

Eloy Álvarez Pelegry*
Iñigo Ortiz Martínez**

NOTAS SOBRE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESPAÑA

En este artículo se recoge, en forma de síntesis, la información sobre la evolución de la eficiencia energética en España, así como la variación que ha tenido lugar desde 1970 hasta la actualidad. Tres son los conceptos básicos que se emplean a lo largo del mismo y que conviene resaltar por ser fundamentales: eficiencia energética, intensidad energética y el índice Repsol de eficiencia energética interna (IE²-R). Tras una breve definición de cada uno de estos conceptos, se procede a analizar la evolución de la eficiencia energética en España desde 1970 a 2015.

Palabras clave: economía de la energía, eficiencia energética, intensidad, consumo, IE.
Clasificación JEL: D61, Q41.

1. Sobre la eficiencia energética: intensidad energética

El concepto de eficiencia energética se refiere a la reducción del consumo energético promoviendo la reducción de los costes y la sostenibilidad medioambiental. La mejora de la eficiencia energética consistirá, por lo tanto, en una reducción del consumo energético para un mismo proceso/producto.

En términos macroeconómicos, la forma habitual de medir la eficiencia energética es a través de la intensidad energética (IE). Este indicador refleja la relación entre consumo energético y el volumen de la actividad

económica y se calcula como el cociente entre el consumo energético primario/final y el producto interior bruto (PIB) del país.

A la luz de lo anterior, si se pretende reducir la intensidad energética en términos absolutos, las reducciones en el consumo energético deben ser mayores que las reducciones en el PIB. Una intensidad energética elevada representa un elevado coste del consumo energético en relación con el PIB del país. De forma análoga, una intensidad energética baja indica que con un consumo de energía menor se obtiene un mayor valor del PIB en un período de tiempo.

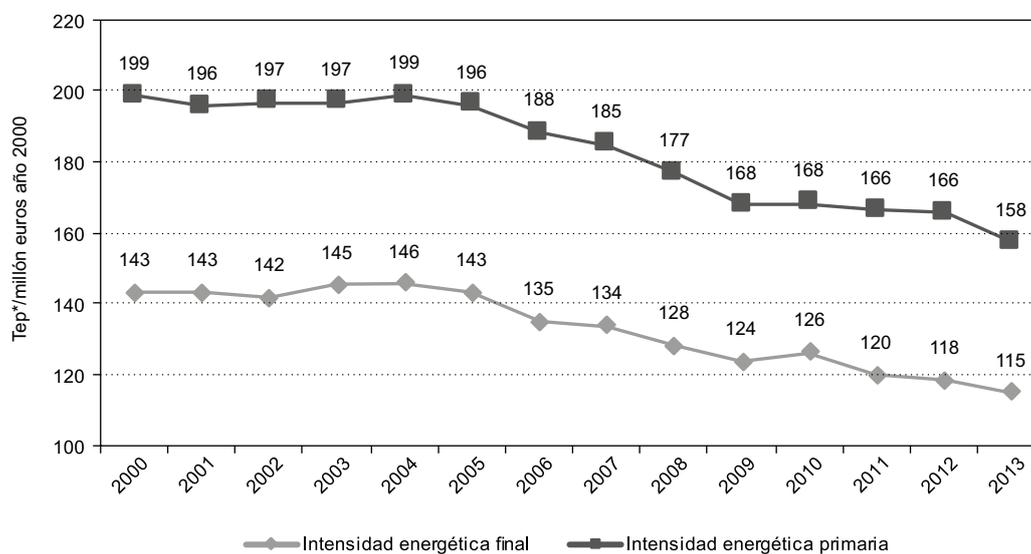
En relación con el concepto de eficiencia energética se debe señalar que una mejora de la eficiencia energética consistirá en una reducción de este parámetro de intensidad energética.

* Director de la Cátedra de Energía de Orkestra. Instituto Vasco de Competitividad.

** Ingeniero Industrial. Instituto Vasco de Competitividad.

Los autores agradecen a Macarena Larrea Basterra su labor de revisión.

GRÁFICO 1
EVOLUCIÓN DE LA INTENSIDAD ENERGÉTICA PRIMARIA Y FINAL EN ESPAÑA



NOTAS: *Tep: toneladas equivalentes de petróleo.

FUENTE: Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Foro Nuclear, 2015.

Para mitigar el crecimiento de la demanda de energía, es fundamental identificar los factores que condicionan la evolución de la intensidad energética. De esta forma será posible explicar y evaluar las razones de comportamientos pasados y diseñar las políticas adecuadas que permitan reducir la intensidad energética de un país como medio para alcanzar los objetivos de reducción de coste, de impacto ambiental y de dependencia energética (Mendiluce, 2010).

También resulta interesante diferenciar y comparar la IE para la energía primaria y la energía final, tal y como se muestra en el Gráfico 1; de manera que se pueda revisar la evolución de la eficiencia energética en los procesos de transformación de la energía.

Hay que señalar que, en este trabajo, ante la dificultad de encontrar datos para el último período del estudio sobre la eficiencia energética en España, se ha empleado el Índice Repsol de eficiencia energética interna (*IE²-R*). El concepto desarrollado por la Fundación Repsol, se cons-

truye a partir de 20 indicadores operativos de eficiencia energética que se consolidan en cuatro índices sectoriales (transporte, industria, residencial y servicios), junto con otro indicador que refleja la eficiencia en la transformación de energía primaria en energía final. Para interpretar estos índices, un aumento de los mismos conlleva una mejora de la eficiencia energética.

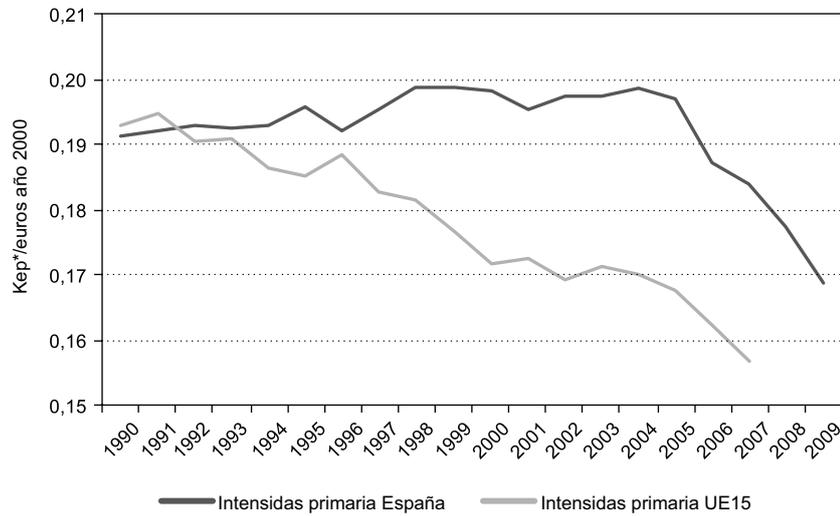
2. La intensidad energética en España

Según datos de 2014 a nivel mundial España ocupa el octavo lugar en eficiencia energética atendiendo a su IE.

Con el Gráfico 2 se puede comparar la intensidad energética con datos de energía primaria (EP) en España y en la UE15.

En el Gráfico 3 se muestra *grosso modo* cómo ha variado en el tiempo la inherente relación del PIB y del consumo de energía primaria a nivel mundial.

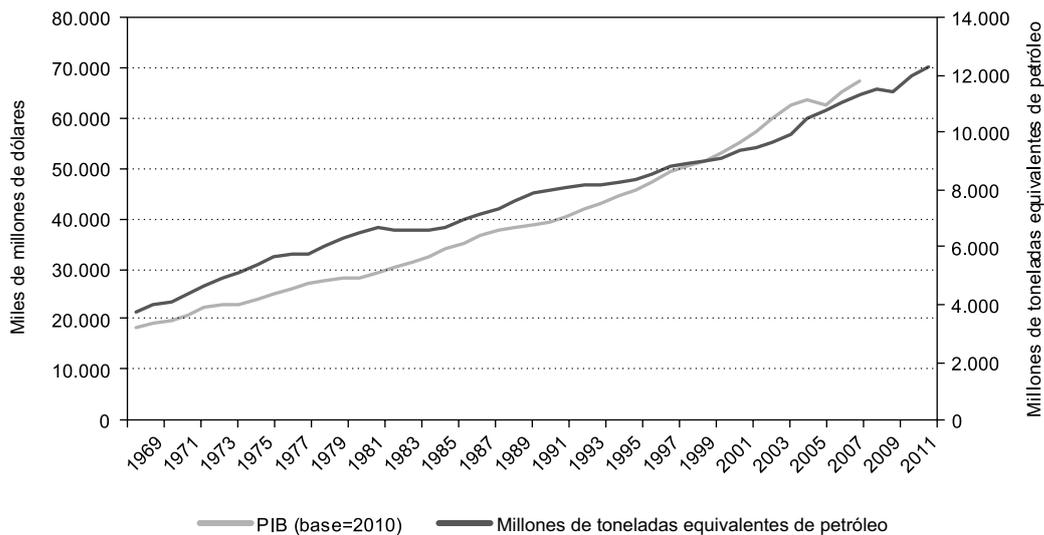
GRÁFICO 2
EVOLUCIÓN COMPARATIVA DE LA INTENSIDAD ENERGÉTICA PRIMARIA EN ESPAÑA Y LA UE, 1990-2009



NOTA: *Kep: kilogramo equivalente de petróleo.

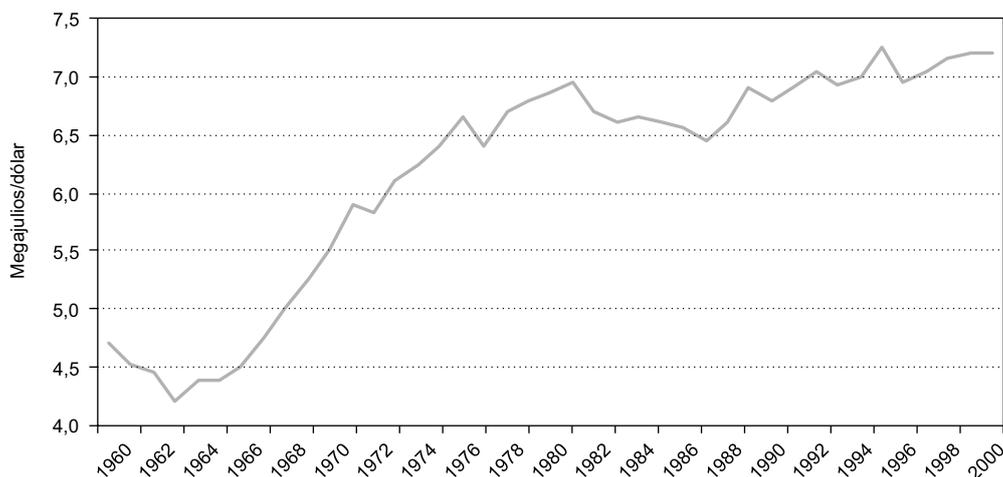
FUENTE: Plan de acción de energías renovables en España 2011-2020 (PANER) y IDAE, 2011.

GRÁFICO 3
PIB Y CONSUMO DE ENERGÍA, 1969-2011



FUENTE: World Bank, 2015; British Petroleum, 2012 y SÁNCHEZ RABAT, 2015.

GRÁFICO 4
INTENSIDAD ENERGÉTICA DE LA ECONOMÍA ESPAÑOLA



FUENTE: RAMOS-MARTÍN, 2003.

A continuación examinaremos cómo ha variado la eficiencia energética en España, desde 1970 hasta la actualidad, distinguiendo tres períodos: de 1970 a 2001, de 2001 a 2008 y de 2008 a 2015.

Desde 1970 a 2001

Para estudiar la evolución de la eficiencia energética en este período, se va a partir de un análisis (Ramos-Martín, 2003) donde la variable intensidad energética, consumo de energía primaria y PIB se expresa en megajulios por dólar de PIB en valor constante de 1995 (MJ/US95\$).

Analizando el Gráfico 4 se observa que la IE en el caso de España ha sufrido un crecimiento prolongado en el horizonte temporal analizado.

La evolución de la intensidad energética en España ha seguido un comportamiento similar a Portugal y diferente al de otras economías desarrolladas de la

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (Mendiluce, 2010)

En este contexto es importante destacar dos aspectos fundamentales para España. El primero, que la intensidad energética aumenta progresivamente y el segundo, que dicha tendencia de crecimiento no es continua.

Se observa cómo la intensidad energética aumentó muy rápidamente de 1963 a 1981, pasando de 4,21 a 6,96 MJ/US95\$, permaneciendo alrededor del valor de 7 MJ/US95\$, con ligeros altibajos hasta 2001, año en el que tomó el valor de 7,20 MJ/US95\$. Atendiendo al Gráfico 4 se puede decir que España no sigue la hipótesis de la curva en forma de U invertida o curva de Kuznets ambiental (Recuadro 1).

No obstante, en el Recuadro 1 se podría argumentar que esto se debe al hecho de que España no ha alcanzado todavía el punto de inflexión a partir del cual se produce la «desmaterialización».

RECUADRO 1

CURVA DE KUZNETS AMBIENTAL

- Según la hipótesis de la curva de U invertida o curva de Kuznets ambiental (CKA), durante el proceso de desarrollo económico los países tienden a aumentar el consumo de energía y materiales al mismo ritmo que el crecimiento en el nivel de renta hasta que se alcanza un determinado nivel o punto de inflexión; a partir de entonces es habitual un desacoplamiento entre crecimiento económico y consumo de materiales, provocando que los futuros crecimientos en el nivel de producción no conlleven un aumento en el consumo de energía y materiales en la misma proporción.
- Tal y como muestran Unruh y Moomaw (1998), la mayoría de países desarrollados que siguen la CKA muestran su «año pico» o punto de inflexión durante la década de los años setenta. El año que marca el cambio suele venir ligado a valores del PIB per cápita que se encuentran entre los 9.000 dólares (con Austria en el lado bajo) y los 15.000 dólares (con Estados Unidos en el lado de renta alta). La mayoría de los países, no obstante, se encuentran en un valor promedio de unos 11.000 dólares per cápita.

España, que está lejos de ser una economía que se base en el consumo de energía como EE UU o Canadá, debería mostrar un comportamiento más parecido al de Austria. Sin embargo, todavía muestra un crecimiento en la intensidad energética en 2001, tras haber superado ya los 18.000 dólares per cápita de renta. Por tanto, si la CKA funcionara para el caso de España, debería haber mostrado signos de desmaterialización mucho antes (Ramos-Martín, 2003).

Algunos autores (Simonis, 1989 y Jänicke *et al.* 1989, citado en De Bruyn y Opschoor 1997)¹ afirman que el cambio tecnológico e institucional, o genéricamente el cambio estructural (que incluye cambios en los patrones de consumo), son las principales causas de la evolución de la intensidad energética. Este hecho puede explicar que tras la crisis del petróleo de principios de la década de los setenta, la intensidad energética en España creciera en lugar de disminuir como lo hacía en otros países desarrollados.

En aquella ocasión el Gobierno español, siguiendo los dictados del Fondo Monetario Internacional (FMI), compensó el aumento de precios con subvenciones, lo que pospuso la adaptación de la economía a una nueva situación mundial de precios elevados. Sin embargo, tras la segunda crisis de finales de los años se-

tenta, la intensidad de algunos sectores económicos finalmente decreció debido a dos motivos:

— El Gobierno no usó de nuevo las subvenciones y dejó que subieran los precios. Esto hizo que la energía, como factor de producción, se encareciera no solo en términos absolutos, sino en términos relativos en comparación con otros factores como el capital o el trabajo. Así, la mayoría de las industrias se adaptaron a la nueva situación y mejoraron la eficiencia, a la vez que modificaron su *mix* energético.

— Se produjo una profunda reconversión industrial, que empezó a principios de los años ochenta, y que implicó el cierre de numerosas fábricas con elevados consumos de energía.

Este es el principal factor que parece explicar los cambios en el caso español. Es decir, los descensos locales de la variable «intensidad energética» parece que estaban reflejando cambios estructurales (como la reestructuración sectorial mencionada antes), más que un cambio suave en la tendencia y en la evolución de la variable intensidad energética.

De hecho, tal y como muestra Ramos-Martín (2003) la variable permaneció más o menos estable desde 1960 en el sector de la agricultura y la construcción (aunque hayan perdido peso relativo en la composición del PIB), mientras que el sector industrial, que también ha perdido peso, en porcentaje de PIB, mantuvo una tendencia decreciente de la intensidad energética.

¹ RAMOS-MARTÍN (2003).

CUADRO 1
COMPARACIÓN EUROPA Y ESPAÑA

Nivel internacional	Europa	España	Evolución del consumo
Energía primaria 1975 <i>versus</i> 2006 (datos BP)	Incremento del 88% (de 5.786 a 10.878 Mtep*)	Incremento del 30% (de 1.331 a 1.722 Mtep*)	Incremento del 139% (de 60,8 a 144 Mtep*)
Evolución de la intensidad energía primaria	-1,5% anual entre 1990 y 2004	-1,4% anual entre 1990 y 2005	5,1% entre 1990 y 2004

NOTA: * Mtep: millones de toneladas equivalentes de petróleo.

FUENTE: MATESANZ PARELLADA, 2008.

No obstante, los sectores de servicios, el energético y el transporte han mostrado tendencias crecientes en sus intensidades energéticas, así como un mayor peso relativo en la composición del PIB, lo que explica que a pesar de la buena evolución del sector industrial, la intensidad energética de la economía en su conjunto haya continuado aumentando.

Desde 2001 a 2008

Durante este periodo, los datos muestran una mejora de la eficiencia energética, en particular a partir de 2005, tal y como se puede observar en el Gráfico 5.

La comparación con los países de la OCDE en Europa muestra una convergencia hacia niveles similares. Ahora bien, mientras que se produce un fuerte descenso de la IE en Europa, en el caso español se produce un incremento hasta el año 2004. Las variaciones se deben en parte a las diferentes condiciones climatológicas, pero también la evolución de los consumos energéticos por sectores productivos ha sido muy distinta, por ello es relevante analizar la evolución de la IE en estos años para encontrar claves diferenciadoras.

Observando el Cuadro 1 se puede apreciar que el consumo de EP desde la década de los setenta ha crecido casi el doble que la media de países del entorno europeo. Esto puede ser debido al punto de partida de

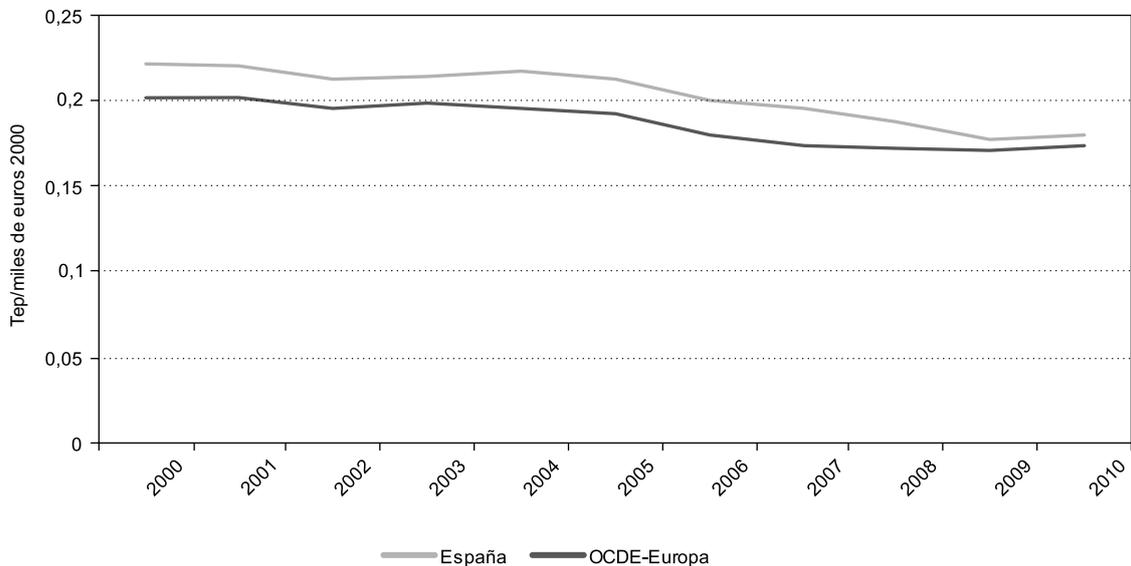
desarrollo económico del país. Además, es posible observar un aumento de la intensidad energética en España, frente a los descensos generalizados a nivel mundial y europeo. Esta tendencia comienza a invertirse gracias, en parte, a los esfuerzos realizados en los últimos años y a unas condiciones meteorológicas más suaves.

Es importante apuntar que la intensidad energética no es un parámetro útil para comparar economías con estructuras diferentes (más o menos industria, más o menos agricultura, etc.) porque, por ejemplo, una economía más industrializada, con mayor consumo energético, tendrá una mayor intensidad energética y, probablemente, mayores dificultades para reducir su intensidad energética, lo que no es motivo para pensar que sea menos eficiente en términos energéticos.

Como se mostraba en el Gráfico 2, la intensidad energética en España ha experimentado una evolución peculiar y poco deseable en los últimos años, aumentando de manera continuada, mientras que el resto de los países del entorno ha mantenido una tendencia decreciente. En 2005 se observa un cambio de tendencia.

Sin embargo, los países analizados siguen reduciendo su IE, por lo que en España el indicador no acorta las distancias de una forma significativa a pesar de los avances. Así, en el año 2008 la IE española era un 19 por 100 superior a la de la UE15, lo que hizo necesarias 28 toneladas equivalentes de petróleo (tep) más

GRÁFICO 5
INTENSIDAD ENERGÉTICA EN ESPAÑA Y EN PAÍSES DE LA OCDE



FUENTE: Elaboración propia a partir de los balances energéticos de la International Energy Agency (IEA).

para producir 1.000.000 de euros que en la UE15. Si la economía española tuviese unas ratio de IE similar a las europeas, los ahorros en la compra de energía ascenderían a cerca del 2 por 100 del PIB de 2008, además de evitarse las emisiones.

Desde 2008 a 2015

Como se ha señalado en la introducción, a falta de datos fiables de intensidad energética para este período, se examina la eficiencia energética en base al índice Repsol de eficiencia energética interna (IE^2-R), obtenido del análisis realizado por la Fundación Repsol (Fundación Repsol, 2014). En este caso, cuanto mayor sea el índice, mejor es la eficiencia energética.

En 2012, el índice Repsol de eficiencia energética interna en España aumentó dos puntos con respecto al año anterior. Dicho crecimiento se encuentra en lí-

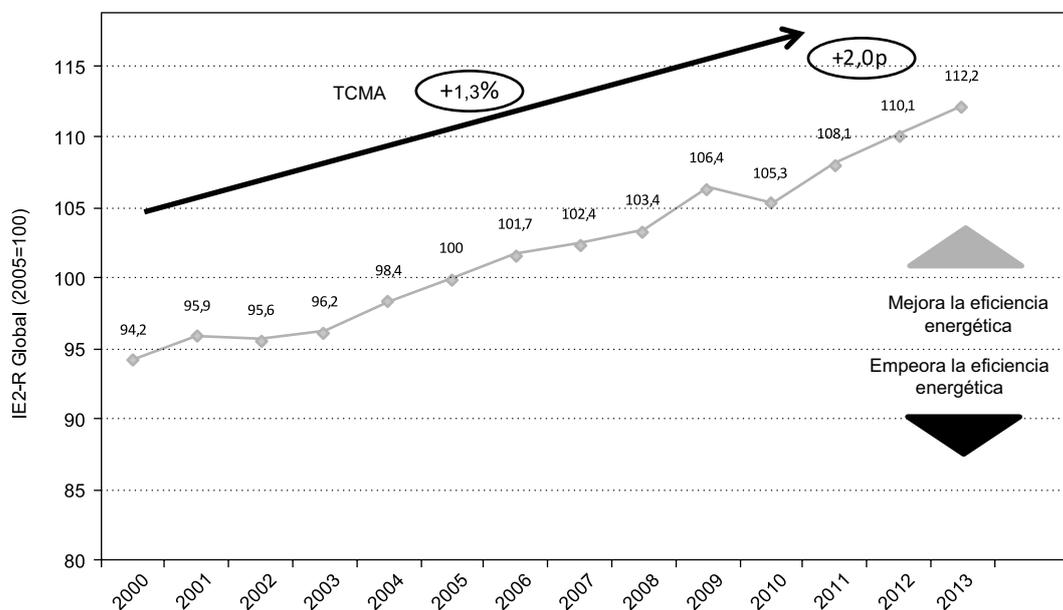
nea con la tendencia observada en los últimos años, correspondiente a una tasa de crecimiento anual del 1,3 por 100 desde el año 2000 (Gráfico 6).

La mejora en eficiencia energética observada en 2012 se debió fundamentalmente al aumento de la eficiencia del sector industrial, derivado de una caída significativa del consumo específico de energía final. Sin embargo, tal impacto se vio amortiguado por una disminución notable de la eficiencia de transformación a nivel global (-2,9 puntos).

3. Desagregación de la intensidad energética

Para analizar mejor la evolución de la IE en España y compararla con la de la UE y la de otros países, es necesario desagregar en lo posible el indicador. En el informe de Mendiluce (2010) se desagrega la intensidad energética española en tres componentes. El primer

GRÁFICO 6
EVOLUCIÓN DEL IE²-R EN ESPAÑA



NOTAS: TCMA: Tasa media de crecimiento anual.
FUENTE: Fundación Repsol, 2014.

componente es el Estructural (EStr), que recoge el peso en la economía de las distintas ramas productivas; el segundo es la Eficiencia (EInt) que mide la intensidad energética intrasectorial; y finalmente el Residencial (EResid) que mide el consumo residencial.

La evolución de cada uno de estos componentes para España, se muestra en el Gráfico 7.

Como se puede observar, la IE disminuyó en 13,9 tep/M€ entre 1995 y 2008 con dos períodos diferenciados. El descenso de 22,5 tep/M€ entre 2004 y 2008 compensó con creces el aumento entre 1995 y 2004 de 9,6 tep/M€.

A grandes rasgos el descenso de la IE se debe a la reducción de 14,9 tep/M€ por el efecto estructural (el menor peso en la economía de algunas ramas productivas), el mantenimiento en niveles similares de las intensidades energéticas sectoriales (efecto intersectorial) y el ligero aumento

de 1,3 tep/M€ por el efecto residencial (hogares y transporte privado).

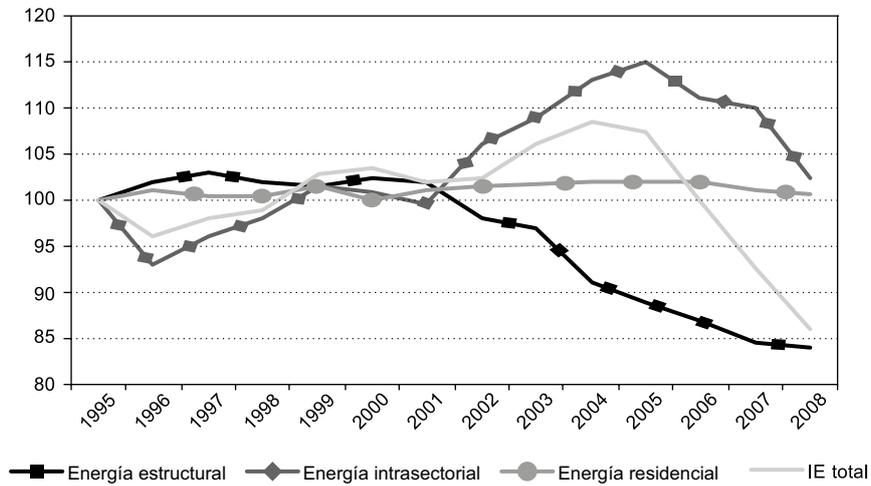
4. Intensidad energética por sectores

Como se señalaba en el apartado 3, para realizar una mejor interpretación de la eficiencia energética del país conviene desagregar la IE en sus diferentes conceptos. Uno de ellos tiene en consideración la estructura de la economía. En este sentido, se puede analizar la eficiencia energética en los diferentes sectores, tal y como hace la Fundación Repsol en el estudio anteriormente mencionado.

Como se ve en el Gráfico 8, en 2012 el índice IE²-R de transporte se redujo 0,4 puntos, contrarrestando así el importante aumento que se había producido en 2011 de 3,9 puntos.

GRÁFICO 7

DESAGREGACIÓN DE LA INTENSIDAD ENERGÉTICA EN ESPAÑA (TEP/M€)

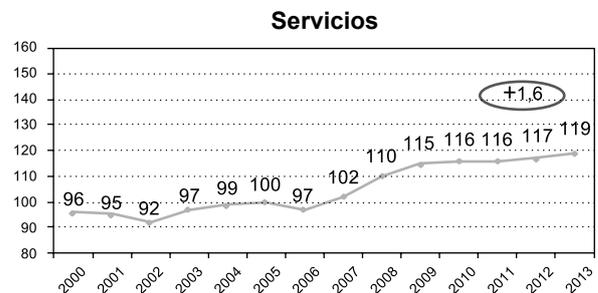
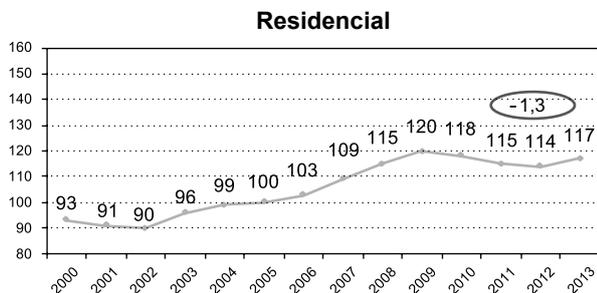
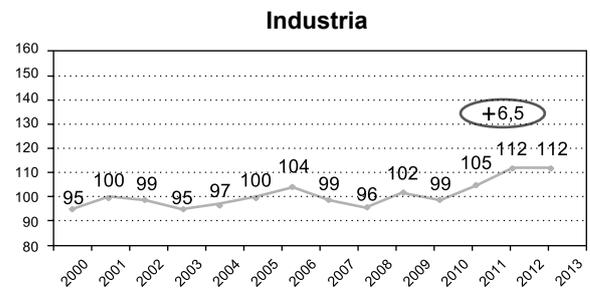
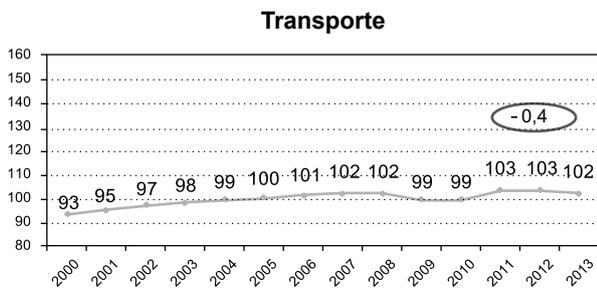


NOTA: TEP/M€: Toneladas equivalentes de petróleo por millón de euros (tep/M€).

FUENTE: MENDILUCE, 2010.

GRÁFICO 8

EVOLUCIÓN DEL IE²-R EN ESPAÑA, 2005 = índice 100



FUENTE: Fundación Repsol, 2014.

Los factores que determinaron esta evolución fueron, por un lado el empeoramiento significativo de la eficiencia de transformación del sector (-1,2 por 100) debido a la creciente penetración del biodiésel (81 por 100 de eficiencia de transformación) y de la electricidad (41 por 100 de eficiencia de transformación), en detrimento de la aportación de productos petrolíferos (92 por 100 de eficiencia de transformación); y, por otro lado, una disminución del consumo unitario del transporte de pasajeros (-1,7 por 100).

No obstante, el *mix* modal experimentó una evolución positiva, con una transferencia tanto de pasajeros como de carga hacia medios de transporte más eficientes (tren, autobús, buque).

El índice de eficiencia energética interna del sector industrial experimentó en 2012 un aumento de 6,5 puntos, dando así continuidad a la tendencia creciente observada desde 2010. Dicho aumento del índice de eficiencia se debió a la evolución de la intensidad energética de los sectores con mayor peso en el *mix*.

El sector residencial fue en 2012, junto al sector transporte, uno de los sectores que experimentó un empeoramiento en la eficiencia energética, con una caída de 1,3 puntos. La caída de la eficiencia se debió fundamentalmente a la reducción de la eficiencia de transformación (-4 por 100) del sector. En contraste, el consumo unitario (consumo por hogar) sufrió una reducción del 2,8 por 100, debido tanto al decrecimiento del consumo total del sector (del -4,4 por 100) como al aumento del número de hogares (1,4 por 100).

Por último, la eficiencia energética en el sector servicios aumentó 1,6 puntos en 2012. De manera análoga al sector residencial, las palancas que definieron la evolución de la eficiencia energética fueron la reducción de la intensidad energética (-0,9 por 100) y el mantenimiento de la eficiencia de transformación. El primer factor se vio condicionado por la reducción del consumo de energía final del sector terciario (-1,4 por 100)

y por una ligera caída del valor añadido del sector (-0,1 por 100).

Referencias bibliográficas

[1] AGENCIA INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA (2005). *Energy Balances of OECD Countries 2005*, OECD Publishing, París. Disponible en el identificador de objeto digital (DOI): http://dx.doi.org/10.1787/energy_bal_oecd-2005-en-fr

[2] AGENCIA INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA (2006), *Energy Balances of OECD Countries 2006*, OECD Publishing, IEA, París. Disponible en DOI: http://dx.doi.org/10.1787/energy_bal_oecd-2006-en-fr

[3] AGENCIA INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA (2007), *Energy Balances of OECD Countries 2007*, OECD Publishing, París. Disponible en DOI: http://dx.doi.org/10.1787/energy_bal_oecd-2007-en-fr

[4] AGENCIA INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA (AIE) (2009), *Energy Balances of OECD Countries 2009*, OECD Publishing, París. Disponible en DOI: http://dx.doi.org/10.1787/energy_bal_oecd-2009-en-fr

[5] AGENCIA INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA (2011), *Energy Balances of OECD Countries 2011*, OECD Publishing, París. Disponible en DOI: http://dx.doi.org/10.1787/energy_bal_oecd-2011-en

[6] BANCO MUNDIAL (2015). *World Development Indicators, International Financial Statistics of the IMF. IHS Global Insight, and Oxford Economic Forecasting, as well as estimated and projected values developed by the Economic Research Service all converted to a 2010 base year.*

[7] BRITISH PETROLEUM (2012). *Primary Energy: Consumption Mtoe (from 1965)*. Statistical review of world energy full report 2012. Diponible en: <http://www.bp.com/statisticalreview>

[8] FORO NUCLEAR (2015). *Energía 2015*. Disponible en: <http://www.foronuclear.org/es/energia/2015>

[9] FUNDACIÓN REPSOL (2014). *Eficiencia energética e intensidad de emisiones de gases de efecto invernadero en España y la UE15*. Disponible en: www.fundacionrepsol.com

[10] INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA (2011). *Plan de acción nacional de energías renovables en España (PANER) 2011-2020*. Disponible en: http://www.idae.es/Memoria09navegable/web%20seguridad/secciones/tablas/capitulo02_3.html

[11] MATESANZ PARELLADA, Á. (2008). *Eficiencia energética*. Madrid.

[12] MENDILUCE, M. (2010). *Análisis de la evolución de la intensidad energética en España*. Economics for Energy.

[13] MENDILUCE, M. (2012). *Los determinantes del consumo energético en España: ¿Se ha mejorado la eficiencia energética?* World Business Council for Sustainable Development.

[14] RAMOS-MARTIN, J. (2003). «Intensidad energética de la economía española: una perspectiva integrada». *Revista de Economía Industrial*. nº 351, vol. 3, pp. 59-72.

[15] SÁNCHEZ RABAT, S. (2015). Blog cambio climático, energía. Recuperado de: <http://cambioclimaticoenergia.blogspot.com.es/>

[16] UNRUH, G. C. y MOOMAW, W. R. (1998). «Analysis. An Alternative Analysis of Apparent EKC-type Transitions». *Ecological Economics*, vol. 25, pp. 221–229.

Últimos números publicados

