarse eficazmente para mejorar las eficiencias de diversos vehículos, con independencia del tipo de combustible que utilicen (gasolina, diésel, combustibles alternativos o vehículos de pila de combustible). Los híbridos no sólo producen menos emisiones y reducen el consumo de combustible respecto a los vehículos térmicos, sino que son completamente silenciosos cuando funcionan en modo eléctrico.

El vehículo híbrido ha recorrido un largo camino, desde el *Star-Stop* hasta los actuales modelos en los que, además de dos fuentes de propulsión, la frenada cinética permite recargar la batería en los diferentes modos de conducción y la recarga eléctrica a través de la red le permite funcionar solo a través del motor eléctrico. Entre ambos extremos de hibridación existen diferentes niveles, en los que cada uno representa frente al anterior mayores ahorros en emisiones de CO<sub>2</sub>.

**Gráfico 4.7. Niveles de Hibridación**



FUENTE: Toyota España

A continuación se describen los diferentes niveles de hibridación:

- **Leve (“Mild” Hybrid):** El motor térmico es la principal fuente de energía y el motor eléctrico actúa aportando más potencia al sistema. El motor eléctrico ofrece su potencia en la salida y en la aceleración, cuando el motor térmico consume más. Este sistema destaca por su simplicidad, lo que abre la puerta a la posibilidad de implementarlo en modelos de vehículos ya existentes, sin necesidad de diseños específicos, facilitando además la equiparación de su coste al de un vehículo convencional.
- **Total (“Full” Hybrid):** Más complejo, el motor eléctrico funciona en solitario a baja velocidad, mientras que, a alta velocidad, el motor térmico y el eléctrico trabajan simultáneamente. El motor térmico combina las funciones de propulsión del vehículo y de alimentación del generador, que provee de energía al motor eléctrico, lo que resta eficiencia al sistema. Los dos motores sólo trabajan juntos en la aceleración; en la conducción de cruceo el motor térmico es el de mayor uso y la frenada cinética recarga la batería. En conducción urbana, debido a las frecuentes aceleraciones y paradas, el motor eléctrico es el más adecuado, presentando un gran ahorro en combustible y recambios frente al motor de combustión interna.

- **Enchufable (“Plug-in” Hybrid):** También conocido por sus siglas en inglés, PHEVs, emplea principalmente el motor eléctrico cuya batería se recarga a través de la red eléctrica, lo que le permite una gran autonomía. La evolución tecnológica actual está centrada en conseguir una mayor autonomía, sobre todo en el rango urbano diario los primeros kilómetros son de emisiones cercanas a cero y más económicos que con el combustible. Además, se busca también una menor emisión de CO<sub>2</sub> y una mayor eficiencia.

Todos estos niveles tienen sus pros y sus contras, pero todos ellos tienen un importante componente positivo, ya que indican un esfuerzo serio en investigación y desarrollo de sistemas de propulsión más eficientes y limpios por parte de algunas marcas del sector de la automoción. En este sentido, un gran número de empresas participan en proyectos demostrativos en los que junto con los gobiernos, administraciones y colectividades locales, compañías energéticas y otros socios, están ayudando a preparar los mercados y las infraestructuras necesarios para una comercialización a gran escala de los vehículos híbridos y eléctricos a partir de 2011.

El análisis de los diferentes combustibles en cuanto a su densidad energética, como volumen necesario para almacenar energía, permite entender la capacidad de cada uno de ellos para ofrecer una mayor autonomía, fundamental para el uso masivo de esta tecnología. De este análisis se desprende que los combustibles líquidos son superiores en términos de densidad energética; por ejemplo, para almacenar la misma cantidad de energía, las baterías de Ion-Litio requieren casi 50 veces más peso que la gasolina.



Las baterías más extendidas actualmente, las de Nickel-metal hidruro, poseen una capacidad media de 1,3 kWh mientras que las baterías en las que se basan los estudios actuales y las tecnologías futuras de híbridos, han pasado a tener una media de 5 kWh.

Estas baterías de Ion-Litio de 5 kWh ofrecen al vehículo una autonomía de aproximadamente 20 kms recorridos en modo eléctrico. El problema al que se enfrenta la tecnología actual es que avanzar hacia una mayor autonomía va ligado a un aumento del peso lo que, a su vez, penalizaría la eficiencia de estos vehículos.

Si bien la autonomía de estos vehículos en modo eléctrico es menor, sería interesante analizar ésta en función del patrón de movilidad actual, para ver si realmente es así o si con esta capacidad los vehículos híbridos pueden cubrir un elevado porcentaje de los desplazamientos diarios usando su modo eléctrico.

Según análisis estadísticos, el 90% de los recorridos diarios son inferiores a 25 km y, de ellos, el 80% consumen menos de 10 km por recorrido, luego un muy elevado porcentaje de los desplazamientos diarios podrían ser cubiertos en el modo eléctrico que ofrece el vehículo híbrido y gracias a la alternancia entre en el motor eléctrico y el motor de combustión interna, el resto de desplazamientos de mayor kilometraje también serían cubiertos. La tecnología enchufable de los vehículos híbridos elimina la necesidad de autonomía que sienten los usuarios para realizar viajes de larga distancia, ofreciendo, para distancias cortas, un modo de conducción eléctrico con 0 emisiones de tanque a rueda y un sistema híbrido de bajas emisiones para los recorridos de larga distancia. Según algunos fabricantes de vehículos, las emisiones de CO<sub>2</sub> g/km de la tecnología enchufable es de 59 gr/km frente a los 89 gr/km de los híbridos no enchufables y los 160gr/km de los vehículos de combustión interna propulsados por gasolina.

Pero para cumplir los objetivos a 2020 es necesario ser ambiciosos y una de las opciones podría ser apostar por el I+D+i que permita que la tecnología actual avance hasta eliminar las barreras actuales de las baterías y alcanzar un vehículo eléctrico puro que satisfaga todos los tipos de desplazamientos. Un vehículo eléctrico puro que se alimente de energía eléctrica renovable aportará a la sociedad la cantidad de 0 gr de emisiones por kilómetro recorrido.

#### 4.2. Infraestructuras de Recarga

Cuando el vehículo con motor de combustión interna comenzó su andadura, podemos imaginar que se encontraba en una situación similar a la que se encuentran hoy los vehículos eléctricos. Seguramente los usuarios tendrían en sus hogares bidones de gasolina



## 102 | Talleres de Ahorro y Eficiencia Energética

para asegurarse de que podían rellenar el depósito de su vehículo cuando lo necesitasen. Tuvo que pasar algún tiempo para que existiese una infraestructura de gasolineras que permitiese realizar desplazamientos largos en un medio de transporte que no fuese el coche de caballos o el ferrocarril.

Hoy, para cada uno de los nuevos combustibles, se tendrán que desarrollar las infraestructuras que permitan al usuario final recargar su vehículo con las mismas facilidades que lo hace en la actualidad. Si esta infraestructura no se desarrolla, la tecnología que la requiere estará abocada al fracaso.

Todos se encuentran con la misma problemática: Si no existe una gran demanda de ese tipo de vehículos, difícilmente las empresas realizan las inversiones en I+D+i necesarias, no solo para desarrollar la propia tecnología del vehículo, sino también en el caso que sea necesario para la infraestructura de recarga. Además, no existirá demanda de estos vehículos si el usuario no tiene la seguridad de que podrá recargar cuando realmente lo necesite.

La infraestructura a desarrollar para los combustibles analizados en este Capítulo, podrá ser similar al modelo de gasolineras que conocemos hoy, como por ejemplo para la recarga de los derivados del Gas Natural (GLP y GNC) o podrán romper totalmente con este modelo.

Analizando las infraestructuras necesarias para la recarga del vehículo eléctrico, una primera clasificación se basa en el tiempo necesario para realizar la recarga, que va desde las 4 a 6 horas de la recarga normal, recarga semi-rápida de 2 horas o los 15 minutos de la recarga rápida. Podemos ver la clasificación en la tabla:

**Tabla 4.3. Tipos de recarga**

Tipo de recarga	Conexión	Potencia kW	Potencia Amps	carga por hora (para 20 kWh/100km)
<b>Normal</b>	1 fase AC	≤ 3,7 kW	10-16 amps	< 20 km
<b>Media</b>	1 ó 3 fases AC	3,7-222 kW	16-32 amps	20-110 km
<b>Semi-rápida</b>	3 fases AC	> 22 kW	> 32 amps	> 110 km
<b>Rápida</b>	DC	> 22 kW	> 32 amps	> 110 km

Fuente: Euroelectric

Una segunda clasificación se basa en el lugar en el que se lleve a cabo la recarga:

**Privada.** Los garajes de viviendas unifamiliares y los de comunidades de vecinos son el ámbito afectado. En este caso, las recargas se realizan en horario nocturno y con suficientes horas por delante para una recarga lenta completa, es decir, entre 7 y 8 horas.

**Semipública.** Centros comerciales, empresas y centros logísticos son el ejemplo de ubicación semipública. Todos ellos disponen de parking y el estacionamiento es de media y larga duración. El tipo de recarga apropiado, en este caso, sería la lenta con algún punto de carga semirápida, y podría no tener coste para el cliente, por ofertas asociadas en el caso de los centros comerciales o servicios añadidos en los otros casos.

**Pública.** Hospitalares, universidades, centros de la Administración y estacionamientos de duración impredecible. En este caso deben existir puntos de recarga semirápida y lenta.

La necesidad por parte de los puntos de recarga rápida de una infraestructura compleja que permita trabajar con potencias elevadas, hace que estos puntos de recargas estén ubicados en espacios privados de uso público, que seguirán un modelo de negocio similar al de las estaciones de servicios actuales.

Las experiencias internacionales en infraestructuras muestran otras opciones de recarga como:

**Electrolineras.** Existen empresas que están especializadas en la implantación de infraestructuras de recarga basadas en la tecnología de la sustitución de la batería. Su concepto incluye crear e instalar una red de “electrolineras” que cubra las ciudades y sus vías de conexión más importantes y fidelizando a sus clientes cobrando no por la energía consumida sino por el servicio prestado. Se ha desarrollado un proyecto piloto con la flota de taxis de Tokio y se han instalado electrolineras en Israel y en Dinamarca.

**Fotolineras.** Las “fotolineras” son estacionamientos provistos de paneles solares fotovoltaicos para recarga de vehículos eléctricos con energía 100% renovable. Presentan un sistema *bypass* por el cual, si no se está recargando un coche, la energía que se produce va directamente a la red eléctrica. Se ha instalado un aparcamiento piloto en Dubai.

**Recarga por inducción.** Esta tecnología se está desarrollando fundamentalmente en Virginia y se han realizado proyectos piloto en Alemania y Corea. El sistema permite recargar la batería del vehículo eléctrico por inducción electromagnética. Un adaptador dentro del coche contiene en su interior bobinas que se alinearán con las de la estación mediante sensores electromagnéticos.



Hasta ahora se han enumerado las diferentes infraestructuras de recarga visibles para el usuario y, antes de pasar a ver el resto de la infraestructura necesaria, es muy importante destacar el esfuerzo a realizar por todos los agentes involucrados (fabricantes del vehículo, del poste de recarga, de la batería, etc.) y las administraciones, para conseguir unos criterios de estandarización que eliminen los problemas que ocasionarían diferentes tipos de enchufes, de baterías incompatibles, etc. Es fundamental que se definan al menos a nivel europeo estándares que aseguren que todos los fabricantes se ajustan a ellos.

La infraestructura descrita hasta ahora no es toda la requerida para asegurar la máxima penetración del vehículo eléctrico. Al igual que en el modelo actual las gasolineras necesitan de una amplia red de camiones que las abastezcan, para el vehículo eléctrico esa red se compone de las redes de transporte y distribución de media y baja tensión, que tendrán que adaptarse a medida que el volumen de vehículos eléctricos crezca para que el sistema en general salga beneficiado.

Según un escenario elaborado por Eurelectric, los cerca de 30 millones de automóviles de España se podrían suministrar con un incremento del 18% de la demanda eléctrica. Si bien este límite pudiera estar lejano en el tiempo, hemos de traducirlo a que cada millón de vehículos incrementará tan sólo 2 TWh al año, menos de un 1% de la demanda. Pero es preciso una adecuada gestión de la demanda para evitar que la recarga se realice simultáneamente y en las horas de mayor demanda, lo que incrementaría las necesidades y la dimensión del sistema eléctrico. A corto plazo y con recarga lenta, las redes de baja tensión podrían absorber sin gestión de la demanda hasta un 10% de la penetración de los vehículos eléctricos. En una gestión óptima, de llenado de valles en el horario de menor consumo, sería posible abastecer varios millones de vehículos sin necesidades importantes de inversión en el sistema. No obstante, podrían aparecer saturaciones por la concurrencia en la red de distribución que harían necesaria la evolución hacia una red con capacidad de gestión de la demanda.

Tres son los fenómenos que obligarán a las redes actuales a evolucionar hasta las llamadas “redes inteligentes” derivados de la recarga del vehículo eléctrico: el aumento en la demanda eléctrica, la simultaneidad en la recarga y la itinerancia del cliente que podrá recargar en diferentes puntos de la red.

A continuación se describen las diferentes etapas por las que debería pasar la evolución de la red eléctrica para dar entrada de manera progresiva al fenómeno del vehículo eléctrico.

En un primer momento, en el que el volumen de vehículos eléctricos es tan pequeño, cualquier vehículo podría recargar en un enchufe o conector doméstico y a cualquier hora



del día; a medida que aumentase el número de vehículos eléctricos, se produciría un apuntamiento en las horas pico. Mediante una regulación adecuada es posible incentivar la recarga en horario nocturno. Para ello, y con la ayuda de los contadores inteligentes, se debería de actuar con mayor discriminación de precios. Pero esto no sería suficiente para asegurar que con un mayor número de vehículos no se alcanzara una simultaneidad de carga no deseada. Es necesario un paso más que dote a la red de la capacidad de gestionar de forma activa la demanda, a través de la potencia de comunicación que le permita gestionar el parque de vehículos aparcados. En esta red, el vehículo aportará su energía almacenada en los momentos en los que se encuentre aparcado pasando a ser un elemento activo.

Esta red es la que se conoce como red inteligente (*Smart Grid*) y a ella se debe llegar una vez se hayan fijado los estándares de comunicación y de protocolo de comunicaciones junto con los estándares mencionados para la infraestructura visible por el usuario. Ello hace necesario una colaboración conjunta entre todos los agentes no sólo a nivel español sino también a nivel europeo.

El desarrollo de esta nueva red necesita de proyectos pilotos que muestren los requerimientos tanto en tecnología como en inversión para ir adecuando la red actual de manera progresiva.

## 5. El rol del ferrocarril y del metro dentro del sector transporte

### 5.1. Transporte de mercancías por ferrocarril

El aprovechamiento e impulso del ferrocarril, tanto para el transporte de viajeros como de mercancías, es uno de los medios más eficaces para lograr una economía más eficiente y baja en carbono. En 2007 la actividad total de transporte en la UE-27 alcanzó los 4,23 billones de toneladas-km, consumiendo el 32,6% de la energía final total. De este volumen, el transporte de mercancías por ferrocarril cubrió el 18%, consumiendo el 2,5% de la energía, lo que prueba su alta eficiencia energética y sugiere el rol central que debe jugar en el transporte terrestre.

Actualmente, en España, la cuota de mercado del ferrocarril para el transporte de mercancías es tan solo de un 4,1% del total de Tm-km realizados por las mercancías. Incrementar esta cuota ayudaría sustancialmente a lograr los objetivos de ahorro, ya que este medio presenta mayor eficiencia en el consumo de energía que otros medios de transporte terrestre. Consecuentemente, ello redundaría en una mejora de las emisiones de CO<sub>2</sub> y disminución de la contaminación local, además de una reducción de costes externos.

El Ministerio de Fomento tiene como objetivo que el ferrocarril alcance una cuota de mercado del 8-10% en el 2020, lo que contribuiría significativamente al cumplimiento de los objetivos 20-20-20 en términos de ahorro de energía primaria y reducción de emisiones. Este incremento de cuota supondría pasar de los 12.600 Tm-km actuales a más de 35.000 Tm-km en 2020, ahorrando más de 450 ktep/año, evitando cerca de 1,5 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>, más de 2 millones de toneladas de NOx y 250 toneladas de partículas equivalentes.

Este incremento de participación del ferrocarril en transporte no puede plantearse aisladamente, sino coordinadamente con otros medios de transporte, ya que éste carece de una oferta de servicios logísticos flexibles capaz de dar respuesta a las necesidades del cliente. Esto podría exigir que el ferrocarril se posicionase como eje del transporte intermodal, que se cuente con centros de cambio modal eficientes; que se incremente la productividad del transporte de mercancías por ferrocarril, reduciendo su coste; que se trabaje por una red europea con una gestión coordinada que facilite el tráfico transfronterizo; y reducir las barreras de entrada de nuevos operadores para lograr una oferta más competitiva.

Efectivamente, son muchos los retos que el sector, y de manera especial el ferrocarril de mercancías, presenta en la actualidad en España: decrecimiento de la cuota de mercado, reducción de los ingresos debido a la crisis económica, período de transición desde el monopolio público, etc. Si bien la realización de su potencial no cuenta con pocas barreras, casos de éxito a nivel europeo o en Estados Unidos pueden dar las claves para un desarrollo efectivo del transporte por ferrocarril en España y los beneficios a obtener sugieren que vale la pena promocionar este modo de transporte.



## 5.2. Mejora de la eficiencia energética en compañías de transporte de pasajeros

Adicionalmente a los esfuerzos llevados a cabo tanto en el ámbito público como en el privado para la mejora de la movilidad sostenible y la adecuación de un mix de transporte que favorezca la eficiencia en el conjunto del sector, las propias empresas de transporte han llevado a cabo acciones de eficiencia energética dentro de sus propias actividades. A continuación se describen los casos de éxito de dos de las principales compañías españolas en este rubro, Renfe y Metro de Madrid.

### RENFE

Renfe es la empresa de servicios de transportes ferroviarios de viajeros y mercancías que depende del Ministerio de Fomento si bien, en 2011, su división de mercancías ha comenzado un proceso de privatización. Por su parte, Renfe Operadora presta los servicios de transporte de viajeros y mercancías bajo el principio de seguridad, desarrollando



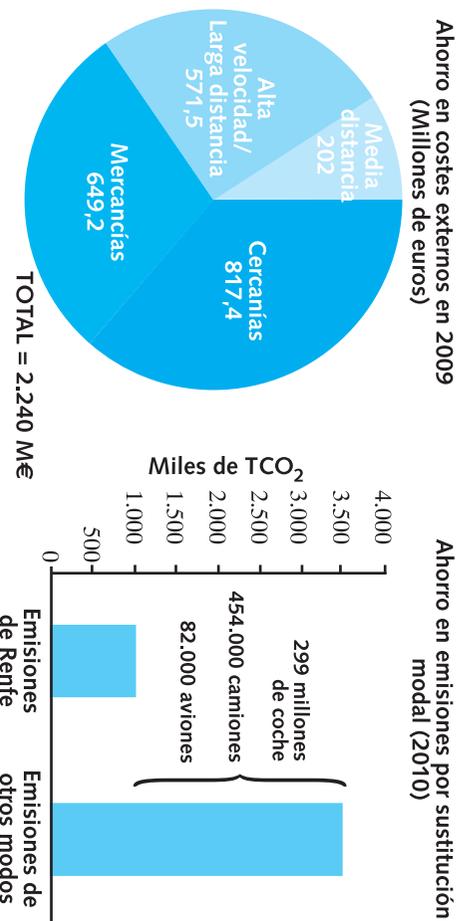
su actividad orientada al cliente, con criterios de calidad, eficiencia, rentabilidad e innovación, persiguiendo el incremento de la cuota de mercado del ferrocarril, sobre la base del compromiso con la sociedad y el desarrollo de sus empleados.

En el año 2009 la compañía movió a cerca de 467 millones de viajeros y contabilizó 21.668 viajeros-kilómetros. En lo relativo al tráfico de mercancías, transportó 16.563 millones de toneladas netas y registró 6.973 toneladas netas-kilómetros. Toda esta actividad requirió de un consumo energético de 2.341 GWh y 81 millones de litros de diésel, generando a su vez unas emisiones de CO<sub>2</sub> en torno a las 762.057 toneladas.

Sin embargo, más allá del consumo generado por dicha actividad y en línea con la eficiencia del transporte por ferrocarril señalado en apartados anteriores, es importante señalar el ahorro en costes y en emisiones de CO<sub>2</sub> generados por el uso de este medio de transporte en detrimento de otros como el automóvil, el camión o el avión.

Los ahorros en emisiones de CO<sub>2</sub> se acentuarán conforme el mix de generación eléctrica nacional reduzca sus emisiones específicas, esencialmente por la alta participación de las energías renovables y de los ácidos combinados.

Las siguientes figuras muestran los ahorros anuales en ambos conceptos, estimados por Renfe, a través de metodologías validadas a nivel europeo.



Fuente: Renfe y elaboración de PWC

## 108 | Talleres de Ahorro y Eficiencia Energética

Los ahorros presentados anteriormente se suman a las mejoras de eficiencia energética llevadas a cabo dentro de la propia actividad de la compañía. Las acciones en esta materia se basan, entre otras, en las siguientes palancas:

- *Mejora del parque móvil* a través de su modernización, la utilización de material más eficiente energéticamente y la aplicación del freno regenerativo.
- *Mejora del mix interno de tracción*. En 1990, el 41% de sus trenes eran de tracción diésel, número que se ha visto reducido hasta el 24% en 2009.
- *Mejor aprovechamiento de su capacidad* (viajeros-km/plazas-km ofertadas), situándose en el doble de la media europea.
- *Mejor gestión*, con altos potenciales de ahorro a largo plazo, tanto en costes de energía como en consumos energéticos y de emisiones.

### La eficiencia en el Metro

Metro de Madrid tiene como principales funciones la explotación de las líneas de la red de Metro en funcionamiento, la planificación y mejora de la calidad del servicio de transporte y el mantenimiento y optimización de las instalaciones de la red del suburbano madrileño.

Desde el año 2003 la empresa ha tenido un crecimiento vertiginoso, incrementando un 24% el número de estaciones y kilómetros de red, un 36% los millones de coches-km/año, un 51% el número de coches utilizados y, finalmente, un 25% la energía eléctrica consumida, hasta un total de 760 GWh en 2010.

En línea con los principios de movilidad sostenible, Metro de Madrid busca ser la opción de movilidad socialmente más rentable y cercana a las expectativas de los clientes.

Uno de los pilares de su estrategia de Responsabilidad Corporativa es el plan de eficiencia energética, que tiene como fin reducir el consumo de energía eléctrica y, por tanto, las emisiones a la atmósfera y los costes de explotación, a través de la innovación tecnológica.

El modelo de gestión ligado al Plan Director de Eficiencia Energética, contempla una serie de actividades que van desde la identificación de medidas de eficiencia energética, que pueden ser propuestas por cualquier persona y desde cualquier ámbito, hasta el seguimiento de las iniciativas implantadas en coordinación con un Comité de Eficiencia Energética.



La siguiente tabla muestra algunos ejemplos concretos de medidas de eficiencia energética llevadas a cabo con éxito por Metro de Madrid.

**Tabla 4.2. Ejemplos de medidas de eficiencia aplicadas por Metro de Madrid**

Medidas	Ahorro
Puesta en paralelo de subestaciones de tracción	10-12%
Paso de los acumuladores de energía al modo de ahorro energético: Recuperación de la energía de frenado de los trenes	41.000 MWh/año
Regulación automática del tráfico de trenes	10%

Fuente: Metro de Madrid

Otras soluciones incorporadas por la empresa han sido:

- Instalación de dispositivos de ahorro de energía en receptores de baja tensión (alumbra-  
dos exteriores de recintos, alumbrados interiores de estaciones, talleres y oficinas y  
escaleras mecánicas)
- Climatización de andenes y cuartos técnicos de la estación de Pacífico a partir de  
energía geotérmica
- Calentamiento de agua sanitaria mediante la instalación de intercambiadores solares  
térmicos en cubiertas de edificios
- Ahorro energético mediante el corte de tensión a los circuitos de alumbrado de los  
templetes acristalados
- Climatización de andenes y cuartos técnicos de la estación de Av. de América
- Instalación de sistemas de gestión inteligente del alumbrado en oficinas
- Corte de tensión del cable y transformador redundante en las alimentaciones en 15  
kV de servicios auxiliares a estaciones
- Corte de tensión a los circuitos de alumbrado gestionados por autómatas de control

Las acciones llevadas a cabo por ambas compañías son ejemplos de mecanismos a través de los cuales los agentes involucrados en el sector de transporte por ferrocarril y metro reducen los costes y emisiones ligadas al transporte y, a su vez, llevan a cabo acciones para mejorar su propia competitividad.

Como conclusión se puede señalar que el transporte por ferrocarril y metro presenta grandes ventajas en términos de eficiencia en costes y utilización de energía frente a



110 | Talleres de Ahorro y Eficiencia Energética

otros medios de transporte que, de vincularse de una manera estructurada con el resto de medios de transporte, puede ser una palanca eficaz en la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>. Y en el incremento de la competitividad de la economía española. Sin embargo, para alcanzar el potencial que dicho medio presenta, es necesario que todos los agentes involucrados continúen llevando a cabo acciones de fortalecimiento coordinadas y centradas en la consecución de objetivos claramente definidos.



## CAPÍTULO 5. ASPECTOS SOCIOLOGICOS DEL AHORRO Y LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

*José F. Barceló*

*Rafael Sánchez Durán*

### 1. Introducción

La sociedad y la energía forman un binomio inseparable y cualquier cambio que se pretenda hacer en el actual modelo energético debe contar con la aceptación y el compromiso de la sociedad. No cabe duda de que para una buena discusión pública sobre los temas energéticos se hace necesaria incorporar a los ciudadanos como uno de sus principales actores.

En este sentido, se requiere de un esfuerzo de investigación y de mejora del conocimiento sobre sociología y comportamiento social como instrumento para avanzar en la mejora de la eficiencia energética global del país.

Existe una gran variedad de metodologías para recoger las opiniones de los ciudadanos respecto a las grandes cuestiones energéticas, materializadas normalmente a través de encuestas. Las encuestas deben interpretarse de manera correcta manteniendo una cautela metodológica hacia los límites de la técnica aplicada durante su realización, ya que suelen presentar imprecisiones. Desechando las incoherencias entre diferentes respuestas y, dentro del marco en que se realizan, deben permitir comparar con otros países que forman también parte de nuestro entorno.

Como no tenemos formas mejores para estudiar las actitudes y las disposiciones de los ciudadanos ante los problemas energéticos, hay que considerar también la perspectiva diacrónica que nos permite ver la evolución de los hechos y de los procesos a lo largo del tiempo, elemento clave para poder evaluar las políticas públicas y su influencia en la sociedad, como veremos más adelante.

Como último de los cinco Talleres organizados por el Grupo de Trabajo de Ahorro y Eficiencia, y por petición expresa del IDAE durante la presentación del último documen-



## 112 | Talleres de Ahorro y Eficiencia Energética

to elaborado por el Grupo<sup>45</sup>, se congregaron una serie de empresas e Instituciones que habían realizado estudios relacionados con la percepción social de la energía, con la finalidad de poder obtener una visión sobre cuál es la opinión del ciudadano sobre la energía en general y el ahorro y la eficiencia energética en particular.

A lo largo del Capítulo, se intentarán recoger las principales conclusiones reflejadas durante la celebración del Taller donde, entre otras cuestiones, se dio respuesta a unas cuantas preguntas tales como cuál es el interés social que existe en torno a la energía y al cambio climático, si somos realmente conscientes de lo que hacemos cuando encendemos una bombilla, nos sentamos a ver la televisión, usamos la calefacción y el aire acondicionado o nos movemos en coche, o de la energía que involucramos en todos nuestros actos, así como el impacto y la influencia que el comportamiento eficiente de los usuarios puede tener sobre el consumo final. Además, el Capítulo finalizará con una serie de recomendaciones para la ciudadanía para ahorrar y ser más eficientes energéticamente.

El Grupo de Trabajo de Ahorro y Eficiencia considera importante recomendar al lector que, para una mayor información sobre los asuntos recogidos en el presente Capítulo así como la metodología utilizada para obtener los resultados de las diferentes encuestas, entre en contacto con las empresas e Instituciones que participaron en el Taller de Enerclub.

## 2. Energía y Sociedad: La percepción de los problemas energéticos

- **Percepción general de la energía**

Analizando la dimensión y percepción de los problemas energéticos en nuestro país se observa que, según algunos estudios<sup>46</sup>, un 60% de la población, a la pregunta de si consideraran que la situación energética española constituye un problema, responden que efectivamente, lo consideran un problema importante o muy importante. Lo que ocurre es que cuando se sitúan estos problemas al lado de otros, las cuestiones energéticas desaparecen de los primeros lugares, y sólo el 4% coloca la energía entre la problemática más importantes en el momento actual. Comparando con otros países de la Unión Europea, sólo Grecia se muestra más insensible que España frente a esta cuestión.

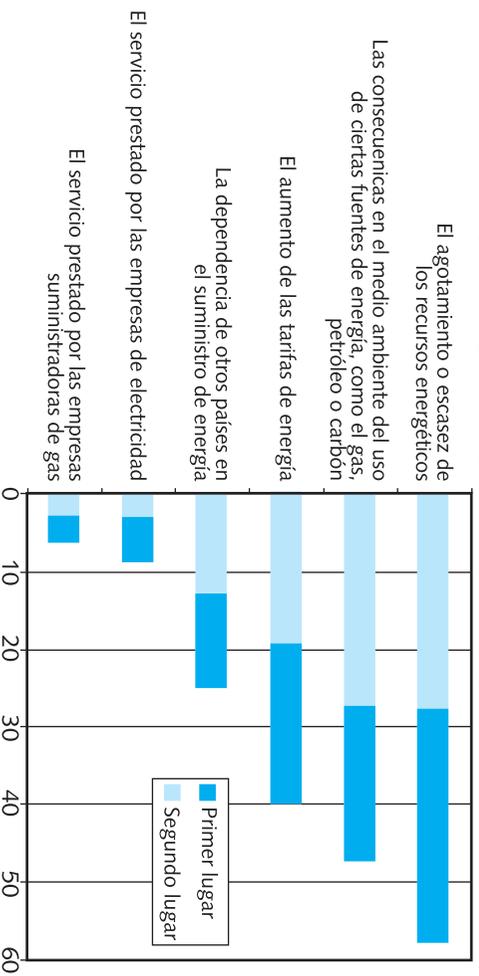
<sup>45</sup> La presentación del libro de Conceptos de Ahorro y Eficiencia Energética: Evolución y Oportunidades, tuvo lugar el día 27 de mayo de 2010.  
<sup>46</sup> Análisis Socio-Políticos - <http://www.asp-research.com/>



Cuando hablamos de retos energéticos, ante un listado de cuestiones relacionadas con la energía, la sociedad española piensa sobre todo en el agotamiento de los recursos energéticos, los efectos del calentamiento global sobre el medio ambiente y los precios altos de la energía como sus principales preocupaciones<sup>47</sup>.

Gráfico 5.1.

### España (2007). Pensando en la situación energética de España, ¿cuál de las siguientes cuestiones es la que más le preocupa? ¿Y en segundo lugar? (en porcentaje)



Fuente: elaboración propia con datos de Fundación BBVA (2007)

Por el contrario, si la respuesta es espontánea, sin dar lugar a diferentes opciones, esta percepción se ve modificada pasando el consumo excesivo de energía, el precio de la misma y el agotamiento de los recursos a los primeros lugares.

En términos generales, la ciudadanía no se siente informada correctamente de los temas energéticos, y los conocimientos de la sociedad que se tiene sobre la energía y el medio ambiente es muy mejorable. Esta situación se ha mantenido durante los últimos diez años destacando que los ciudadanos españoles son, dentro de Europa, los que tienen un mayor desconocimiento sobre estos asuntos. Errores en términos de coste de producción pensando que las energías más caras son las más baratas, sobre las fuentes energéticas y dependencia energética, son los más comunes.

<sup>47</sup> Análisis Socio-Políticos - <http://www.asp-research.com>

## 114 | Talleres de Ahorro y Eficiencia Energética

Algunos estudios realizan una diferenciación entre tipos o diferentes perfiles de consumidores<sup>48</sup> en España y en el mundo:

- Un 16% constituye el grupo de los **proactivos** que suelen tener todo eléctrico, tienen una disposición para reducir el uso de los electrodomésticos en sus hogares, menos por reducir el impacto ambiental y prefieren un contacto personal en su casa para recibir información sobre los programas de gestión de la demanda.
- Un 12% son **eco-rationales**, los cuales suelen ser mujeres que buscan un buen asesoramiento antes de comprar y pagan más por un producto de calidad, presentan un notable interés en reducir el impacto medioambiental, la presión social les conduce a adoptar medidas, al suscribirse a programas de gestión de la electricidad reciben una percepción positiva, están dispuestos a disminuir su nivel de confort y muestran sensibilidad al ahorro en la factura eléctrica, elevado interés en productos y servicios de eficiencia energética como: paneles solares, energía renovable, medidores inteligentes, paquete de energía para el hogar o por un reciclaje tecnológico.



- Un 17% son **conscientes del coste**, mayoritariamente mujeres con alta sensibilidad al ahorro en la factura de la electricidad, el impacto de la presión social le conduce a tomar medidas, la persona que se suscribe a este programa de gestión de la electricidad tiene un grado de concienciación positiva, mayor probabilidad de rechazo de la suscripción a un programa de gestión de la electricidad si su factura se torna más complicada o si la gestión del uso de la electricidad requiere de mayor dedicación o de una mayor confianza en su proveedor habitual de electricidad.

- Un 21% son hombres **pragmáticos** que les cuesta aceptar el control de la empresa eléctrica, presentan una mayor sensibilidad al ahorro en la factura de la electricidad, tienen mayor disponibilidad para cambiar de producto y de marca y un mayor rechazo a la adopción de nuevas tecnologías.

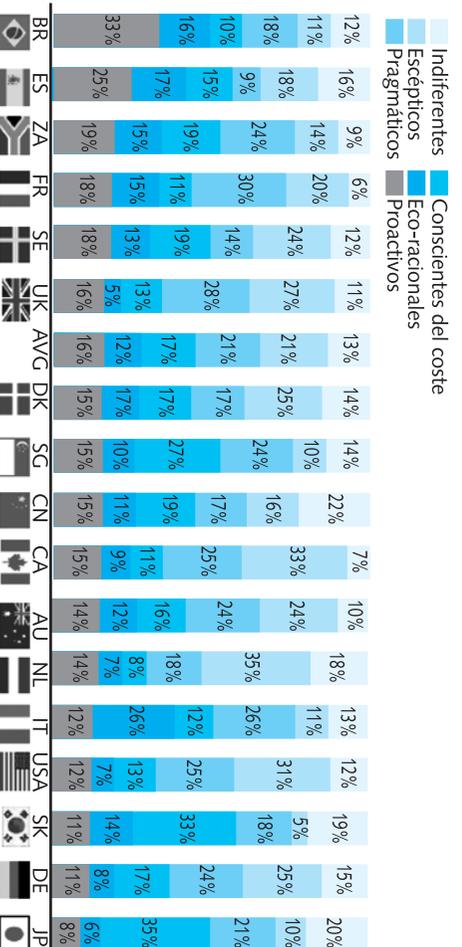
- Otro 21% son **escépticos** con ingresos altos, que usan el gas natural para calefacción, no aceptan el control de la empresa eléctrica, muestran poca confianza en su proveedor de electricidad, tienen una baja sensibilidad al ahorro en la factura eléctrica y a la presión social, y son propensos a buscar asesoramiento en las principales asociaciones de consumidores para obtener información de los programas que atañen a la gestión de la electricidad.

48 Accenture - Entender las preferencias de los consumidores en la eficiencia energética



- Un 13% son **indiferentes**, mujeres de edad inferior a los 24 años con ingresos bajos, usuarias de nueva tecnología, con baja disposición a llevar a cabo una acción de reducción del uso de los dispositivos eléctricos en sus hogares, que aceptan el control de la empresa eléctrica, pocos consideran que la electricidad tiene un impacto negativo en el medio ambiente y creen que conocen las acciones que pueden llevar a cabo para optimizar su consumo de electricidad. La complejidad de la factura y el compromiso temporal se muestran como factores negativos.

Gráfico 5.2. Segmentos de la población en cuanto a comportamientos relativos a la energía



Fuente Accenture: Entender las preferencias de los consumidores en la eficiencia energética.

#### • Mix energético

Analizando el menú de fuentes energéticas para el futuro, nos encontramos con un apoyo unánime por parte de la sociedad hacia las energías que provienen de tecnologías energéticas renovables y un rechazo a la energía nuclear y al petróleo. Se destaca la preferencia de la sociedad por las tecnologías solar, eólica e hidráulica y, en términos generales, se considera que en los próximos treinta años, las fuentes que más se utilizarán serán la solar, la eólica y la nuclear, a excepción de España donde la nuclear se sustituye por el petróleo<sup>49</sup>.

Cuestión especial tiene que ver con la percepción social de la energía nuclear, donde España es, dentro de los países de la Unión Europea, el que menos apoyo presta a este

49 Análisis Socio-Políticos - <http://www.asp-research.com>

tipo de energía. A este respecto, y en los análisis realizados con anterioridad a la crisis de la central nuclear de Fukushima en Japón, en los últimos años este rechazo se ha visto reducido en nuestro país como consecuencia de la reactivación del debate surgido sobre el cierre de Garoña, y sobre la localización del Almacén Temporal Centralizado del combustible consumido en las centrales nucleares. Los países de la Unión Europea con recursos nucleares se muestran más favorables a la energía nuclear que los propios españoles.

- **Energía y cambio climático**

Una de las cuestiones que más se trata en la opinión pública tiene que ver con el calentamiento global y el cambio climático. Es un tema que tanto en España como en Europa preocupa bastante, considerándolo como una amenaza seria o bastante seria<sup>50</sup>. España se encuentra, de hecho, entre los europeos que más gravedad perciben sobre las consecuencias derivadas del cambio climático. Sin embargo, parece que esta preocupación está decayendo ligeramente en los últimos años, probablemente por el surgimiento de una crisis económica, que ocupa el primer puesto entre las principales preocupaciones de la sociedad española.

 En cuanto a la actitud de los entrevistados hacia los problemas del medio ambiente, se producen ciertas contradicciones: la preocupación por este tema es elevada y aunque dicen tener en cuenta las acciones de desarrollo sostenible de su empresa de suministro energético, tres de cada cuatro desconocen dichas acciones y un tercio no sabe si contactaría a una empresa que invirtiera parte de sus ingresos en acciones que permitieran una mejora sustancial del medio ambiente.

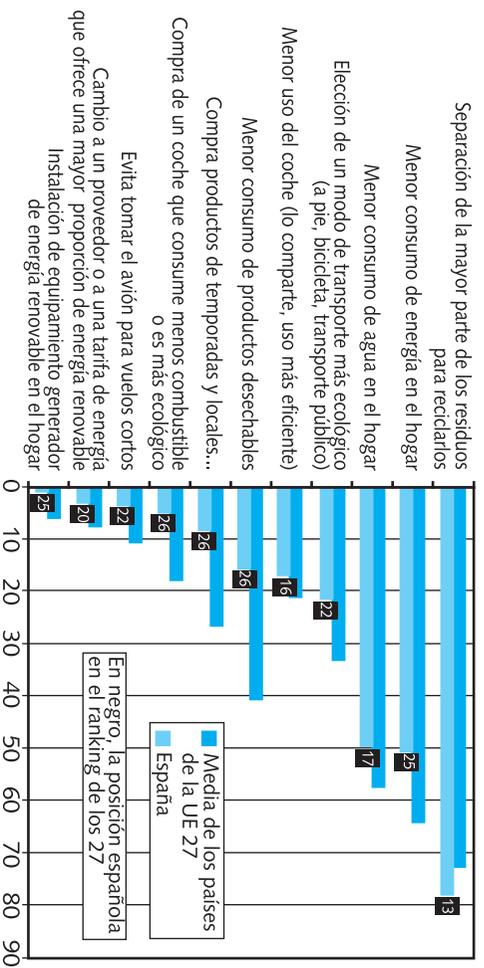
Si bien, y tal como hemos mencionado con anterioridad, los ciudadanos disponen de conocimientos mejorables relacionados con la energía, si se observa, sobre todo en los últimos años, el conocimiento de actitudes y comportamientos por encima de lo que sería lógico esperar para hacer un uso más eficiente de la energía, si bien la sociedad duda sobre si sus comportamientos tienen consecuencias para paliar el cambio climático<sup>51</sup>. A este respecto, la mayoría de los españoles no estarían dispuestos a gastar más dinero para tomar medidas contra el calentamiento global.

Aún cuando las acciones que el consumidor puede tomar para optimizar su consumo de electricidad se conocen a lo largo de toda la geografía, sin embargo, parece que no existe un interés demasiado alto para ampliar su conocimiento en materia energética.



### Gráfico 5.3. España y la UE. Encuestados que han llevado a cabo determinadas acciones dirigidas a luchar contra el cambio climático (%)

#### España y países de la UE27 (2009). Porcentaje de encuestados que ha llevado a cabo determinadas acciones dirigidas a luchar contra el cambio climático



Fuente: Fichero de datos brutos del Euro barómetro 72.1 de 2009

A pesar de conocerse medidas para paliar el cambio climático, la media española, sobre un total de once acciones que realizan para paliarlo, ni siquiera llega a señalar dos, lo que nos coloca en el puesto decimonoveno considerando el conjunto de los 27 países de la Unión Europea.

En función de los segmentos cabe destacar que cuanto mayor es el tamaño del municipio de residencia del entrevistado, mayor es su eficiencia global; del mismo modo, a medida que desciende el estrato social al que pertenece el hogar, el índice de eficiencia energética global<sup>52</sup> también experimenta un descenso debido fundamentalmente a los equipos electrónicos de los que están provistos.

### 3. Percepción de la eficiencia energética y de la reducción del consumo de energía

El consumidor, entre las medidas que se sugieren para reducir el consumo de energía, señala aquellas que son similares a las utilizadas para reducir el consumo de agua, dis-

<sup>52</sup> Gas Natural Fenosa – Índice de Eficiencia Energética [http://www.hogareficiente.com/estudio/documentos/Estudios\\_Eficiencia\\_Energética\\_Hogar\\_2010.zip](http://www.hogareficiente.com/estudio/documentos/Estudios_Eficiencia_Energética_Hogar_2010.zip)

## 118 | Talleres de Ahorro y Eficiencia Energética

poner de más información y utilizar incentivos fiscales, siempre que minimicen el encarecimiento del producto mediante subvenciones sin aumentar los impuestos. La sociedad española demanda más información ya que desconoce su contribución a la mejora de la eficiencia energética. El uso eficiente del agua ha calado más hondo en la sociedad española.

Algunos estudios realizados en 2007 identificaron varios puntos clave de actuación para impulsar la eficiencia energética en nuestro país<sup>53</sup>:

- El precio de la energía para los consumidores debía reflejar sus costes reales de manera que el consumo se viera reducido a largo plazo.
- Para fomentar el consumo racional de la energía se debía aumentar la concienciación de los ciudadanos sobre las principales cuestiones medioambientales.
- Se debía implantar un marco normativo y de financiación que incentivara la inversión privada para potenciar las medidas de eficiencia energética en el territorio nacional que se enmarcara en las iniciativas europeas.
- Era importante difundir la aplicación de las tecnologías más eficientes para acompañar al consumidor cuando cambiara sus hábitos de consumo.

Desde entonces se han llevado a cabo algunas modificaciones de los aspectos mencionados que han tenido resultados importantes en el comportamiento de los ciudadanos, como han sido el aumento de las campañas de información al ciudadano, destacando el desarrollo tanto el contenido del portal del IDAE<sup>54</sup>, como la Web de Enermanos<sup>55</sup>, así como algunas campañas lanzadas por empresas proveedoras de energía<sup>56</sup>.

Los planes de ahorro y eficiencia también han contribuido a este cambio como es el caso del impulso al desarrollo de las empresas de servicios energéticos encuadrándolas en un marco regulador, prestándoles ayudas desde el IDAE, facilitándoles la obtención de créditos a través del ICO y permitiéndoles el acceso a ayudas y subvenciones que canalizan las Comunidades Autónomas.

No podemos además olvidar que, desde el año 2008, el entorno actual de crisis económica tiende a un ahorro de los costes y, como consecuencia, a un ahorro de energía.

53 Everts: la eficiencia energética en la Península Ibérica, 2007

54 [http://www.idae.es/index.php/mod/page/show/mem\\_detalle/idpag:17/recategoria:1022/reinmenu:42](http://www.idae.es/index.php/mod/page/show/mem_detalle/idpag:17/recategoria:1022/reinmenu:42)

55 <http://www.enermanos.es/>

56 <http://www.logareficiente.com/es/asesor-energetico-del-hogar> ; <http://www.endesaeducacion.com/>



Por último, señalar la importancia que está adquiriendo la mejora tecnológica de elementos para el fomento del ahorro de energía que están comenzando a desplegar, como son la iluminación mediante lámparas de led eficientes<sup>57</sup>, la micro-cogeneración, la telemedida y la telegestión. A este respecto, queda aún un largo camino por recorrer, a través del fomento de la investigación y el desarrollo para implantar las redes eléctricas inteligentes, los contadores también inteligentes, las tecnologías verdes en el campo de la informática e impulsar el uso de vehículos más eficientes.

Existen estudios que se realizan desde el año 2004<sup>58</sup> que permiten ver la evolución de la eficiencia energética en los hogares españoles y que se enfocan mediante el análisis de cuatro vectores que engloban el índice global de eficiencia energética en el sector: **el equipamiento**, entendido como los equipos y sistemas disponibles para los diferentes usos; **el control**, que es el conocimiento y la gestión que se puede hacer del consumo; **la cultura**, que viene a ser la concienciación por parte del usuario final; y **el mantenimiento**, que son la frecuencia de las actuaciones sobre los equipos. Como lo importante es la evolución temporal, se calculan y analizan índices cualitativos de aquellos aspectos de la eficiencia energética en los hogares en los que el usuario puede influir y en los que podría ser más eficiente.

La evolución del **índice de eficiencia global** que venía mejorando desde 2004, se ha frenado en el año 2009 por primera vez, si bien en 2010 se ha observado una mejora, alcanzando un índice de 6,59. Este pequeño avance parece no reflejar la afirmación del 53% de las personas consultadas que consideran que el ahorro de energía es más importante ahora que antes de la crisis. Sin embargo, este dato demuestra que vuelve a tomar interés entre los consumidores el ahorro energético.

Gráfico 5.4. Resumen de la evolución de cada índice

	Mantenimiento	Control	Cultura	Equipamiento	Índice Eficiencia Global
2010	6,86	6,98	6,67	6,01	6,59 
2009	6,74	6,92	6,60	5,86	6,49 
2008	6,71	7,04	6,65	5,81	6,50 
2007	6,48	6,74	6,48	5,67	6,30 
2005	6,59	6,62	6,31	5,54	6,23 
2004	6,55	6,58	6,27	5,29	6,12 

Fuente: Gas Natural Fenosa - Índice de Eficiencia Energética

<sup>57</sup> En 2011: eficiencia >100 lm/W y a partir de 2014: eficiencia >150 lm/W

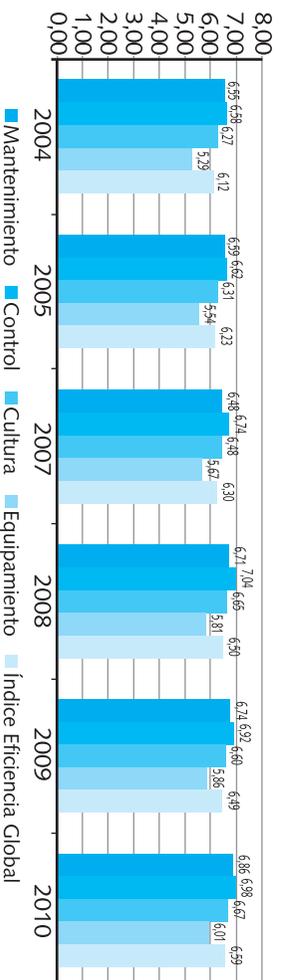
<sup>58</sup> Índice de Eficiencia Energética de Gas Natural Fenosa - [http://www.hogareficiente.com/estudio/documentos/Estudios\\_Eficiencia\\_Energética\\_Hogar\\_2010.zip](http://www.hogareficiente.com/estudio/documentos/Estudios_Eficiencia_Energética_Hogar_2010.zip)



## 120 | Talleres de Ahorro y Eficiencia Energética

El consumo medio en los hogares desciende fundamentalmente por un consumo térmico y un consumo eléctrico más reducidos, en paralelo a los aumentos de la eficiencia energética y del consumo en otros equipamientos. Adicionalmente, la crisis económica ha contenido la inversión en equipamiento en los años 2008 y 2009, si bien la evolución del índice creció un 77% desde el año 2004 hasta el 2010.

Gráfico 5.5. Resultados generales 2004-2010

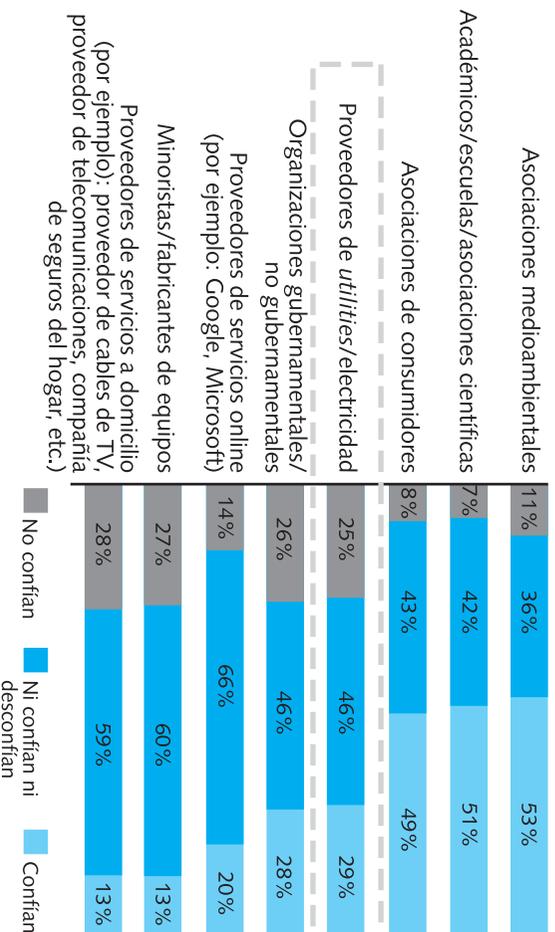


Fuente: Gas Natural Fenosa-Índices de eficiencia energética

#### 4. El comportamiento en las organizaciones: claves para la gestión del cambio en los programas de eficiencia energética.

No cabe duda de que es especialmente relevante la percepción social que existe frente a los principales actores del sector de la energía, principalmente en lo que respecta a las empresas proveedoras de energía. La principal opción que tiene el consumidor para iniciar un buen programa para gestionar su consumo de electricidad es a través de su propio proveedor de electricidad, de ahí la relevancia y responsabilidad de las *utilities*.

Las acciones que el consumidor puede tomar para optimizar su consumo de electricidad le resultan más convincentes cuando vienen apoyadas a través de asociaciones que proporcionan un medio ambiente más limpio y acompañado de la opinión que manifiestan los profesionales más cualificados del mundo académico.

**Gráfico 5.6. Percepción de los consumidores sobre los actores del sector energético**

Fuente Accenture: Entender las preferencias de los consumidores en la eficiencia energética.

De las empresas energéticas, en particular en España, y de acuerdo con algunos estudios<sup>59</sup>, se tiene una imagen que es bastante mejorable y se tiene una percepción de ellas de falta de cuidado del medio ambiente a pesar de los esfuerzos de las empresas. Sin embargo, el servicio que ofrecen las empresas de servicios energéticos se valora de manera positiva.

El segundo tema incide en el grado de confianza sobre los mensajes que recibimos relativos a la energía donde los ecologistas y los científicos nos merecen toda nuestra confianza, mientras que en el otro extremo se produce un distanciamiento respecto de los mensajes que nos transmiten los políticos cuando nos refieren a los temas energéticos.

Cuando el consumidor toma una decisión que afecta a la eficiencia energética y a los programas de gestión de la electricidad, valora igualmente el control que tiene el proveedor de energía como el impacto que pueda tener la actuación en su factura de electricidad.

La disposición de los consumidores a aceptar algún tipo de control del proveedor de energía varía entre regiones geográficas. Los proveedores más influyentes se encuentran

<sup>59</sup> Accenture - Entender las preferencias de los consumidores en la eficiencia energética

122 | Talleres de Ahorro y Eficiencia Energética

en Holanda, Estados Unidos y Canadá. Los tres países donde el precio cobra mayor relevancia en la adopción de programas de gestión de electricidad son Eslovaquia, Singapur y Japón.

El mejor momento de los consumidores para informarse sobre los programas de gestión de la electricidad es cuando reciben la factura, no cuando realizan la contratación del servicio, que tiene casi la misma influencia que cuando se paga por el servicio.

Como se ha comentado a lo largo del Capítulo, a nivel general, un alto porcentaje de la sociedad dice saber que modificando sus hábitos de consumo de energía pueden colaborar con la mejora del medio ambiente. Por el contrario si contrataran con una empresa que destinase parte de sus beneficios a mejorar el medio ambiente, hay un 31% de personas que mostrarían sus dudas.

Cuando se analiza la política medioambiental de la compañía que ofrece el servicio de suministro energético se observa que más de la mitad de los entrevistados dicen tenerla en cuenta mientras que un 20% no lo tienen casi nunca en cuenta.

Sin embargo, siguen siendo una mayoría los que desconocen qué medidas toma su empresa a favor del desarrollo sostenible: un 78% en 2009 y un 80% un año antes, produciendo una cierta incongruencia entre lo que se dice y lo que se hace.

La posibilidad de que las empresas de suministro energético colaborasen con sus clientes en reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de sus hogares sigue siendo bastante bien vista por los entrevistados: más de la mitad de los entrevistados le da la puntuación más elevada.

## 5. Estudio y análisis de los factores humanos y sociales en la edificación sostenible

La arquitectura bioclimática es uno de los campos de aplicación donde el ahorro y la eficiencia energética tienen mayor cabida. Mediante estudios, criterios y acciones propias, es posible diseñar y construir casas eficientes energéticamente, aprovechar de mejor forma el uso de la energía necesaria para alcanzar un grado de confort agradable y reducir la dependencia energética.

Dando al problema un enfoque medioambiental se hace necesario cumplir con la regulación aprobada por la Unión Europea en cumplimiento de los compromisos adquiridos en el Protocolo de Kioto para reducir el ritmo de aumento de las emisiones de CO<sub>2</sub>.



Para ello, es posible incorporar de manera satisfactoria la energía procedente de fuentes renovables, inagotables y menos contaminantes, a los nuevos proyectos de edificación, así como también a la rehabilitación de edificios previamente en funcionamiento. Los hogares así diseñados y construidos o rehabilitados disminuyen la demanda de energía en el acondicionamiento térmico para calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria e iluminación y reducen las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera.

Los sistemas de climatización consumen energía en la mayoría de los casos no renovable. Recientemente se está fomentando su combinación mediante el uso de otras fuentes de energías renovables, solar fotovoltaica, solar térmica con fluido líquido o gaseoso, instalación geotérmica y en algunos casos la biomasa y así disminuir el consumo de combustibles fósiles. Estos sistemas serán tanto menos eficientes cuanto más energía sea necesaria para alcanzar y mantener las condiciones de confort de cada hogar y consecuentemente mayor será el impacto ambiental a nivel global.

En este punto se están realizando estudios<sup>60</sup> que basan su actividad de investigación abarcando las dimensiones humana y social del riesgo y la seguridad en el ámbito de la energía, el medio ambiente y la tecnología, profundizando en el estudio de los beneficios que las estrategias pasivas y activas de ahorro energético, así como la comparación de los resultados obtenidos entre la rehabilitación de un edificio convencional, respecto a la construcción de una obra nueva.

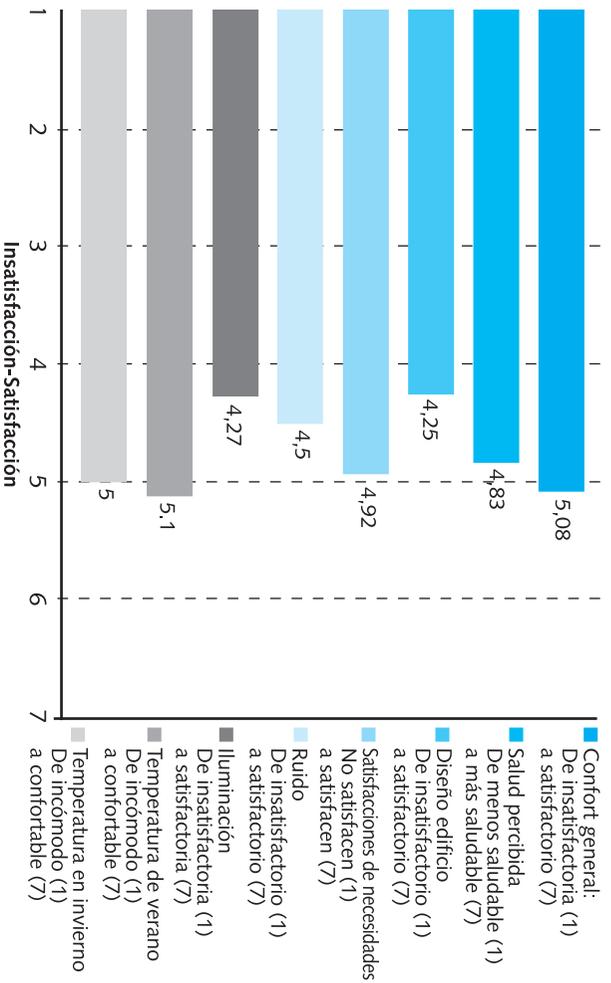
Como consecuencia, el impacto medioambiental de una rehabilitación eficiente energéticamente es menor que el de una obra nueva y se produce un importante ahorro de energía y mejora del respeto por el medio ambiente, evitando su degradación.

El principal objetivo de algunos proyectos que se están realizando en el sentido mencionado es el de reducir el consumo de energía no renovable mediante el diseño de un edificio bioclimático, utilizando estrategias pasivas y sistemas solares de calefacción y refrigeración. Esto se complementa con la investigación de la influencia que tiene sobre sus usuarios. Se estudia su grado de satisfacción y confort, se observa la percepción e implicación del ciudadano y los factores económicos que afectan a la edificación bioclimática.

<sup>60</sup> El Centro de Investigación Socio-Técnico (CISON) fue creado el 1 de febrero de 2008 por la Orden ECI/226/2008. Está ubicado en Barcelona y adscrito al Departamento de Medio Ambiente del CEMAT



Gráfico 5.7. Satisfacción del usuario en un edificio bioclimático



Fuente: El Centro de Investigación Socio-Técnico (CISOT)

Algunos de los resultados obtenidos han sido:

- La información contextual que abarca la edad, el sexo y las características del puesto de trabajo
- Las variables de confort que incluyen la temperatura en verano e invierno, la calidad del aire en verano e invierno, la iluminación, el ruido y el confort global
- Las variables de satisfacción que engloban el diseño, la satisfacción de las necesidades de los usuarios, la productividad y la salud percibidos
- Sobre las características del edificio se menciona el espacio, la imagen, la seguridad, la limpieza, las salas de reunión y los almacenes
- La posibilidad de realizar un control individual mediante la actuación sobre los puntos de consigna de la calefacción, la refrigeración y la iluminación
- La velocidad de respuesta y otros aspectos cualitativos

La edificación bioclimática implica beneficios en tres dimensiones básicas: medioambiental, económica y social. Esta última mejora el confort y la salud de sus ocupantes, realza las cualidades estéticas, minimiza la presión sobre las infraestructuras locales y mejora la calidad de vida.

La influencia de las condiciones ambientales sobre las personas es relevante. Se considera que un 15% de las pérdidas o ganancias de una empresa son atribuibles al diseño, gestión y uso del entorno de trabajo<sup>61</sup>. La productividad percibida de los trabajadores puede variar un 25% en función de si experimentan confort o no. Los que experimentan menos confort muestran una disminución sistemática de su rendimiento<sup>62</sup>. Algunas de las características del diseño, uso y gestión del edificio que mejoran el bienestar del usuario también contribuyen a una mejor eficiencia energética de sus instalaciones<sup>63</sup>.

En cuanto a la percepción social de la edificación bioclimática durante el uso de un edificio, no siempre funciona como se pretendía. Para mejorar el funcionamiento global del edificio es necesario identificar estos efectos no previstos en el diseño, tanto las dificultades como las oportunidades, y para ello es necesario recibir una retroalimentación por parte de los usuarios del inmueble sobre su funcionamiento, mediante una Evaluación Post Ocupacional<sup>64</sup> que mide la efectividad de los entornos diseñados y en uso para las personas.

#### • Criterios de prestaciones analizados en un edificio bioclimático

La reacción inicial del público ante la edificación bioclimática o sostenible es positiva. Para conocer el grado de satisfacción ocupacional existente en los edificios, las variables que influyen en la satisfacción ocupacional y si los edificios verdes son más confortables para los usuarios, se analizan tanto los usos de los edificios como el grado de satisfacción ocupacional y se compara con baremos internacionales extraídos de una muestra de edificios europeos similares que incluyen el índice de confort general y el índice de satisfacción general en relación a otros edificios de características similares.

De aquí se pueden sacar varias conclusiones de interés:

- El confort percibido es medio-alto, sobre todo en los factores de temperatura y calidad del aire

61 Leaman Y Bordass, 1999

62 Leaman, 1997

63 Bordass et alhi, 1995

64 Post-Occupancy Evaluation, Zimning & Retzenstein, 1980

- La satisfacción es media-alta con respecto al diseño del edificio que tiene un impacto positivo en su salud. Las condiciones térmicas y la calidad del aire son percibidas como los elementos que facilitan en mayor medida el trabajo en el edificio, algo menos la iluminación y la calidad acústica. Los usuarios del edificio indican cierto incremento en su productividad por las condiciones del edificio

- El grado de control, más variable entre los edificios analizados, es bajo-medio, la mayoría de los usuarios afirma tener pocas oportunidades de intervenir sobre su entorno para adaptarlo a sus necesidades y conseguir reducir las fuentes de menor confort. En especial, en las áreas de iluminación, ruido y ventilación los usuarios reportan un control bajo. Las áreas donde informan de un control mayor son las relacionadas con la calefacción y la refrigeración.

Beneficio y satisfacción de los usuarios:

- Mayor adecuación del diseño respecto a las necesidades de la organización y sus integrantes.
- Aumento de la productividad de los trabajadores
- Identificación de problemas que de otra forma no serían detectables y sus posibles soluciones
- Ahorro significativo a lo largo del ciclo de vida de un edificio en energía, costes de mantenimiento y reparación
- La inversión económica que supone se ve amortizada a corto plazo
- Mejora de la actitud de los usuarios del edificio mediante su participación activa en el proceso de evaluación
- Permite el aprendizaje organizacional.

Percepción social de la edificación bioclimática:

- Explorar la percepción pública de ciudadanos no expertos ni ocupantes de edificios bioclimáticos nos permite descubrir que el conocimiento de estos aspectos puede mejorar las estrategias de difusión de la edificación bioclimática, favoreciendo así una mayor implicación pública
- Explorar la percepción de los expertos sobre el presente y futuro de la edificación sostenible en nuestro país; barreras, retos y oportunidades. Las expectativas de los expertos del sector pueden jugar un papel importante en el despliegue de estas tecnologías. El conocimiento de estos aspectos puede facilitar posteriores actuaciones de difusión estratégica de la edificación bioclimática dentro del sector.



Además, los participantes tienden a mostrar cierta familiaridad con este tipo de edificios aunque el grado de conocimientos es más bien bajo. Se perciben beneficios relacionados con el ahorro de energía, la mejora del medio ambiente y la mejora de la calidad de la construcción. Los inconvenientes se relacionan con el incremento de costes, la falta de control por parte del usuario y la lejanía en el tiempo y de la vida cotidiana. Las barreras se relacionan con la resistencia por parte de la industria de la construcción, la dificultad para aplicarlo en la rehabilitación, la percepción de una baja eficacia personal, la falta de apoyo y ayudas con una consiguiente traslación de la responsabilidad.

## 6. Recomendaciones y medidas para reducir el consumo

Desde un punto de vista social existen tres ejes sobre los que trabajar hacia el futuro modelo energético: sensibilización sobre los retos de ahorro y eficiencia energética, superar las barreras sociales que nos impiden visualizar el problema energético y un esfuerzo conjunto y coordinado de las administraciones públicas, el sector privado y los agentes sociales.

La necesaria mejora de conocimientos sobre la percepción general que se tiene del medio ambiente está ligada a la necesidad de aumentar de forma individual la concienciación sobre este aspecto, ya desde las primeras etapas de nuestra educación.

Queda claro que el ahorro de energía y la preocupación por el medio ambiente son independientes en la conciencia del consumidor. Por otra parte, se carece de los conocimientos necesarios para ahorrar energía y ser más eficiente y tampoco se visualiza que los hábitos eficientes impliquen un ahorro.

El sector residencial en nuestro país, compuesto por 16,3 millones de viviendas ocupadas con un tamaño promedio de unos 90 m<sup>2</sup>, tiene una media de consumo energético por unidad de 1 tep/año, donde la calefacción ocupa casi el 50% del consumo de una vivienda, frente al agua caliente sanitaria (ACS) que ocupa casi el 30%, y la electricidad, responsable del consumo de cerca del otro 20%. Esta última, a su vez, estaría repartida, sobre todo, entre los aparatos eléctricos y la iluminación.

Si el objetivo de ahorro europeo es de un 20%, y el consumo medio por hogar es de aproximadamente 1 tep/año por hogar, deberíamos ser capaces de alcanzar un consumo medio de 0,8 tep/año. ¿Cómo podemos hacerlo sin perder confort? Parece que debe ser centrándonos en mejoras aplicadas a la calefacción, agua caliente sanitaria y algunos equipos eléctricos e iluminación. No cabe duda que la tecnología ayuda notablemente y, por eso, en el momento de compra deberíamos buscar una solución tecnológica que



tenga una mejor categoría energética. Sin embargo, el ciudadano no está renovando su conjunto de aparatos eléctricos y electrónicos constantemente. En este sentido, el uso modal de las tecnologías cobra una especial relevancia.

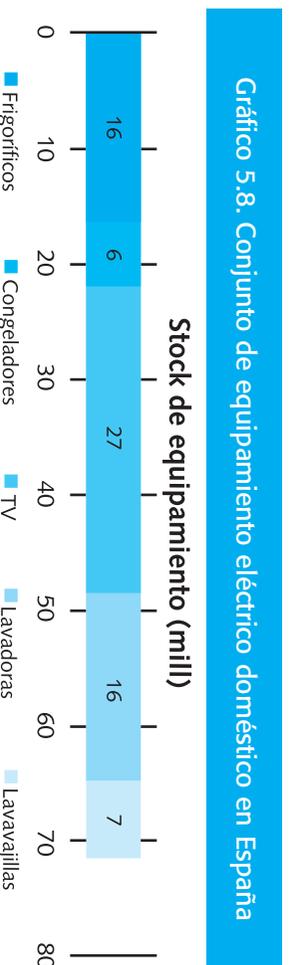
Comenzando por la calefacción, existe una tendencia hacia la calefacción individual vs central teóricamente más eficiente pero menos controlable. El índice de eficiencia en calefacción, tomando como referencia el año 2.000, ha empeorado un 7% y, además, sigue existiendo una fuerte dependencia del petróleo en este crecimiento.

Un crecimiento futuro basado en calefacción centralizada, renovables con biomasa y electricidad mediante bomba de calor podría reducir notablemente el equivalente al 50% del consumo por vivienda y todo ello, con la aplicación de la medición individualizada del consumo, como elemento imprescindible para ahorrar.

En cuanto al ACS, representando cerca del 30% del consumo de la vivienda, un menor consumo de agua y la aplicación de energía solar térmica y acumulación, puede suponer una mejora muy importante. La toma de medidas podría llegar a aportar un ahorro de entre el 50% y el 80%.

Con el 5% de energía solar térmica instalada en techo en nuestro país, tenemos mucho camino por recorrer, más teniendo en cuenta los índices de radiación que hay en España. En este sentido, si bien en el Código Técnico de Edificación, la energía solar térmica es obligatoria en los edificios de nueva construcción que tengan un consumo de ACS, no existen sanciones por su incumplimiento.

En relación con los equipos eléctricos e iluminación, podemos ver en el siguiente gráfico en qué consiste el conjunto de equipamiento de los hogares españoles ordenados, además, de mayor a menor consumo:



Fuente: IDAE

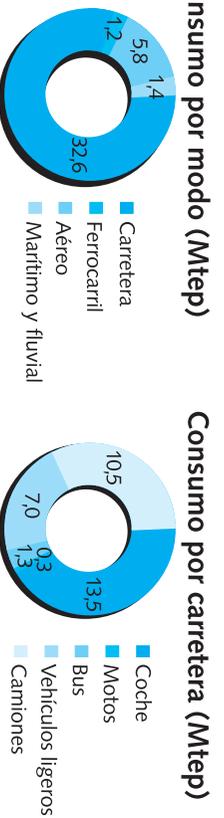


Como medidas, además de la sustitución de los aparatos por aquellos de máxima categoría, acciones tales como desconectar el *stand by* puede suponer entre un 7% y un 10% de ahorro de energía y sustituir los sistemas de iluminación por opciones de menor consumo y led eficientes puede suponer también un ahorro importante.

En relación con el sector servicios, las aplicaciones son las mismas que en el ámbito residencial, añadiendo quizá la microgeneración como aplicación tecnológica importante para el ahorro y una mayor eficiencia de la energía consumida.

Entrando en el transporte, se trata de un sector con un consumo energético de aproximadamente 40,8 Mtep/año, derivado del petróleo en un 98% y concentrado en un 80% en el transporte por carretera.

Gráfico 5.9. Transporte: consumos por modo y tipo de vehículo



Fuente: IDAE

En el año 2007 España contaba con 23,6 millones de vehículos, 16,5 de ellos turismos, de los que 7,8 millones eran diésel y el resto gasolina, y donde 12,7 millones tenían una potencia comprendida entre 1.000 y 2.000 centímetros cúbicos.

La elección de un coche de categoría A en el etiquetado es importante, porque los objetivos europeos de reducción de intensidad energética contemplados en el Reglamento (CE) no 443/2009 obligan a que pasemos de 160 gramos de CO<sub>2</sub> por km recorrido a 95 gramos de CO<sub>2</sub> por km para el año 2020. Con el parque actual de vehículos el objetivo a alcanzar para ahorrar un 40% pudiera considerarse de difícil obtención.

Hay un hecho que hará este cambio más trabajoso, y es que habrá un fuerte crecimiento poblacional y económico de países emergentes que implicará un gran incremento en la demanda de combustibles para el transporte. Además, en Europa, se prevé que para 2060, el 30% de la población será mayor de 65 años, frente al 17% actual, lo que implicará la necesidad de adaptarse cuanto antes a un cambio modal hacia el transporte colectivo.

Para mejorar esta situación, es de suma importancia tomar una serie de medidas que, en algunos casos, pueden suponer simples cambios de uso modal, como el uso de transporte público. Si uno de los 5 días laborales usamos el transporte público, obtenes el 20% de reducción de consumo. Son medidas que pueden parecer elementales, pero sin embargo contribuyen de manera importante a reducir la intensidad energética.

Además de las mejoras de los motores de combustión, incluida la reorientación de las moléculas de combustible, la electrificación del transporte juega un papel importante en este uso modal, aunque queda un importante camino por recorrer.

Se prevé que un 20% de vehículos para 2030 serán híbridos enchufables o eléctricos, pero para ello son necesarias una serie de medidas como son la definición de estándares para la carga en el hogar, así como un plan de desarrollo de la infraestructura necesaria para el transporte público eléctrico, y la aplicación de los adecuados incentivos fiscales y de otro tipo. En paralelo, una hoja de ruta con el desarrollo de la infraestructura necesaria para el transporte eléctrico público (tren, metro, autobús y taxi) debe acordarse antes de 2012.

Como conclusión, señalar que en este camino hacia 2020 es importante saber qué medidas son las que mayor impacto económico, social y político provocan en los objetivos de eficiencia energética, considerando además que el hombre puede mantener y mejorar el nivel de confort de manera inteligente, pero debe poder visualizarlo, medirlo y tomar conciencia que la energía es un bien escaso.



## ANEXO – PONENTES DEL PROGRAMA DE TALLERES DE AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

Manuel Acosta  
Vicepresidente  
Asociación de Empresas de Servicios Energéticos (ANESE)

Juan Carlos Aguilera Vela  
Director de Eficiencia Energética  
PHILLIPS

Juan Antonio Alonso González  
Director de Ahorro y Eficiencia  
IDAE

Antonio Aldeanueva Abaunza  
Vocal Ingeniero Consultor  
COGEN ESPAÑA

Ignacio Bachiller Méndez  
Jefe de la Coordinación de Eficiencia Energética  
REPSOL

José Luis Barrientos Moreno  
Director Técnico  
DALKIA ENERGÍA Y SERVICIOS

M<sup>a</sup> Eugenia Benito Carpio  
Directora Comercial  
EXELERIA

Ramón Andrés Bobes Miranda  
Jefe de Estudios  
HC ENERGÍA

Cristóbal Burgos Alonso  
Consejero Política Energética, Seguridad de Suministro y Redes, Dirección B; DG Energía,  
COMISIÓN EUROPEA



132 | Talleres de Ahorro y Eficiencia Energética

Mariano Cabellos Velasco  
Presidente  
ENERGÍA SIN FRONTERAS

Susana Carillo Aparicio  
Responsable del Proyecto  
ENDESA

Enrique del Castillo Asensio  
Técnico de Producto  
HONEYWELL ESPAÑA

Gonzalo del Castillo Ramírez  
Antiguo Presidente del Grupo de Trabajo de Ahorro y Eficiencia Energética  
CLUB ESPAÑOL DE LA ENERGÍA

Karl Van Dijk  
Director de Asuntos Corporativos  
TOYOTA

Guillermo José Escobar López  
Director de Proyectos. Servicios Energéticos  
SOCOIN

Alejandro Falkner Falgueras  
Consultor Senior de Energía y Cambio Climático  
PRICEWATERHOUSECOOPERS

Rocío Fernández Artime  
Directora de la División de Eficiencia Energética  
SOCOIN

José Ángel Galán  
Presidente  
EXELERIA

Juan Antonio Gil Vera  
Jefe de Eficiencia Energética  
RENFE



Álvaro González  
Movilidad Eléctrica  
FCC Construcción

Mónica González García  
Subdirección Calidad y Procesos  
METRO DE MADRID

José Javier Guerra Román  
Director de la Oficina de Eficiencia Energética  
GAS NATURAL FENOSA

Jaime Gutiérrez Serna  
Consultor de Tecnología para Motores y Combustibles  
CENTRO TECNOLÓGICO REPSOL

María del Rosario Heras Celemín  
Jefa de la Unidad de Investigación sobre Eficiencia Energética en Edificación  
CIEMAT

Arnaud Homedes  
Responsable de Guaranteed Savings, Eficiencia Energética  
SCHNEIDER ELECTRIC

Margarita Izquierdo González  
Responsable Soluciones Eficiencia Energética  
SIEMENS

Joaquín Javaloyes Ruiz  
Subdirector de Calidad de Endesa Red  
ENDESA

Carlos Luengos Álvarez  
Director de Servicios de Eficiencia Energética  
HC ENERGÍA

David Luis Agrelo  
Responsable de Conservación y Mantenimiento de Instalaciones  
REAL MADRID C.F.



134 | Talleres de Ahorro y Eficiencia Energética

Emilio Luque  
Prof. Medio Ambiente y Sociedad Dep. Sociología II  
UNED

Eduardo Mayoral Maestro  
Director de Calidad y Medio Ambiente  
ALSA

Benito Páramo Rosel  
Soluciones Energéticas de Movilidad  
GAS NATURAL FENOSA

María Pérez Medel  
Responsable de Promoción  
GAS NATURAL FENOSA

Alfonso Ráez Lina  
Responsable Corporativo de Inmuebles y Mantenimiento  
BANCO SANTANDER

Joaquín Reina Gómez  
Subdirector de Servicios Energéticos  
ENDESA

Juan Carlos Rodríguez  
Analistas Socio-Políticos

Juan Ignacio Rodríguez Fernández-Arroyo  
Responsable del Área de Climatización y especialista en Tecnología Geotérmica  
ENERGY LAB

José María Roqueta Matías  
Presidente  
COGEN ESPAÑA

Gonzalo Sáenz de Miera Cárdenas  
Director de Prospección Regulatoria  
IBERDROLA



Roser Sala Escarrabill  
Responsable del subproyecto 1.1, Centro de Investigación Socio-Técnica (CISOT)  
CIEMAT

Ernesto Salas Hernández  
Director de Relaciones Institucionales  
RENAULT

Rafael Sánchez Durán  
Subdirector de Desarrollo de Estrategia de España y Portugal  
ENDESA

Manuel São Miguel Oliveira  
Responsable de Proyectos  
EDP

Francisco Javier Sigüenza Hernández  
Secretario General  
Asociación de Empresas de Mantenimiento Integral y Servicios Energéticos (AMI)

Daniela Torres Espinosa  
Jefa de la Oficina de Cambio Climático  
TELEFÓNICA S.A.

Francisco Torres Marín  
Socio y Director General  
ECOTERM

Manuel Torres Núñez  
Responsable de la Práctica de Sostenibilidad  
ACCENTURE

Gabriela Urosa Cruz  
Directora Estudios Sociales y Comunicación  
FUNDACIÓN REPSOL

José Carlos Villavilla Heras  
Director de Marketing y Ecoeficiencia  
IBERDROLA



Asociados Ejecutivos

