



# Conceptos de ahorro y eficiencia energética: evolución y oportunidades



**José Luis Sancha Gonzalo**

Doctor Ingeniero Industrial por la Universidad Politécnica de Madrid. Ingeniero de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros del ICAI. Ha desarrollado su actividad profesional en Red Eléctrica de España y en Endesa. Recientemente ha sido Coordinador General del libro “El Ingeniero del ICAI y el Desarrollo Sostenible” (2009) y revisor de diversas publicaciones en materia energética dentro del Club Español de la Energía, como el libro “Conceptos de Ahorro y Eficiencia energética: Evolución y Oportunidades” (2010).

**El Club Español de la Energía ha publicado recientemente un libro colectivo dedicado al importante tema de la eficiencia energética. Bajo el título de *Conceptos de ahorro y eficiencia energética: evolución y oportunidades*, diversos profesionales y expertos en el sector energético, miembros del Grupo de Trabajo del Club Español de la Energía, analizan la problemática actual de la eficiencia energética en España y los retos futuros de la misma, particularmente de cara a los compromisos energéticos y medioambientales de la Unión Europea y de España en los próximos años.**

## Marco conceptual y legislativo

De los tres objetivos de la Unión Europea «20-20-20» para 2020 (Cuadro I), el de la reducción del 20 % en el consumo de energía primaria parece, a día de hoy, el más difícil de alcanzar. La propia Comisión Europea ha advertido que "está claro que nuestro objetivo de ahorro para 2020 está en grave peligro de no alcanzarse" (Comunicación de noviembre de 2008 Eficiencia energética: alcanzar el objetivo del 20 %). Por ello, resulta muy oportuno el esfuerzo del Grupo de Trabajo del Club Español de la Energía por investigar la evolución de la eficiencia y del ahorro energético en España.

El libro *Conceptos de ahorro y eficiencia energética: evolución y oportunidades* (en adelante simplemente libro) dedica sus primeros análisis a establecer el necesario marco conceptual y legislativo del tema, situando adecuadamente la eficiencia y el ahorro energético en el contexto de la Unión Europea y mundial.

Así, se definen los conceptos fundamentales:

• **Ahorro energético:** reducción del consumo de energía mediante la minoración del servicio o utilidad proporcionado, sin alterar la eficiencia energética.

### Cuadro I . Los objetivos 20-20-20 para el año 2020

"Los responsables de la UE han insistido en la necesidad de aumentar la eficiencia energética como parte de los objetivos «20-20-20» para 2020: reducir un 20 % el consumo de energía primaria, reducción vinculante del 20 % de las emisiones de gases de efecto invernadero y presencia de un 20 % de energías renovables para 2020."

Comunicación de la Comisión de Eficiencia Energética: alcanzar el objetivo del 20%, Bruselas, 13.11.2008.

• **Eficiencia energética:** relación entre la cantidad producida de un servicio o utilidad y la cantidad de energía consumida para proporcionarlo. Una mejora de la eficiencia energética implica producir la misma cantidad consumiendo menos energía, ó bien producir más cantidad consumiendo la misma energía.

• **Energía:** magnitud física que expresa la capacidad de un cuerpo o sistema para realizar trabajo o producir calor:

• **Energía final:** energía suministrada al consumidor para ser convertida en energía útil.

• **Energía primaria:** energía que no ha sufrido ningún tipo de conversión.

• **Intensidad energética:** relación entre la cantidad de energía consumida para proporcionar un servicio o utilidad y la cantidad de servicio o utilidad producido.

• **Negavatio-hora:** consumo de energía que se evita gracias al ahorro.

• **Cambio climático:** variación de la temperatura promedio de la atmós-

fera terrestre como resultado de un desequilibrio en el balance energético de la radiación recibida, absorbida y devuelta al espacio por La Tierra.

• **Desarrollo sostenible:** evolución progresiva de una economía que asegura las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para enfrentarse a sus propias necesidades.

• **Seguridad de suministro:** disponibilidad de una oferta adecuada de energía a precios asumibles, condicionada por las variables de dependencia y vulnerabilidad ante fuentes de suministro del exterior.

A destacar también, la dedicación concedida a la cuestión de los indicadores de la eficiencia energética con objeto de que su elección ayude a realizar una correcta medición de la realidad energética y a facilitar su uso como instrumentos para la aplicación de las políticas energéticas.

Los indicadores de eficiencia energética miden la relación entre el



consumo de energía respecto a una variable de actividad económica. **Intensidad Energética** es el más utilizado, y se define como la relación entre el consumo de energía, primaria o final, medido en unidades de energía y el indicador de actividad económica, como el Producto Interior Bruto (PIB), medido en unidades monetarias.

Otros indicadores técnico-económicos miden la relación existente entre los consumos energéticos respecto a parámetros de actividad medidos en términos físicos, como toneladas de acero producido, km recorridos, etc.

En cuanto a las fuentes de información, actualmente existen varias **Bases de Datos** a nivel internacional, entre las que pueden destacarse las siguientes:

- Eurostat, la Oficina Estadística de la UE, cubre los 27 estados miembros, los países de la Asociación europea de Libre Comercio, Islandia, Noruega y Suiza, y de los países candidatos, Croacia y Turquía, con series temporales desde 1985 o en algunos casos desde 1990. El último informe *Europe in figures, Eurostat yearbook 2010*, publicado en septiembre de 2010, cubre hasta 2008.
- ODYSSEE (On line Data base on Yearly assessment aSSessment on Energy Efficiency) contiene estadísticas muy detalladas de consumos energéticos. Junto con los indicadores de eficiencia energética y de intensidad de CO<sub>2</sub> aparecen también

indicadores de intensidad energética primaria y final, total y con correcciones climáticas, intensidad final ajustada por economía, clima y estructura. Los indicadores de ODYSSEE se utilizan como referencia por la Comisión y Eurostat. También son utilizados por la Agencia Internacional de Energía (IEA International Energy Agency) y por el World Energy Council (WEC).

La legislación sobre ahorro y eficiencia energética ha estado directamente relacionada, por un lado con el propio devenir de la UE y en particular con su política energética, y por otro, por las crecientes exigencias derivadas del Cambio Climático. Uno de los instrumentos más característicos son los Planes de Acción para la Eficiencia Energética (el vigente cubre de 2007 a 2012).

Específicamente en el ámbito de la eficiencia energética, es importante consignar el Libro Verde 2005 de la Comisión Europea "Sobre la eficiencia energética o cómo hacer más con menos" en el que se lanza el debate sobre cómo la UE podría reducir en un 20% su consumo de energía con relación a las proyecciones para el año 2020.

En un posterior Libro Verde 2006 "Estrategia europea para una energía sostenible, competitiva y segura" la Comisión Europea corrobora el objetivo del 20% y anuncia un plan de acción para la eficiencia energética con el fin de materializar todo ese potencial. La

Comisión adoptó este Plan de Acción "Para la eficiencia energética: realizar el potencial" en octubre de 2006.

En 2008, la Comisión elabora la comunicación "Eficiencia energética: alcanzar el objetivo del 20%" en el que se reafirma el objetivo a pesar de las dificultades prácticas detectadas y se proponen nuevas medidas.

El origen de la planificación energética en España, desde el punto de vista de la racionalización del uso de las diferentes fuentes de energía primaria, se produce en los años 70 coincidiendo con las crisis del petróleo.

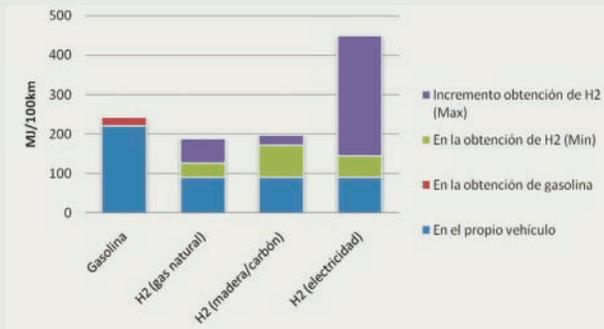
En 1984 se crea el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), en estos momentos, el principal agente estatal en el ámbito del ahorro y eficiencia energética. En la década de los 90 se inició la integración de las estrategias y planes relativos al ahorro energético. El primer Plan de Ahorro y Eficiencia Energética Nacional comprende el periodo 1991-2000. Posteriormente se elaboró la Estrategia Española de Ahorro y Eficiencia Energética 2004-2012 (E4).

El vigente Plan de Acción 2008-2012 de dicha estrategia introduce, respecto de la E4, un esfuerzo adicional, fundamentalmente económico y normativo, de ahí que se le denomine (PAE4+) y se integra en el Plan de Acción de Eficiencia Energética de la UE.

La futura Ley de Economía Sostenible tiene previsto recoger aspectos



**Figura 1. Comparación energética global: gasolina frente a pila de combustible**



Fuente: Conceptos de ahorro y eficiencia energética: evolución y oportunidades

adicionales de eficiencia energética. Asimismo, el Ministerio de Industria está trabajando en el Plan de Acción Nacional de Energías Renovables (PANER) 2011-2020.

### Hay que considerar la cadena global energética

El libro plantea la necesidad de ser muy cauto ante las mejoras de la eficiencia energética de usos finales o

intermedios de la energía. En efecto, en el libro se indica que "lo relevante es su impacto en el consumo de energía primaria a través de la cadena global energética". Se ilustra mediante el ejemplo de la Figura 1: la sustitución del tradicional motor de gasolina por otro de pila de combustible alimentada con hidrógeno comprimido.

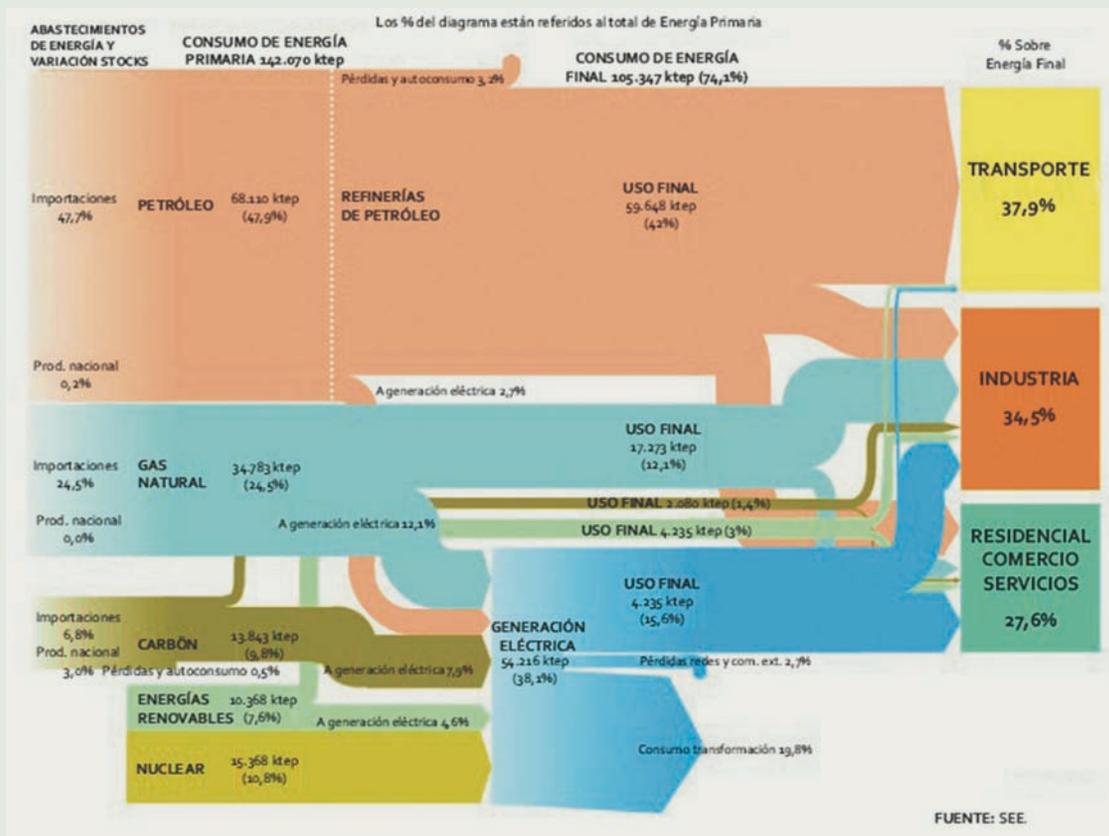
La tecnología de pila de combustible es más eficiente que el motor

de combustión interna. Un vehículo propulsado por pila de combustible consume aproximadamente 90 MJ de energía por cada 100 km, frente a los 220 MJ/100 km de un motor de gasolina convencional.

A primera vista puede parecer que la pila de combustible es más eficiente. No obstante, examinando la cadena global energética, incluyendo el proceso por el que el combustible llega al vehículo, el resultado dependerá del tipo de proceso de obtención del H<sub>2</sub> (gas natural, madera/carbón, electricidad) y de la eficiencia de la tecnología utilizada en cada proceso (Min-Max).

En consecuencia, los autores insisten en la necesidad de que "cualquier medida adoptada para incentivar o promover un determinado uso final de la energía debe considerar el impacto en términos de consumo de energía en toda la cadena de suministro". El diagrama de Sankey (Cuadro 2) de la energía ilustra este enfoque de análisis global.

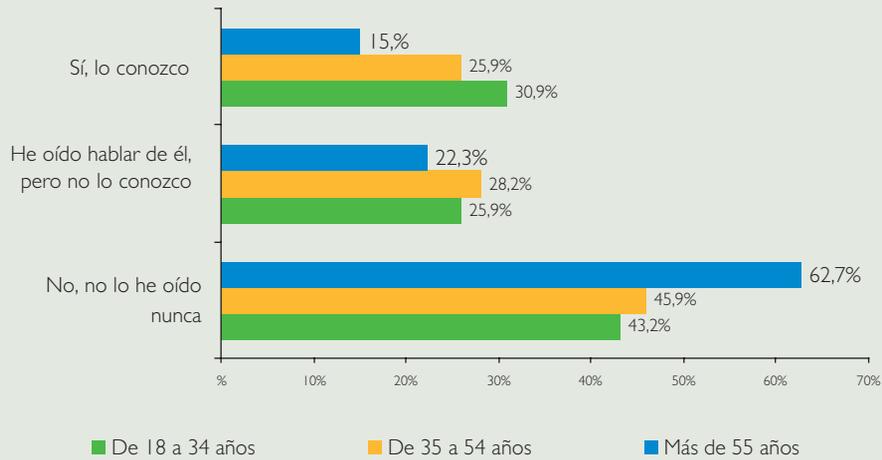
**Cuadro 2. Diagrama de Sankey de la energía en España en 2008**



FUENTE: SEE.

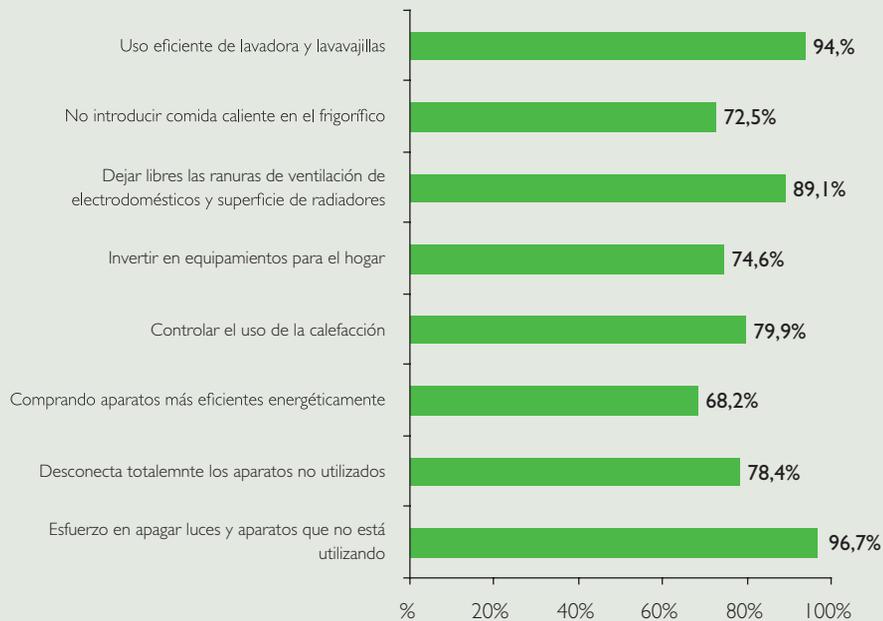
### Cuadro 3. Encuesta de población: "Percepción de la Eficiencia Energética en la Península Ibérica"

#### Conocimiento del término "eficiencia energética" por grupo de edad



Una de cada dos personas nunca ha oído el término "Eficiencia Energética" y sólo un 23% conoce su significado. Por grupos de edad, destaca el gran desconocimiento en las personas mayores de 55 años (63%), mientras que entre las personas que más conocen el término se sitúan los jóvenes entre 18 y 34 años (31%).

#### Medidas de eficiencia energética aplicadas por la sociedad



Las medidas más extendidas son aquellas que consisten en aplicar hábitos que permitan optimizar el consumo, sin embargo, no está tan extendida la inversión en tecnologías más eficientes.

Fuente: Estudio Eficiencia Energética en la Península Ibérica 2007, realizado por Everis y Enerclub (1.500 encuestas sobre hábitos de eficiencia energética en los hogares).

También se incluye el análisis de los resultados de una encuesta de población sobre la *Percepción de la Eficiencia Energética en la Península Ibérica en 2007* (Cuadro 3), destacándose que “el mensaje de la necesidad de tomar medidas contra el cambio climático, y por tanto de ahorro de energía, es un mensaje muy extendido en la sociedad, si bien no se ha logrado el nivel de concienciación deseado”.

### Escenarios de consumo energético en 2020

En el libro se presenta un interesante análisis prospectivo de la evolución de los indicadores de eficiencia energética de España hasta el año 2030 siguiendo la clásica metodología de comparar dos escenarios de evolución de la economía española. El primero (identificado como escenario BASE) mantiene la tendencia actual de crecimiento mientras que el segundo (escenario EFICIENTE) está basado en el cumplimiento de los objetivos y recomendaciones de mejora de la intensidad energética.

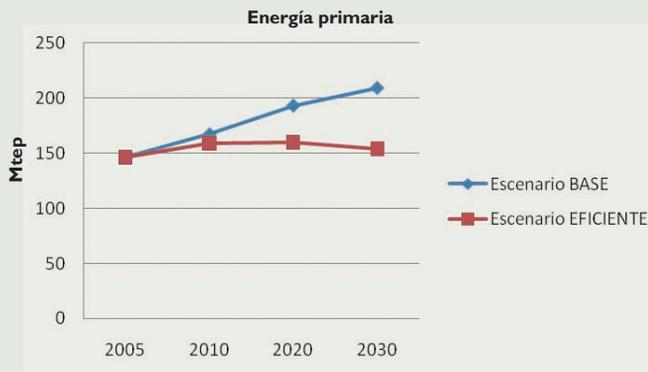
Resulta particularmente interesante detenerse en los resultados previstos para el año 2020 y compararlos con los objetivos formulados por la UE.

La energía primaria alcanzaría la cifra de 193 Mtep en el año 2020 para el escenario BASE y 160 Mtep en el escenario EFICIENTE. (Figura 2). Esto supone una reducción del 17,1%, insuficiente de cara al objetivo de la UE de reducir un 20%.

La energía primaria por PIB sería de 148 tep/M€ en el año 2020 para el escenario BASE y de 123 tep/M€ en el escenario EFICIENTE. (Figura 3).

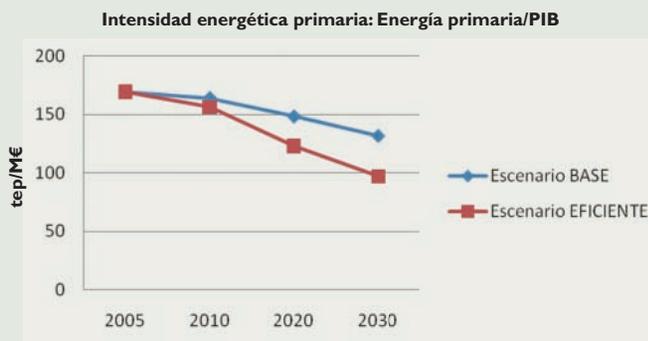
Esto supondría una reducción de la intensidad energética primaria a un ritmo del 2,4% medio anual en el escenario EFICIENTE, significativamente superior a los ritmos de reducción de este indicador en el escenario BASE (1,0%) y claramente superior a los ritmos reales de reducción observados en España en la segunda parte de la década actual 2000-2010 (en los primeros años 2000 la intensidad estuvo en realidad aumentando cada año). (Figura 4).

Figura 2. Evolución prevista del consumo de energía primaria en España



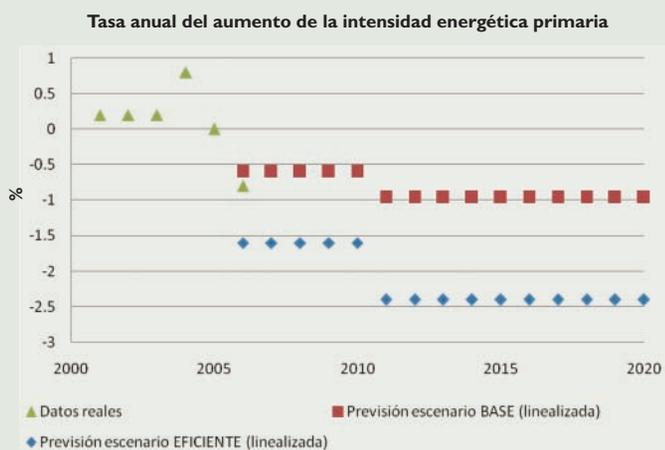
Fuente: *Conceptos de ahorro y eficiencia energética: evolución y oportunidades.*

Figura 3. Evolución prevista de la intensidad energética primaria en España



Fuente: *Conceptos de ahorro y eficiencia energética: evolución y oportunidades.*

Figura 4. Evolución de la tasa anual del aumento de la intensidad energética primaria en España: datos reales vs. previsiones



Fuente: *Conceptos de ahorro y eficiencia energética: evolución y oportunidades.*

Para los autores del análisis, si bien no explicitan con detalle los supuestos económicos y tecnológicos de ambos escenarios, “las dificultades de conse-

cución de los objetivos de la UE (Cuadro 4) y específicamente españoles (PAE4+) en materia de eficiencia energética son evidentes”.

**Cuadro 4. Previsión de ahorro de energía primaria en la UE en el horizonte 2020**

Medidas		Ahorro anual de energía primaria para 2020 respecto a la situación sin cambios en Mtep	Ahorro anual de energía primaria para 2020 respecto a la situación sin cambios en %	Documentos de referencia
1	Dir. servicios energéticos 2006/32/CE	Máximo 193	Máx. 9,8%	COM(2008) 11 (respecto a 2016)
2	Dir. diseño ecológico 2005/32/CE (aparatos) y Dir. marco de etiquetado 92/75/CE	96	4,9%	Estudios preparatorios sobre los productos que utilizan energía <a href="http://ec.europa.eu/energy/demand/legislation/eco_design_en.htm">http://ec.europa.eu/energy/demand/legislation/eco_design_en.htm</a>
	Acuerdo Energy Star con los EE.UU.	2	0,1%	
3	Dir. edificios 2002/91/CE	130	6,6%	SEC(2006) 1174
4	Dir. cogeneración 2007/8/CE	23	1,2%	COM(2002) 415
5	Eficiencia del combustible para los vehículos de carretera –CO <sub>2</sub> de los vehículos– contratación pública	36	1,9%	COM(2007) 856 y SEC(2007) 1723 COM(2007) 817
	Dir. etiquetado de eficiencia del combustible de los vehículos 1999/94/CE			
7	Transporte urbano – enfoque integrado	20	1,1%	Evaluación estratégica de la iniciativa CIVITAS
<b>NETO TOTAL (teniendo en cuenta la interrelación de las medidas y la velocidad de ejecución observada)</b>		<b>256</b>	<b>13%</b>	
<b>Objetivo de la EU-27 en 2020</b>		<b>394</b>	<b>20%</b>	

Nota: Proyecciones de base de la situación sin cambios del modelo PRIMES (actualización de 2007) en 2020: TOTAL de consumo de energía primaria de la EU-27= 1968 Mtep

Fuente: Comunicación Comisión. Eficiencia Energética. alcanzar el objetivo del 20%

### Análisis sectorial de ahorros energéticos en 2020

El libro incluye un profundo análisis sectorial de los impactos de las medidas de mejora de la eficiencia energética. Siguiendo una metodología ascendente (bottom-up), cada aplicación eficiente identificada se cuantifica en cuanto a la inversión que conlleva y los ahorros energéticos potenciales que consigue (Cuadro 5).

Según la metodología de cálculo y las consideraciones establecidas por los autores, el mayor potencial relativo de ahorro de energía final se podría obtener en el sector residencial y servicios (12,5%), seguido por el industrial (10,9%) y por el transporte (6,8%). Sorprende que los potenciales de ahorro por sectores resulten de esta forma claramente inferiores a los estimados por la Comisión para el conjunto de la UE, aunque la inclusión de los impactos del cambio modal en el transporte, la cogeneración y la generación distribuida podría aproximar más los resultados. (Figura 5).

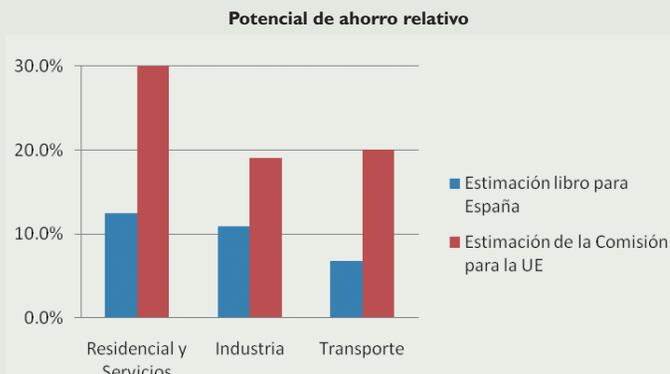
**Cuadro 5. Desglose de aplicaciones eficientes por tecnología y sector**

<b>Residencial Comercial</b>	Iluminación Climatización Calefacción y Agua Caliente Sanitaria (ACS) Electrodomésticos	Lámparas bajo consumo, leds Aislamiento, hibridación, BdC Termosolar, redes urbanas de calefacción y ACS (district heating) Etiquetado electrodomésticos
<b>Servicios</b>	Iluminación Motores Gestión energía	Lámparas descarga, reguladores de flujo, detectores de presencia Variadores de velocidad, motores alto rendimiento Sistemas de gestión
<b>Industria</b>	Iluminación Motores Gestión energía Electrotecnologías	Lámparas descarga, reguladores de flujo, detectores de presencia Variadores de velocidad, motores alto rendimiento Sistemas de gestión Plasma, inducción, arco eléctrico,...
<b>Transporte</b>	Vehículos Conducción Cambio modal Iluminación *	Vehículo eléctrico Conducción eficiente Transporte público, tren alta velocidad Led semáforos
<b>Generación eléctrica</b>	Renovables Cogeneración * Generación distribuida *	Solar, eólica, ... Alta eficiencia con pilas de combustibles o motores Stirling Microgeneración, cogeneración

\* No evaluado su impacto en el libro

Fuente: Conceptos de ahorro y eficiencia energética: evolución y oportunidades.

**Figura 5. Potencial previsto de ahorro energético relativo por sectores en la UE y España para 2020**



Fuente: *Conceptos de ahorro y eficiencia energética: evolución y oportunidades y COM (2008) 772*

En términos absolutos sería el sector industrial el que más contribuiría al ahorro total con 3,9 Mtep (40% del total). (Figura 6).

Todo ello supondría un ahorro de 9,6 Mtep de energía final en el horizonte de 2020, es decir, un ahorro aproximado de 14,7 Mtep en términos de energía primaria, únicamente un tercio de lo necesario para cumplir el objetivo del 20% de ahorro de energía primaria en 2020. Para los autores, "a pesar de la caída de demanda sufrida en 2008 y 2009 por efecto de la crisis, el cumplimiento del objetivo de ahorro del 20% parece ambicioso".

En resumen, los resultados obtenidos con los dos enfoques utilizados en el libro no invitan al optimismo en cuanto a la previsión de alcanzar el objetivo de eficiencia energética en

2020. El análisis macroeconómico de prospectiva incide en la dificultad de reducción de la intensidad energética

ca primaria (tasa anual de ahorro de 2,4% muy superior a los ritmos actuales), mientras que el análisis bottom-up indica que el impacto en el ahorro energético de las aplicaciones de eficiencia es inferior al necesario.

Como expresa claramente la Comisión Europea: "La energía y su utilización nos afecta a todos. La eficiencia energética sirve para luchar contra el cambio climático, mejora la seguridad energética, contribuye al logro de los objetivos de Lisboa y reduce los gastos de todos los ciudadanos comunitarios. La obtención de mejoras de la eficiencia energética y el logro al menos del objetivo de ahorro energético del 20% deben seguir siendo una prioridad y una meta común de la Comunidad". (Comunicación de noviembre de 2008 *Eficiencia energética: alcanzar el objetivo del 20 %*). ■

**Figura 6. Contribución al ahorro total de energía final por sectores en España en 2020**

**Contribución al ahorro total de energía final en 2020**



Fuente: *Conceptos de ahorro y eficiencia energética: evolución y oportunidades*.

