

# Observatorio de Energía y Sostenibilidad en España

Informe basado en indicadores

Edición 2013



---

# Observatorio de Energía y Sostenibilidad

Edición 2013

Equipo de redacción

Adela Conchado, Rafael Cossent, Alessandro Danesin, Pedro Linares,  
Alejandra Machín, Ignacio Pérez-Arriaga, Renato Rodrigues

---

## Agradecimientos

Los autores del informe agradecen la colaboración del Ministerio de Industria, Energía y Turismo y del Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía por facilitar datos relativos a producción y consumo de energía primaria, consumos finales y cogeneración. Por supuesto, la responsabilidad de los posibles errores y omisiones corresponde únicamente a los autores del informe.

## Índice

Resumen Ejecutivo - Indicadores energéticos en 2012.....	7
El Observatorio de Energía y Sostenibilidad en España .....	8
Contexto Internacional .....	9
Contexto Nacional .....	12
Fuentes, transformaciones y usos finales de la energía en España, 2012 .....	17
Origen de las emisiones de CO <sub>2</sub> en el sector energético español, 2012 .....	19
Flujos económicos en el sector energético español, 2012.....	21
Incorporación de las externalidades al sector energético español, 2012 .....	23
Tablas de datos.....	25
Notas.....	26
Informe especial sobre el refino de petróleo .....	29



## Resumen Ejecutivo - Indicadores energéticos en 2012

Este informe 2013 recoge en sus tablas y figuras los datos de 2012, que son los últimos oficialmente disponibles en España, para indicadores energéticos y emisiones de gases de efecto invernadero. Para los datos de flujos económicos del sector energético se utilizan también los datos de 2012. Para algunos indicadores internacionales la serie solamente alcanza hasta 2011. El sector energético español consumió en 2012 un total de 6,33 EJ de energía primaria, emitió 258 Mt de CO<sub>2</sub> (un 92,9% del total de CO<sub>2</sub> español), y generó un valor añadido de 32.300 M€, correspondiente a un 3,1% del PIB.

El año 2012 fue un nuevo año de caída del consumo final, que se vio reducido en un 5,4% respecto a 2011, continuando la tendencia observada en 2011 tras la leve recuperación de 2010. Sin embargo, la intensidad energética primaria aumentó, observándose un aumento del 1,2% en el consumo de energía primaria (o de un 3,6% sin descontar exportaciones). Esto se explica en parte por el aumento del carbón en el mix, y en parte por el significativo aumento de las exportaciones de energía: aumentaron un 83,9% las exportaciones netas de electricidad y un 36,9% las exportaciones de derivados de petróleo (en términos relativos respecto a 2011; en términos absolutos, estas exportaciones representan un 0,6% y un 7,9% del consumo de energía primaria respectivamente). El aumento de petróleo y carbón en el sistema se vio reflejado en un aumento significativo de las pérdidas de energía en redes de distribución de combustibles y generación eléctrica respectivamente, resultando en un aumento total de las pérdidas de energía del 12% respecto a 2011. La generación eléctrica con carbón, cuyo aumento el año pasado señalábamos como principal causante de la pérdida de eficiencia observada en el sector energético, siguió aumentando significativamente en 2012 (un 23% respecto a 2011).

Las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a energía primaria aumentaron el 6,6% en 2012, debido tanto al mayor procesamiento de combustibles como al incremento de la participación del carbón en el mix eléctrico respecto a 2011. Resulta llamativo a este respecto contrastar este aumento de emisiones con la bajada de consumo de energía (de hecho, las emisiones asociadas a usos finales se han reducido un 2,4%). Los mismos motivos que apuntábamos antes como responsables de la pérdida de eficiencia del sector parecen estar detrás de este empeoramiento en la descarbonización del sector energético español.

El nivel de dependencia energética de España respecto al exterior sigue siendo muy alto, superior al 86%, muy por encima de la media europea, empeorando ligeramente en 2012 respecto a 2011. Aunque el alto nivel de diversificación de suministradores de gas natural y petróleo mitiga mucho los riesgos de esta dependencia, el sector energético, y por consiguiente también la economía española, siguen expuestos a un importante riesgo de precio de estos combustibles. De hecho, este año ha vuelto a aumentar nuestra factura energética. En la sección donde se explican los flujos económicos del sector energético se dan más detalles a este respecto.

Los precios finales de la energía (medidos a partir del índice compuesto de precios de la Agencia Internacional de la Energía) han subido en general, y más acusadamente en España que en el resto de países de la OCDE y de Europa, llegando a superar en 2012 el promedio europeo. Los precios de la electricidad, en cambio, crecieron menos que la media en UE-27 (rompiendo la tendencia de los dos años anteriores), de manera que aunque

siguen superando en términos absolutos la media europea para el sector residencial, no ocurre lo mismo para el industrial. Los precios de gas experimentaron una subida significativa, especialmente para los consumidores domésticos, que han visto en 2012 un precio superior al de la media europea. El precio de los derivados de petróleo, a pesar de la subida experimentada en línea con el mercado internacional de crudo, sigue estando por debajo de la media de UE-27, fundamentalmente por la menor fiscalidad española. Un año más, queremos insistir en el interés de que los precios energéticos reflejen lo mejor posible los costes subyacentes, de forma que sean instrumentos para lograr un modelo más sostenible, incentivando la gestión de la demanda, el ahorro y la eficiencia energética.

En lo que respecta a la participación de las distintas tecnologías, debe destacarse en 2012 el significativo aumento de la generación eléctrica con carbón en sustitución del gas, la caída de la generación hidráulica (debido a la menor hidraulicidad) o el incremento de otras renovables como la eólica, la biomasa o la solar termoeléctrica. Los biocarburantes también crecieron respecto a 2011 (un 23,5% en consumo final), siguiendo la senda prevista de incorporación (en concreto en el caso del biodiesel). La mayor contribución de las renovables a la matriz de energía primaria sigue correspondiendo a biomasa, eólica e hidráulica (aunque la hidráulica supuso en 2012 sólo un 1,2% del total de energía primaria, muy cerca del 0,9% que supuso la solar). En total, las renovables supusieron en 2012 el 10,1% de la energía primaria (ligeramente por debajo de lo que supusieron en 2011), y mantuvieron prácticamente constante su contribución en la energía eléctrica en torno al 31% (la menor producción de la hidráulica se vio compensada por el aumento del resto de las renovables).

En lo que respecta a los combustibles fósiles, el gas pierde peso en la matriz de energía primaria (del orden de dos puntos porcentuales), a favor del petróleo y sus derivados (ganan dos puntos porcentuales) y el carbón (que en 2012 llega a suponer casi el 10% de la energía primaria).

En cuanto al análisis sectorial, lo más llamativo es que el transporte de mercancías ha seguido descendiendo por quinto año consecutivo (en un 7,7% respecto a 2011). El transporte de pasajeros también ha continuado descendiendo, aunque en menor medida (en un 5,1% respecto a 2011). En términos absolutos, en cualquier caso, el transporte sigue siendo el sector que más energía consume (un 23%) y el que más emisiones de CO<sub>2</sub> causa (24%). Por tanto, el sector del transporte sigue siendo prioritario en cuanto al diseño de políticas sostenibles.

Finalmente, y al igual que en el informe del año pasado, es interesante llamar la atención sobre el efecto de incorporar los costes externos en la generación de valor añadido. El valor añadido del sector energético español se reduce a menos de la mitad cuando se descuentan los costes externos debidos a la contaminación por CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y partículas. El subsector que más costes externos genera es el del transporte, mientras que el sector eléctrico es el que mejor conserva su valor añadido, debido fundamentalmente a la participación de las energías renovables.

En vista de estos indicadores, puede decirse que el año 2012 ha continuado la tendencia observada en 2011 de empeoramiento desde la perspectiva de la sostenibilidad energética.

## El Observatorio de Energía y Sostenibilidad en España

### Presentación

Es una satisfacción para la Cátedra BP de Energía y Sostenibilidad presentar la séptima edición de su Observatorio de Energía y Sostenibilidad en España, una de las actividades principales de la Cátedra. La Cátedra BP es una iniciativa conjunta de la Universidad Pontificia Comillas y BP España, en la que ambas instituciones reflejan su prioridad al considerar la consecución de un modelo energético sostenible como uno de los mayores retos a los que se enfrenta la humanidad. La misión de la Cátedra es promover el debate público mediante estudios y acciones formativas y de divulgación en este ámbito.

La disponibilidad de energía constituye uno de los motores principales del desarrollo, por lo que resulta imprescindible garantizar su acceso a toda la población en condiciones económicamente apropiadas y de forma eficiente, especialmente a aquellos que no disponen de acceso a formas avanzadas de energía. Por otro lado, el uso predominante de recursos fósiles en la producción de energía representa una de las principales amenazas para la sostenibilidad del planeta por sus efectos sobre el cambio climático. Esta falta de sostenibilidad del modelo energético actual ha sido insistentemente señalada por las principales instituciones relevantes, tanto de ámbito mundial como europeo. Es imprescindible pues avanzar hacia un modelo energético más sostenible.

La Cátedra BP considera que un modelo energético sostenible es aquel que contribuye al bienestar de la humanidad, mientras preserva los recursos ambientales o institucionales, y contribuye a su distribución de forma justa. Esto se traduce en la práctica en un modelo energético compatible con la protección del medio ambiente, con precios de la energía asequibles que reflejen adecuadamente los costes incurridos, y que facilite el acceso universal a formas modernas de energía e impulse la innovación.

### Objetivos

El primer paso para avanzar hacia este modelo sostenible es ser conscientes de la situación actual, tanto a escala global como en España. En este marco, la Cátedra BP considera esencial contribuir al debate público mediante el seguimiento y análisis de los

principales indicadores de energía y su sostenibilidad en España, tanto para seguir su evolución como para formular recomendaciones de mejora de la sostenibilidad del modelo energético español. Para ello se elabora este Observatorio de Energía y Sostenibilidad en España, publicado por primera vez en el año 2004 y de manera anual desde 2009.

### Metodología

En el Observatorio se distinguen tres tipos de indicadores: en primer lugar, las variables exógenas de ámbito mundial; estas son las variables que condicionan el consumo de energía y su impacto en la sostenibilidad a nivel global, tales como el crecimiento de la población o el desarrollo de la economía, los precios de los recursos energéticos, las reservas de combustibles agotables, o la población sin acceso a la energía. En segundo lugar se presentan las variables exógenas de ámbito español: la población, la actividad económica, la construcción de infraestructuras, y el clima. Ambos tipos de variables exógenas (drivers) condicionan finalmente las principales variables endógenas: el consumo de energía agregado y por sectores, las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a ese consumo y los flujos económicos que se generan en el sector energético como resultado de las actividades que en él se desarrollan. Estos cuatro grupos de variables se presentan respectivamente en cuatro diagramas de Sankey, que proporcionan de una manera gráfica una información muy valiosa sobre los flujos de energía, las emisiones de CO<sub>2</sub> y los flujos económicos, tanto monetarios como considerando los costes externos, asociados al sector energético. En general se ha escogido un formato muy simple en la presentación de cifras energéticas. Los datos pueden ser consultados de forma detallada en las tablas disponibles en la web de la cátedra (<http://catedrabp.upcomillas.es>).

Finalmente, hay que señalar que este informe 2013 recoge en sus tablas y figuras los datos de 2012, que son los últimos oficialmente disponibles en España para indicadores energéticos y emisiones de gases de efecto invernadero. Para los datos de flujos económicos del sector energético se utilizan también los datos de 2012. Para algunos indicadores internacionales la serie solamente alcanza hasta 2011.



## Energía y Sostenibilidad 2013

### Contexto Internacional<sup>1</sup>

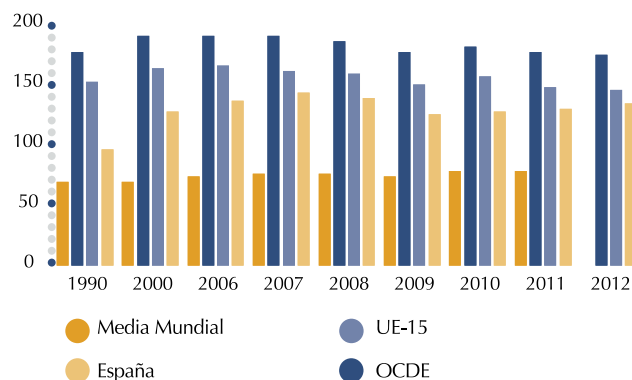
#### Consumos energéticos

Entre el año 2010 y 2011, según los datos de la Agencia Internacional de la Energía y del Banco Mundial, el consumo de energía primaria per cápita global se mantuvo relativamente estable, con un aumento de apenas el 0,44%. En gran parte de los países desarrollados, el cambio ha sido de signo negativo. En la OCDE el consumo disminuyó un 2,53% mientras que en la UE-15 (el grupo de países más cercanos geográficamente y económicamente a España y con los que por tanto tiene sentido compararse) bajó un 5,34%. Entre 2011 y 2012 no hubo una inversión de tendencia. El consumo per cápita de energía primaria en la OCDE disminuyó un 1,84%, en la UE-15 un 0,67%.

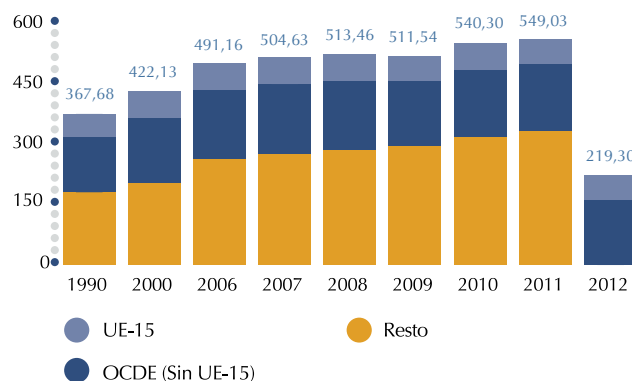
En cuanto a la intensidad energética, ésta continúa con tendencia a la baja, observándose una reducción entre 2010 y 2011 en el caso de la media mundial (2,09%) y en los países desarrollados (3,67%). En el mismo periodo, en el área UE-15 este índice descendió (6,32%). Entre 2011 y 2012 el indicador bajó en el conjunto de los países de la OCDE (2,57%) mientras que experimentó un ligero ascenso en UE-15 (0,11%).

El consumo total de energía primaria descendió ligeramente entre 2011 y 2012 en los países desarrollados, en un 1,26% y 0,35%, en la OCDE y la UE-15, respectivamente. En este sentido, la fracción de la energía primaria mundial que se consume en la OCDE y en la UE-15 se ha mantenido constante alrededor del 40% y 11% respectivamente a lo largo de estos últimos años, habiéndose reducido este porcentaje respecto al 2000, cuando el conjunto de los países de la OCDE representaba más de la mitad del consumo de energía primaria.

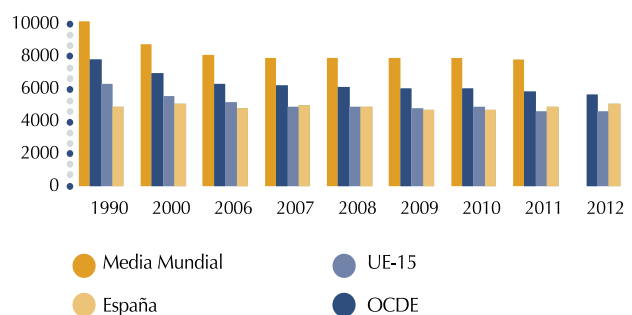
#### Consumo de Energía Primaria per Cápita GJ/hab



#### Consumo Total de Energía Primaria EJ



#### Intensidad energética primaria GJ/Millón \$ Constantes 2005 PPA



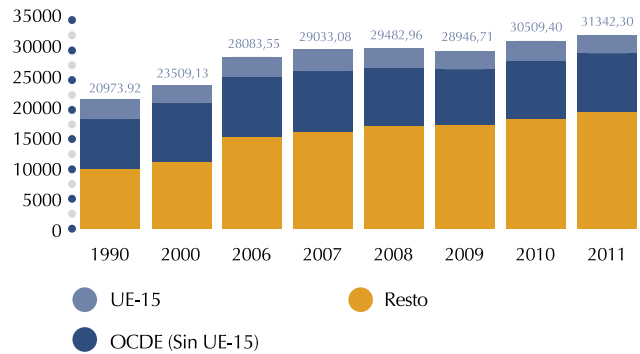
## Emisiones

Las emisiones globales de CO<sub>2</sub> aumentaron en el año 2011 un 2,73% respecto a 2010 hasta 31 mil millones de toneladas. En los países de la OCDE decrecieron un 1,35%, mientras que en la UE-15 el descenso fue más elevado (4,22%). Respecto al 2000, las emisiones de CO<sub>2</sub> por uso de energía han subido globalmente un 33%. En los países desarrollados se ha producido una disminución (2,32% en total OCDE y 9,29% en la UE-15), en parte por las políticas para limitar estas emisiones y en parte por la caída de actividad económica causada por la crisis.

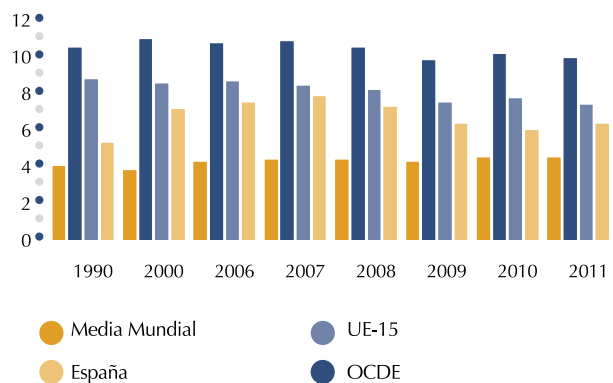
Las emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita del conjunto de los países desarrollados (9,88 toneladas de CO<sub>2</sub> por habitante) y el nivel medio global (4,50 toneladas de CO<sub>2</sub>) siguen su proceso de convergencia. Las emisiones en el área UE-15 siguen en un punto intermedio (7,35 toneladas de CO<sub>2</sub>) habiendo descendido un 4,57% en 2011 respecto al año anterior. Globalmente, en 2011 la reducción de la intensidad de las emisiones (emisiones/PIB) ha sido de un punto porcentual. En la OCDE y en UE-15, la reducción entre 2010 y 2011 ha sido mayor respecto al dato global, 3,16% y 5,55% respectivamente.

En cuanto al caso español, el aumento total de emisiones de CO<sub>2</sub> en 2011 fue del 5% respecto a 2010, y menor entre 2012 y 2011 (3,7%) llegando a unos niveles alrededor de los 300 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>. Las emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita aumentaron en 2011 un 4,50% y un 3,4% en 2012. El aumento en la intensidad de las emisiones (por unidad de PIB) fue mayor en 2012, registrando un 5,2% respecto al aumento del 4,5% entre 2010 y 2011. Es importante recordar que el consumo de energía primaria aumentó en 2011 y 2012 en menor medida que las emisiones, por lo que se puede decir que el índice de carbono del sector energético (emisiones por unidad de energía) ha aumentado.

Emisiones de GEI Mt CO<sub>2</sub> per Cápita

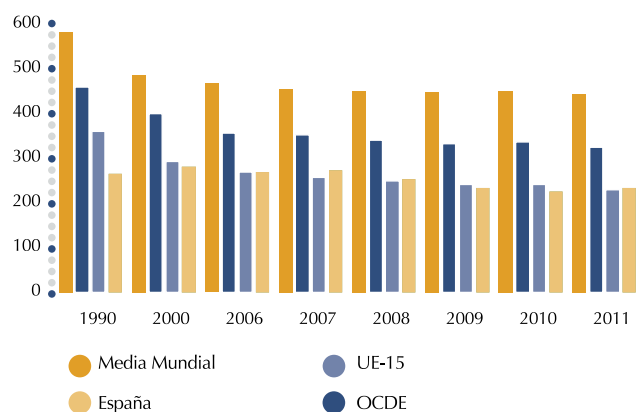


Emisiones de CO<sub>2</sub> per Cápita t CO<sub>2</sub>/Hab



Emisiones de CO<sub>2</sub> por PIB - Intensidad de Emisiones

t CO<sub>2</sub>/millón \$ constantes PPA



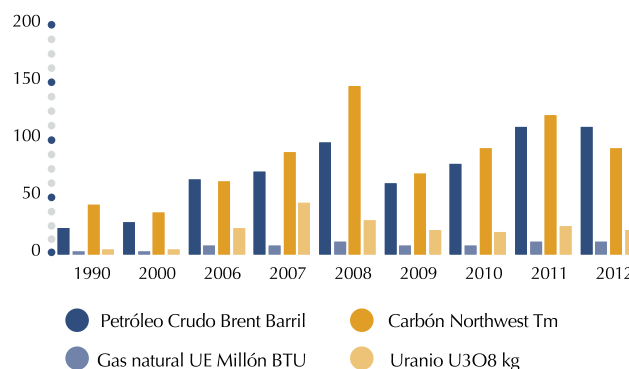
### Precios de las materias primas energéticas y del CO<sub>2</sub>

Después de la bajada experimentada en 2009, y el aumento importante en 2010 y 2011, la mayoría de los precios de los recursos energéticos crecieron levemente a lo largo del 2012, salvo el carbón. El precio del barril de crudo Brent subió un 0,37%. En 2012 el precio medio de la tonelada de carbón, 92,5 US\$, disminuyó un 23,89% respecto al año anterior. En el mercado europeo, el gas natural volvió a subir: en el mercado alemán, utilizado en este informe como referencia para la Unión Europea, el gas natural costó (en 2012) 11 US\$ por millón de BTU, un 3,96% más respecto al precio en el 2011, aunque menor respecto al resultado del 2008 (11,6 US\$ por millón de BTU). Es de destacar la diferencia con el precio medio del gas natural en EE.UU., donde el precio medio del Henry Hub durante 2012 fue significativamente menor (2,76 US\$/Millón BTU).

Según las estadísticas de la Agencia Internacional de la Energía (IEA) el índice de precios finales siguió, en promedio, la tendencia de los precios de energía primaria. El promedio de este índice para la OCDE tuvo un crecimiento algo inferior al europeo (1,53% y 3,73%, respectivamente), mientras que en España (siempre según la IEA), este crecimiento ha sido mayor (6,44%), llevando a este índice (134 en 2012) a seguir por encima del promedio de los países desarrollados (117) y superar el promedio europeo (126,2).

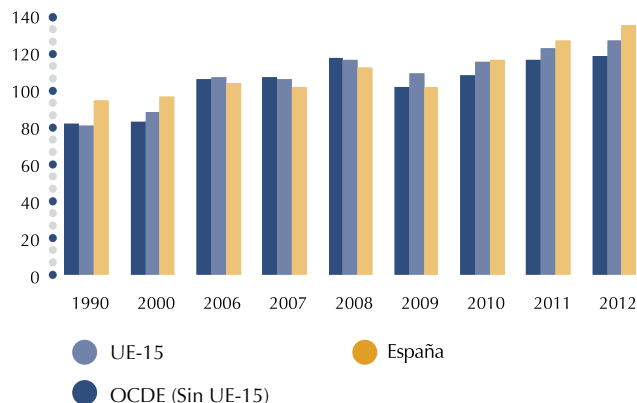
El precio promedio del CO<sub>2</sub> en el marco de referencia del European Trading Scheme (ETS), después de la caída en 2007 (1,3€/t) y la subida en 2008 (20,2€/t), siguió estable a lo largo de 2011 en torno a los valores de 2009 (13€/t) y 2010 (13,9€/t), con una media de 13,3€/t. Sin embargo, el precio tuvo una bajada en el último año pasando de un precio en 2011 de 13,31€/t a uno en 2012 de 7,28€/t.

### Precios de los recursos energéticos Dólares corrientes

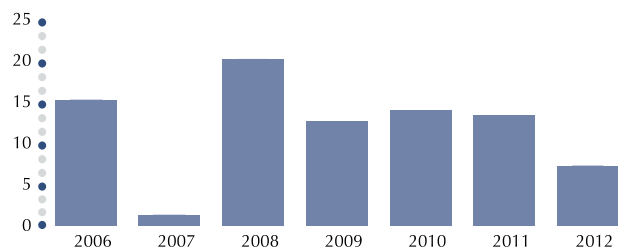


### Índice de precios "Total Energy" real de la IEA

Valor relativo, base 100



### Precio medio ponderado anual del CO<sub>2</sub> en Europa €/tCO<sub>2</sub>



## Contexto Nacional

### Política energética 2013 España

El año 2013 ha sido el año de la consolidación y finalización, al menos hasta el momento, del impulso reformista del nuevo gobierno en el sector eléctrico. La vicepresidenta del Gobierno anunciaba el 12 de julio “la reforma definitiva de los problemas del sector eléctrico en nuestro país”. Desgraciadamente, los cambios siguen sin garantizar la consecución de un modelo energético sostenible, y antes bien consagran el carácter ya denunciado en otros informes previos de inseguridad jurídica, falta de transparencia e improvisación de las políticas energéticas en España en los últimos tiempos. De nuevo, debemos comenzar este resumen insistiendo en la necesidad de un compromiso estable en materia de política energética, basado en la credibilidad regulatoria y en una visión de futuro compartida y sostenible del modelo energético español.

No podemos dejar de repetirlo una y otra vez. El radical cambio a un modelo energético sostenible sólo es posible con masivas inversiones de capital privado en tecnologías limpias, que solamente tendrán lugar si los inversores perciben unas señales económicas fuertes, que permitan esperar una rentabilidad atractiva, y con una clara perspectiva de estabilidad. Esto solamente se puede conseguir si existe un compromiso político muy mayoritario, y que refleje la opinión informada de la población, sobre el modelo energético a seguir. Y si existe la voluntad política, las instituciones adecuadas y una tradición de respeto al estado de derecho, que animen a esos inversores –que pueden poner su dinero en cualquier parte del mundo y en cualquier actividad– a invertirlo en energías limpias en España. Desgraciadamente, ninguna de esas condiciones se da actualmente en nuestro país.

El centro de la reforma de 2013 ha sido la Ley del Sector Eléctrico (aprobada en diciembre), precedida por un Real Decreto Ley (que dio soporte legal a la nueva regulación, estableciendo sus rasgos más característicos) y acompañada por propuestas de Reales Decretos (sobre transporte, distribución, renovables, hibernación, autoconsumo, comercialización, y extrapeninsulares) y dos órdenes ministeriales (sobre el uso del gas en centrales termosolares, y sobre la interrumpibilidad). El objetivo prioritario y casi único de todas estas disposiciones legales es liquidar el déficit de tarifa. Sin embargo la Ley no establece el mecanismo fundamental e imprescindible para terminar con el déficit de la tarifa eléctrica: que la tarifa se calcule transparentemente a partir de todos los costes y precios previstos del sistema y que no se fije por el Gobierno. Así, al no garantizar la eliminación del déficit, no es de extrañar que de nuevo 2013 haya terminado con un déficit superior al previsto.

Además de los mecanismos que tratan de controlar el déficit tarifario –sin éxito, por no ir al fondo del problema, como se acaba de comentar–, la nueva Ley del Sector Eléctrico contiene otros elementos destacados. Comentamos a continuación las disposiciones de la nueva Ley que entendemos afectan en mayor medida a la sostenibilidad del modelo energético. En la web de Diálogos de Energía y Sostenibilidad (<http://dialogosenergiasostenibilidad.wordpress.com/>), una de las actividades amparadas por la Cátedra BP, puede encontrarse un análisis más completo.

En primer lugar, nada se encuentra en la reforma que explícitamente cite objetivo alguno de sostenibilidad. Nada tampoco referente al futuro modelo energético. La reforma pone de manifiesto la falta de dirección en un proceso de transición energética, no disipando las dudas sobre el modelo energético de futuro, pues la reforma no menciona el tema, que sigue permanentemente ignorado por los sucesivos gobiernos. Menos mal que tenemos la Unión Europea, que fija objetivos mínimos que debemos cumplir, sin que exista en España un debate interno y un acuerdo amplio sobre cómo hay que hacerlo.

En relación al marco de las energías renovables y la cogeneración, 2013 comenzó con la publicación en febrero del Real Decreto Ley 2/2013 por el que se pasaba a todas las renovables a tarifa (algo que, entre otras cosas, les impedía recuperar el 7% de impuesto aplicado en 2012, al contrario que el resto de los generadores tradicionales) y cambiaba la actualización de la tarifa (a un IPC modificado). El Real Decreto de Renovables forma parte del paquete regulatorio antes citado, deroga el Real Decreto 661/2007, elimina el régimen especial y establece un marco retributivo nuevo, basado en el concepto de “rentabilidad razonable” por instalaciones tipo. En este nuevo marco la retribución se basa en los ingresos que las instalaciones obtengan del mercado más un complemento retributivo a la inversión (en €/MW). El marco debe garantizar una rentabilidad del proyecto antes de impuestos asimilable a las obligaciones del Estado a 10 años más 300 puntos básicos, equivalente a un 7,5%.

Aunque contiene algunos elementos interesantes, como la concurrencia competitiva, o el establecimiento del complemento a la inversión, este nuevo sistema por un lado reduce la retribución garantizada por anteriores normativas a las instalaciones existentes, y por otro, desincentiva claramente la nueva inversión. Ya en 2014, pero a tiempo para la publicación de este informe, se han hecho públicos los resultados del análisis de rentabilidad razonable de las instalaciones de energía renovable, que confirma lo afirmado en la frase anterior.

La nueva Ley da soporte legal a un nuevo sistema de retribución de las actividades reguladas, que fundamentalmente son las redes de transporte y de distribución de electricidad. Para ello introduce el concepto de “empresa eficiente y bien gestionada” con criterios homogéneos en todo el territorio español y costes estándares, y asocia la retribución del capital a las obligaciones del tesoro más un diferencial establecido. Asimismo fija que la financiación de déficits futuros (a partir de 2014) se realice por todas las actividades reguladas.

Otro componente destacado de la reforma de 2013 es la decisión de modificar el formato de las tarifas eléctricas, haciendo que la mayor parte de los costes totales que pagan los consumidores se haga a través de un cargo por potencia contratada (€/kW), dejando una parte menor al cargo proporcional a la energía consumida (€/kWh), al contrario del reparto en las tarifas eléctricas previas a este cambio regulatorio. Este tipo de modificación del formato de la tarifa está siendo aplicado o seriamente considerado en países donde solamente se mide en un único contador el balance neto del consumo y la generación que tienen lugar en un punto de conexión único, lo que afortunadamente

no es el caso en España. La medida tiene posiblemente sentido, para adecuar mejor la asignación de costes a los factores que los causan, aunque parece faltar un estudio serio que determine qué fracción de los costes es atribuible a la potencia y cual a la energía. En todo caso es una medida transitoria, pues el tradicional diseño de las tarifas de red es totalmente inadecuado para el nuevo tipo de usuario de la red, que cada vez más frecuentemente combinará demanda con capacidad de respuesta a señales de precio, generación local e incluso almacenamiento. La nueva generación de tarifas de red solo podrá estar basada en la información proporcionada por contadores horarios, que en España estarán disponibles universalmente en varios años.

Existe un acuerdo generalizado sobre el hecho de que la normativa aprobada no favorece el desarrollo del autoconsumo, incluyendo el uso de generación renovable como paneles fotovoltaicos en las viviendas y locales comerciales.

El Real Decreto de mecanismos de capacidad e hibernación y la OM de interrumpibilidad reducen drásticamente la cuantía de los incentivos a la inversión en nueva generación (que de momento no es necesaria), lo que envía, de nuevo, una señal de incertidumbre regulatoria a los futuros inversores. Estos incentivos y el coste del esquema de interrumpibilidad se financiarán por la demanda y por la generación, en función de su firmeza. Y se limita la potencial hibernación de los ciclos combinados, que se establecerá en base a subastas anuales.

Ya fuera del marco general de la reforma del sector eléctrico, pero también muy relevante para la sostenibilidad del sector energético español, merece la pena citar la consumación, ya adelantada en el informe del año pasado, de la desaparición de la Comisión Nacional de la Energía y su sustitución por la nueva Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, así como el traslado de ciertas competencias al Ministerio de Industria y Energía. Como ya se mencionaba entonces, la pérdida de independencia y de protagonismo del regulador puede tener consecuencias negativas sobre la sostenibilidad del modelo energético, que esperamos no se materialicen.

Otra notable desaparición es la del Observatorio de la Sostenibilidad en España (OSE), que tras ocho años de una singular trayectoria, dirigida brillantemente por Luis Jiménez Herrero, fue clausurado en mayo de 2013. La labor del OSE ha estado orientada a ofrecer una visión integrada y multidimensional de los procesos de sostenibilidad, habiendo llegado a convertirse en un centro de referencia indiscutible en este ámbito, con un notable reconocimiento social, científico y mediático, todo ello avalado por su independencia, objetividad y rigor en el tratamiento de la información generada para favorecer la toma de decisiones y el debate público. En el momento de su desaparición, la Red de Observatorios tenía 40 observatorios miembros, tanto de España, como de Portugal e Iberoamérica. Queda interrumpida la serie de magníficos documentos que el OSE, con la colaboración de esta Cátedra para los aspectos energéticos, publicaba cada año.

Para acabar el año 2013, el incidente de la subasta eléctrica de diciembre muestra que uno de los mecanismos de mercado fundamentales para establecer el precio de la electricidad que paga la mayoría de los consumidores está mal diseñado y ha sido sus-

ceptible de manipulación durante años. El Gobierno se precipita al declarar que la manipulación del mercado ha existido, aunque luego la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia no la consigue probar, y muestra su desconfianza en la estructura competitiva del mercado español y en la posibilidad de diseñar una subasta que funcione, interviniendo transitoriamente el precio y después proponiendo, con precipitación y sin un procedimiento apropiado de consulta, un sistema de fijación del precio del mercado que los expertos consideran imposible de implementar en los plazos previstos. De nuevo, incertidumbre regulatoria, falta de respeto a las instituciones y a los procedimientos y cuestionable competencia técnica de quien verdaderamente regula, algo que ya se va convirtiendo en la marca de la casa.

También merece la pena citar la aprobación en Abril del Plan de Vivienda 2013-16, que plantea medidas de fomento de la rehabilitación en edificación, y que incluye ayudas para la mejora de la eficiencia energética. También se hace obligatorio el certificado de eficiencia energética de edificios (11 años después de la aprobación de la Directiva europea correspondiente, algo que ha supuesto la condena por parte del Tribunal de Justicia de la Unión Europea). Queda pendiente la transposición de la Directiva de Eficiencia Energética, aunque el Gobierno ya ha adelantado las líneas maestras de dicha trasposición, y de hecho ya ha traspuesto algunos elementos, como por ejemplo los referidos a las auditorías energéticas en el refino de petróleo.

En el ámbito del transporte, los hechos más reseñables tienen que ver con los biocombustibles. El 1 de enero perdieron la exención al Impuesto de Hidrocarburos. Posteriormente, y siguiendo la mala costumbre adquirida, se reducía la obligación de incorporación de biocombustibles en el transporte mediante un Real Decreto Ley de medidas de apoyo al emprendedor y de estímulo del crecimiento y de la creación de empleo. Se suspendía también la normativa que regula los criterios de sostenibilidad y se asignaron las cantidades de producción de biodiesel (dejando fuera a las plantas argentinas e indonesias).

También el citado Real Decreto incluía otros cambios en la Ley de Hidrocarburos que pretendían incrementar la competencia efectiva en el sector. Sin embargo, al no aplicarse a estaciones de servicio en propiedad, la norma no resultaba efectiva, consolidando más bien la posición de los operadores principales y creando dificultades a los operadores con modelos de abanderamiento. Por otro lado, la situación de mercado (con más de 1.500 nuevas estaciones de servicio en un contexto de demanda decreciente, como se indica en el informe) no parece indicar la existencia de barreras para el establecimiento de nuevos agentes. Por todo ello cabe cuestionarse la idoneidad, efectividad, o incluso la compatibilidad de esta regulación con el derecho comunitario, al impedir prácticas habituales en los demás países de la UE.

Finalmente, y en lo que respecta a la regulación ambiental, el hecho más reseñable de 2013 fue la introducción de un impuesto a los gases fluorados de efecto invernadero, que, según los expertos, cuenta con un buen diseño y se espera que sea efectivo.

En conclusión, y desgraciadamente repitiendo lo dicho en los años pasados: salvo muy contadas excepciones, 2013 no ha supuesto mejoras en las políticas de sostenibilidad del modelo

energético español, sino más bien un mantenimiento de las malas prácticas tradicionales, con algunos hechos especialmente negativos, como se ha explicado. La verdadera reforma energética que permita alcanzar un modelo energético con precios competitivos, respeto por el medio ambiente y seguridad energética, sigue pendiente.

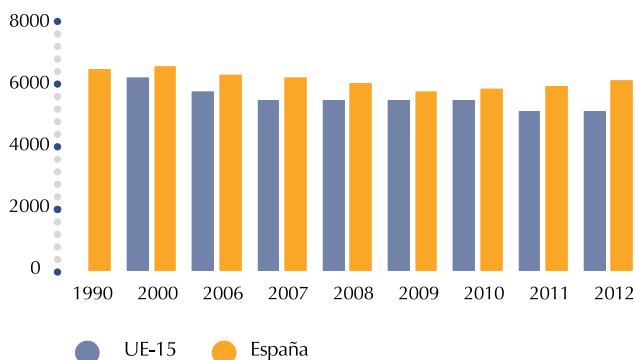
### Consumos energéticos

En España el consumo total de energía primaria (véase la gráfica en la sección de Contexto Nacional, Mix Energético) en 2012 subió en un 1,2% respecto al de 2011, pese al descenso del 5,4% en el consumo de energía final. Este consumo es un 10% superior al del año 2000, debido al crecimiento de la economía española en la década pasada, con un aumento medio anual del consumo total de energía primaria del 1% (a pesar del efecto de la crisis económica que comenzó en 2008). El consumo de energía primaria en España ha crecido desde 1990 hasta el 2007, para volver a subir solo después del 2009, aun quedándose lejos de los niveles pre crisis: en 2012, el consumo per cápita de energía representaba el 94% respecto a los valores registrados en 2007.

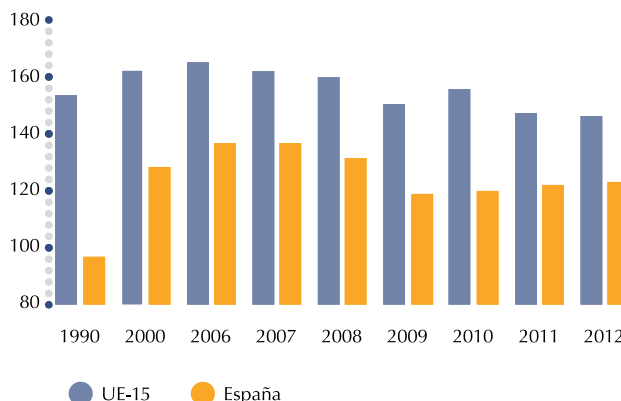
En lo que respecta a la energía per cápita, en los últimos 12 años este consumo ha seguido su convergencia gradual respecto a valores promedios de los países del mismo entorno económico (UE-15): si en 1990 el consumo energético español por habitante era un 63% respecto al promedio de la UE-15, en el año 2012 ya suponía un 84%. Esta convergencia no se reproduce en el caso de la intensidad energética (consumo energético por unidad de PIB, expresado éste en euros constantes de 2005). En 2012 la UE ha mantenido sin variaciones importantes el valor de este indicador, poco por encima de los 5200 GJ por millón de Euros, mientras que en España hubo un leve incremento del 2%, llegando a los 6200 GJ por millón de Euros. En el periodo entre los años 2000 y 2012, en la UE-15 la intensidad energética bajó en el 16% mientras que en España bajó un 7%.

### Energía Primaria por PIB - Intensidad Energética

GJ/Millón € constantes 2005



### Energía Primaria per Cápita GJ/hab



### Mix energético

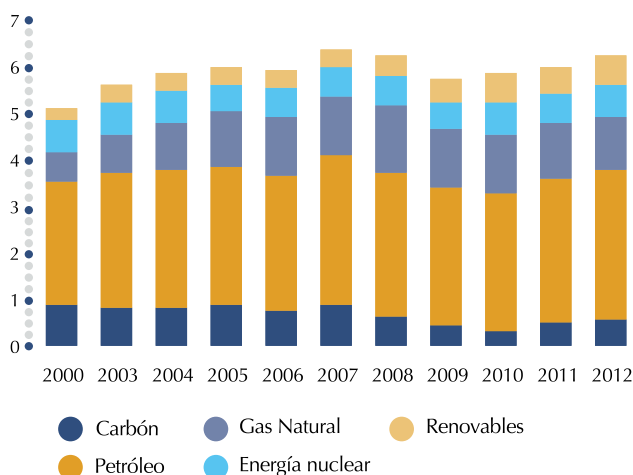
En 2012, el petróleo y sus derivados representaron el 51% del total de la energía primaria consumida, seguidos de lejos por el gas natural, que ha crecido desde el 12% en el año 2000 al 19% actual, absorbiendo la mayor parte del crecimiento del consumo energético español en este periodo, así como parte de la reducción de la participación del carbón, que desde el año 2000 ha bajado su cuota del 17% al 9,8% actual. Aun así, el incremento del consumo del carbón respecto al 2011 ha sido muy marcado (15%). La energía nuclear, sin grandes variaciones, representó el 11% del consumo de 2012.

Otra parte de la reducción histórica en la aportación del carbón al mix energético español ha sido debida al fuerte incremento del conjunto de energías renovables, cuya contribución ha crecido sostenidamente desde el 5,6% en el año 2000 al 10% de 2012, subiendo respecto al 2011 en un 5%. La contribución porcentual de cada fuente renovable al total de renovables en energía primaria sigue siendo parecida a la del año anterior. Por detrás de la biomasa (42%), la energía eólica (28%) sigue siendo la segunda fuente de energía renovable, seguida por la energía hidráulica (que aportó el 12%, con 6 puntos porcentuales menos que en 2011). Esta última ha sido también la única fuente renovable que vio bajar en términos absolutos sus aportaciones al sistema energético a lo largo del 2012, con una reducción de un tercio.

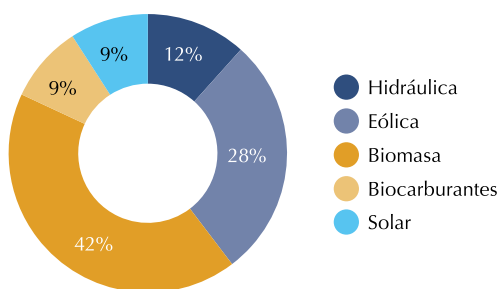
Los biocarburantes y la solar siguieron creciendo. En el año 2012 estas fuentes llegaron a aportar respectivamente, el 9,1% y el 8,9% del total de renovables en energía primaria, resultado muy superior al de 2007 (3,9% para los biocarburantes y 1,4% para la solar).



### Consumo de Energía Primaria en España E<sub>j</sub>



### Composición de Energías Renovables en Energía Primaria, 2012



### Sector Transporte

Por su peso en el consumo total de energía y en las emisiones totales de CO<sub>2</sub>, el transporte merece, como otros años, un tratamiento individualizado en el análisis de energía y sostenibilidad.

A partir de 2008, el sector del transporte español ha sido afectado, como todos los demás sectores, por la crisis económica. Los efectos son visibles, aunque en diferente medida, sobre todo en el transporte de mercancías (toneladas-km). La cantidad de mercancías transportadas ha seguido descendiendo: respecto a 2011, las toneladas totales de mercancías transportadas en 2012 (298 mil millones de toneladas-km) han bajado el 7,7%, una caída mayor que en los años anteriores. La diferencia respecto a los niveles pre-crisis se sitúa en más de 100 mil millones de toneladas-km, casi un tercio de las cantidades actuales.

La reducción de actividad ha tenido también lugar en el transporte de personas, aunque en mucha menor medida: en el 2012

el número total de pasajeros-km tuvo un descenso del 5,1% respecto a 2011, llegando a 412 mil millones.

Ambos tipos de transporte siguen utilizando la carretera como principal modo dentro de España, con valores relativos (el 91% de viajeros y el 81% de los bienes transportados por tierra en el 2012) generalmente constantes a lo largo del periodo considerado.

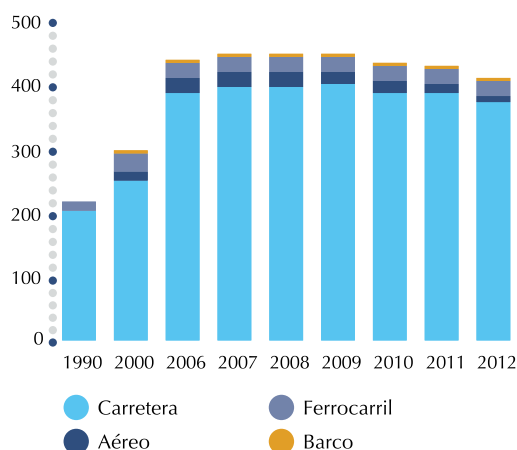
Considerando el transporte por tierra, el patrón sigue estando lejos del europeo promedio (UE-27) donde el ferrocarril se utiliza para mover el 11% de las mercancías, frente al 2% en España. Algo similar, aunque menos extremo, ocurre para el transporte de pasajeros, ya que el tren en la UE-27 cubre el 8% de la demanda total contra el 5% en España.

Por lo que se refiere al transporte de pasajeros, hay que señalar que mientras el transporte por carretera casi se duplicó entre 1990 y 2012 (aumento del 85%), el tren no experimentó el mismo crecimiento (aumento del 49%), lo que sugiere la necesidad de seguir fomentando este modo de transporte de menor impacto ambiental y energético. En el transporte de mercancías la situación es aun peor, ya que el tren ha pasado de 11,6 miles de millones de toneladas-km a tan solo 7,5 miles de millones (descenso del 36%), contrastando con el aumento del transporte por carretera desde 151 mil a 242 mil millones de toneladas-km (aumento del 81%) en el mismo periodo.

Es interesante citar por otra parte que en el refino se han realizado importantes inversiones para equilibrar el desbalance entre la demanda y la oferta de gasolinas y gasóleos a nivel nacional, aumentando para ello la producción de gasóleos frente a gasolinas. Asimismo, y también referido al refino, hay que destacar las inversiones en eficiencia energética que se han realizado para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, y todas aquellas que se han llevado a cabo en materia medio ambiental para el cumplimiento de las Autorizaciones Ambientales Integradas.

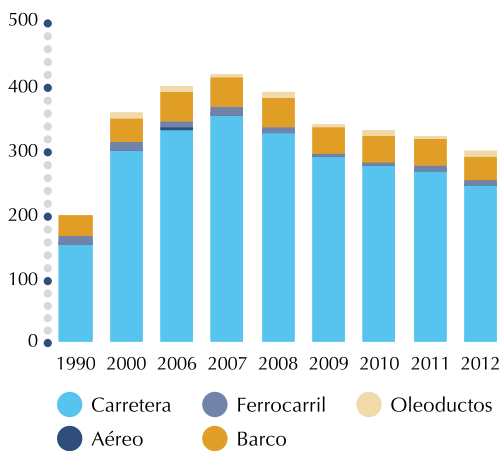
### Movilidad interior de viajeros en España

Miles de millones de viajeros-km



### Movilidad interior de mercancías en España

Miles de millones de Tm-km



### Precios de la Energía

Entre 2011 y 2012 los precios finales de la electricidad en España (impuestos incluidos) subieron un 10% para los consumidores domésticos y un 7% para los consumidores industriales. Este aumento en el precio para los consumidores domésticos es mayor al promedio de la UE-27, que aumentó el 4% para los consumidores domésticos y el 3% para los consumidores industriales.

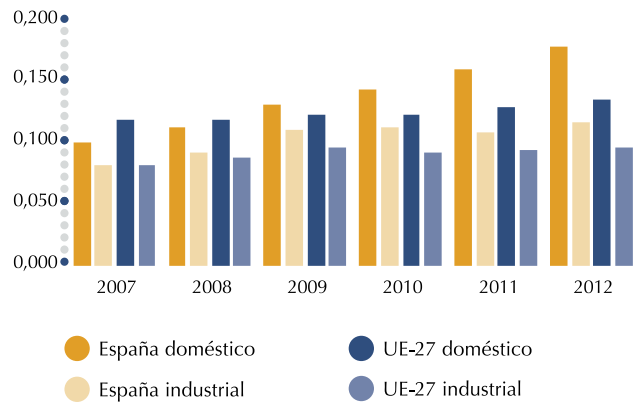
En 2012 el precio promedio del gas natural creció un 23% para los consumidores domésticos mientras creció en un 24% para los consumidores industriales. Como en el caso de la electricidad, en el sector gasista el aumento experimentado en España ha sido mayor a la subida de precios promedio en la Unión Europea. De hecho, en Europa, los consumidores domésticos y industriales observaron un incremento de precios cerca del 13%.

En línea con la tendencia creciente de los precios internacionales del crudo, los precios finales (con impuestos) de los derivados del petróleo en España aumentaron entre 2011 y 2012 el 5,6% para la gasolina 95 y el 5,5% para el diesel de automoción, siguiendo la tendencia del año anterior.

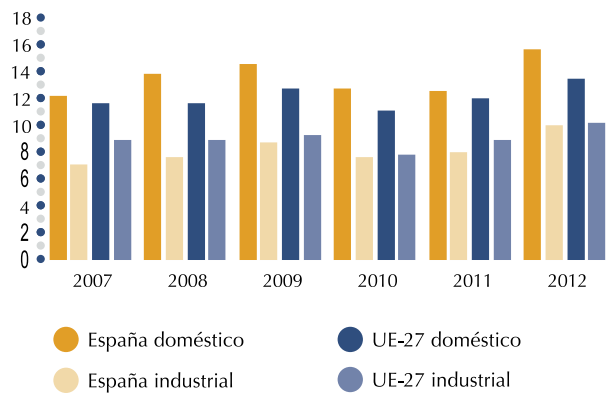
Los precios finales siguen siendo menores que la media de los países de la UE-27, fundamentalmente debido a la menor fiscalidad española, aunque también es necesario señalar que la comparación de los precios de los carburantes entre países no es evidente, por las distintas metodologías utilizadas.

La gran volatilidad de estos precios no se refleja en las figuras adjuntas, ya que éstas representan solamente los valores medios anuales.

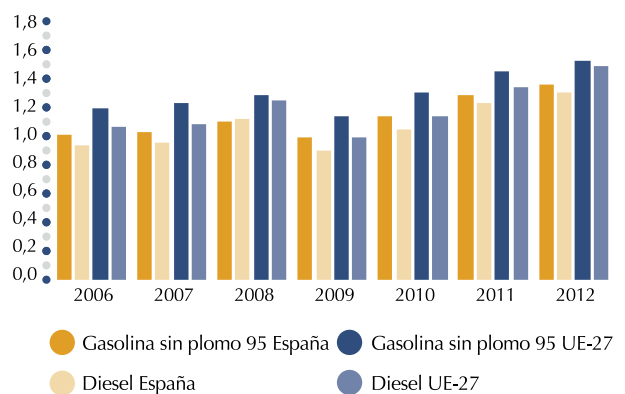
### Precios de la Electricidad € corrientes/kWh sin impuestos



### Precios del Gas Natural € corrientes/GJ sin impuestos



### Precios de los Carburantes € corrientes/l con impuestos





## Fuentes, transformaciones y usos finales de la energía en España, 2012<sup>2-3</sup>

A continuación se presenta el diagrama de Sankey correspondiente a los flujos energéticos en España en el año 2012 y su variación respecto a 2011. En él es posible observar la energía que entra en el sistema, tanto de origen doméstico como importado, y cómo esta energía pasa por los diversos procesos de transformación hasta llegar a los distintos consumos finales, indicando además para cada uno de ellos la utilización de los diferentes combustibles. También se puede evaluar fácilmente la energía perdida en las distintas transformaciones o procesos de transporte, como medida de la eficiencia global del sistema.

Este Observatorio aporta dos novedades respecto al diagrama clásico: a) El grosor total agregado de los diferentes flujos de energía en cada fase (energía primaria, energía transformada lista para ser distribuida, o energía final ya distribuida y lista para ser usada) se mantiene constante a lo largo del diagrama, pues representa el total de energía primaria. Ello permite visualizar de forma sencilla la importancia relativa que tiene cada proceso y cómo la energía evoluciona a través de las distintas transformaciones; y b) En las columnas de la derecha de ambas figuras, que representan los consumos finales, se ha llevado a cabo una desagregación gráfica de cada sector en subsectores, para facilitar la visualización de la importancia relativa de los mismos.

En 2012, el consumo energético industrial cayó por segundo año consecutivo, siendo un 12% inferior al de 2011. El consumo energético en usos diversos se mantuvo prácticamente constante, mientras que en el sector transporte experimentó una caída del 6,3%. Aumentó considerablemente el uso de biocarburantes (un 23,5%), representando un 6% del consumo total de combustibles para transporte. El consumo total de energía final cayó un 5,4%, mientras que el de energía primaria (sin restar exportaciones) aumentó un 3,6%. Esto indica que el sistema energético español perdió eficiencia en 2012. Se observan dos factores importantes que justifican esta pérdida de eficiencia. Por una parte, han seguido aumentando las pérdidas en la producción de electricidad y calor, fundamentalmente por el aumento de la generación eléctrica con carbón (en un 23% respecto a 2011), siguiendo la tendencia observada el año pasado. Por otra parte,

se observa un aumento significativo de las pérdidas en distribución de combustibles, fundamentalmente asociadas a los derivados de petróleo (que crecieron un 28,6%).

Las importaciones totales aumentaron un 5,4%. Se produjo un incremento significativo del gas natural importado por gasoducto, del 18%, continuando la tendencia iniciada en 2011 gracias a la entrada en servicio del nuevo gasoducto Medgaz con Argelia. Esto unido a una ligera caída de la demanda de gas provocó una reducción de casi un 13% en la importación de gas natural licuado. La importación de derivados del petróleo cayó casi un 15%, probablemente a causa del continuado ajuste de actividad en el sector transporte y en el industrial, mientras que la importación de crudo aumentó en casi un 13%. La exportación de derivados del petróleo aumentó muy significativamente, un 37%. Aún así, el balance importaciones-exportaciones ha empeorado ligeramente respecto a 2011 (en términos absolutos, nuestras importaciones aumentaron más de lo que aumentaron nuestras exportaciones).

El conjunto de las energías renovables en 2012 supuso el 10,1% de la energía primaria, aumentando un 4,9% desde 2011. Aumentó la contribución de todas las energías renovables (un 9,9% la biomasa, un 15,4% la eólica y un 27,2% la solar) a excepción de la hidráulica (que cayó un 32,7% debido al mal año hidráulico). Por fuentes, la mayor contribución fue la de la biomasa, residuos y biocarburantes (5,2%), seguida por la eólica (2,8%), y la hidráulica (1,2%). La energía solar, aunque aumentó considerablemente (en especial en su uso termoeléctrico), sólo representó el 0,9% de la energía primaria.

El ligero aumento de las renovables en energía primaria no se ve reflejado sin embargo en un aumento de la generación eléctrica con fuentes renovables, cuyo peso en la generación total se mantuvo prácticamente constante (cercano al 31%). La demanda de electricidad (en barras de central) se mantuvo también (aunque la demanda eléctrica final disminuyó en un 1,4%), observándose eso sí que aproximadamente un 4% de la generación pasó de producirse con gas natural a producirse con carbón. La producción con generación nuclear aumentó ligeramente, en un 5,4%.



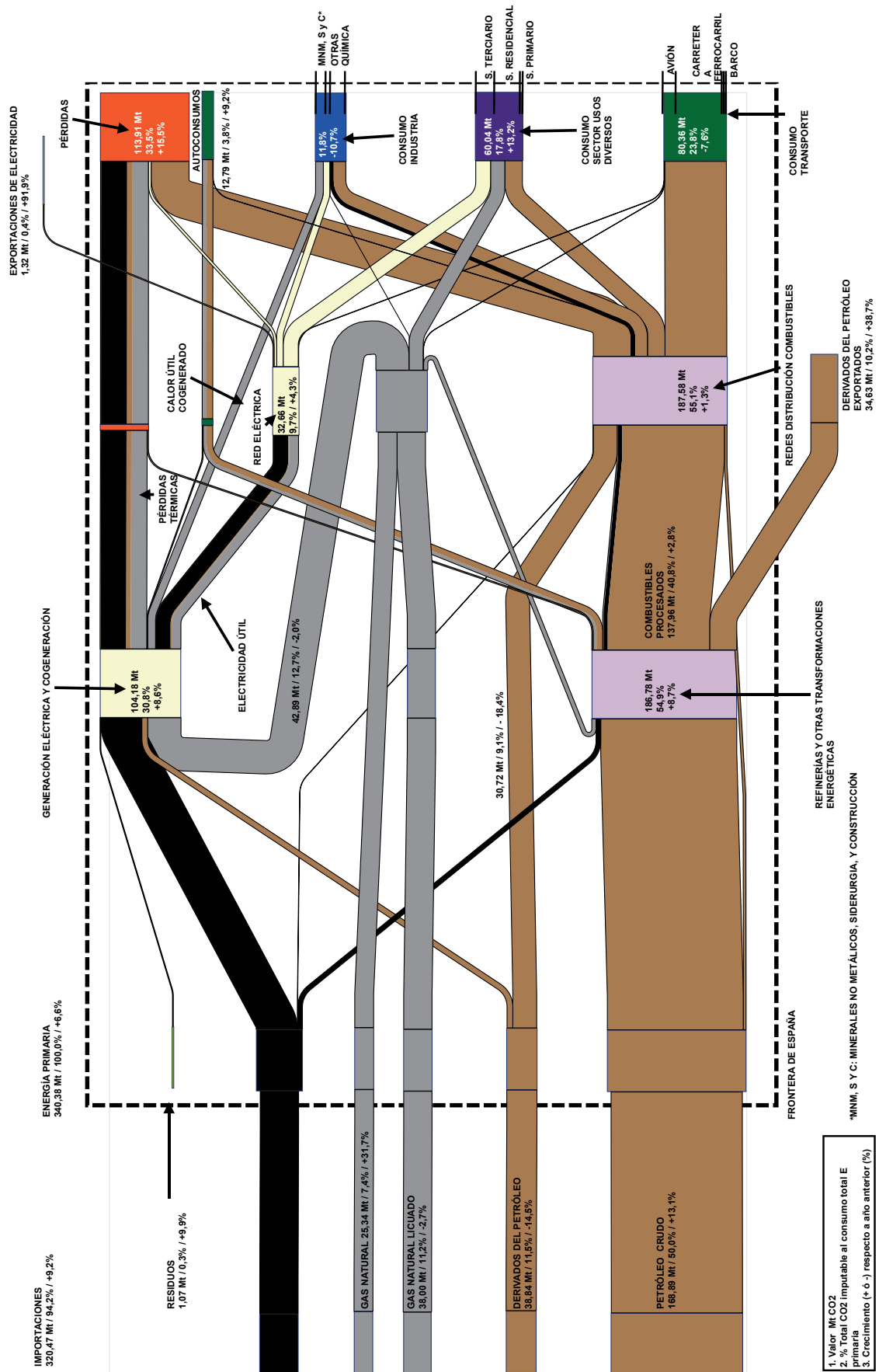
## Origen de las emisiones de CO<sub>2</sub> en el sector energético español, 2012<sup>4</sup>

En el caso de las emisiones de CO<sub>2</sub> por consumo de energía, el diagrama de Sankey que se presenta a continuación permite identificar de manera gráfica y sencilla los combustibles y usos de la energía (incluyendo las pérdidas y autoconsumos, y también los vectores indirectos como la electricidad) responsables de las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a este sector, una información no habitual en los inventarios de emisiones al uso. Se presentan los valores correspondientes a 2012 y sus variaciones respecto a 2011. De forma análoga a como ocurría en el diagrama de energía, el valor total agregado de los flujos de CO<sub>2</sub> en cada fase se mantiene constante (para poder evaluar las importancias relativas del contenido en carbono en cada proceso), y se ha llevado a cabo una desagregación de las emisiones de cada sector en subsectores.

Lo visto en el diagrama de Sankey energético tiene su reflejo en el de CO<sub>2</sub>. Las emisiones en la industria se reducen en un 10,7%, debido a la menor demanda de todos los combustibles. Se reducen también las emisiones en transporte, en un 7,6%, pero

aumentan las de usos diversos, en un 13,2%. Así, las emisiones totales por usos finales se redujeron en 2012 un 2,4% respecto a 2011. La mayor participación de carbón en generación eléctrica, compensada en parte por la disminución de la generación con gas natural, hizo aumentar en un 4,3% las emisiones asociadas al sector eléctrico. Asimismo, el aumento de importaciones de carbón, petróleo y gas natural por gasoducto hizo aumentar el CO<sub>2</sub> que se importa en forma de tales combustibles, ocurriendo lo contrario con el gas natural licuado.

Este mismo diagrama podría elaborarse utilizando las emisiones de CO<sub>2</sub> del ciclo de vida de los combustibles, lo que básicamente implicaría un aumento del grosor de los flujos de CO<sub>2</sub> asociados a la nuclear y a las renovables. Sin embargo, y tras haber evaluado dichas emisiones, se concluye que su incidencia en términos globales es despreciable, y por tanto el considerar estas emisiones a lo largo del ciclo de vida no aporta información relevante en este contexto.



## Flujos económicos en el sector energético español, 2012<sup>5</sup>

Respecto a los flujos económicos asociados a los sectores energéticos de la economía española, el diagrama que se presenta a continuación permite identificar los sectores y las fuentes de energía primaria responsables de la generación de valor añadido, de la dependencia económico-energética de España, del pago de impuestos, y de las pérdidas económicas asociadas a los procesos de producción y transformación y del autoconsumo de combustibles.

Es importante recordar que, a pesar de seguir una representación similar a los diagramas de Sankey anteriormente representados, el diagrama que representa el flujo económico no se mantiene constante, por el hecho de que cada sector de transformación añade valor económico a los productos energéticos. También, la precisión de sus datos no es comparable a la de las figuras anteriores. Esta figura Sankey de flujos económicos ha debido construirse combinando distintas fuentes, no siempre homogéneas.

### Energía primaria y final

El total de gasto económico en productos energéticos finales (73.978 M€) disminuyó el 2% en 2012 con respecto a 2011, a causa de la bajada del consumo. Sin embargo, los gastos directos en energía primaria (56.475 M€) crecieron el 12% en 2012 con respecto a 2011. Como en ocasiones anteriores, se observa cómo no se transmiten completamente los cambios en los gastos en energía primaria a los gastos en energía final.

En lo que se refiere a la creación de valor añadido (medido en términos amplios, ya que incluye gastos no energéticos) por parte de los sectores de la transformación de la energía, el sector eléctrico creó 17.467 M€ (disminución del 11% respecto a 2011), el refino 13.258 M€ (disminución del 15%), y el procesado del gas 1.552 M€ (disminución del 3%). El valor añadido total creado por el sector energético sigue disminuyendo, mientras que la contribución relativa del sector eléctrico sigue aumentando.

### Energía eléctrica

Los gastos en el sector eléctrico provenientes de consumos finales en 2012 (28.717 M€, el 39,1% de los gastos en productos energéticos finales) disminuyeron en un 3,4% respecto a 2011 (en consonancia con el descenso del consumo final de electricidad), disminución generalizada y homogénea en todos los sectores.

En el año 2012, el 68,7% de los gastos en el sector eléctrico provino de la demanda del sector de usos diversos, el 28,6% del sector industrial, y el 2,7% restante del sector transporte. Si se reparten estos gastos según la energía primaria utilizada, podríamos decir que el gas es responsable de 6.662 M€ de los gastos en el sector (23,2% del total), la energía nuclear de 6.012 M€ (20,9% del total), la eólica de 4.705 M€ (16,4% del total), el carbón de 5.653 M€ (19,7% del total), la hidráulica de 2.357 M€ (8,2% del total), la solar de 1.136 M€ (4,0% del total) y las demás fuentes de energía incluyendo importaciones de electricidad de 2.192 M€ (7,6% del total).

### Combustibles fósiles

Los gastos en combustibles fósiles o sus derivados corresponden al 60,9% (5.148 M€ del gas natural y 39.515 M€ de derivados

del petróleo) del gasto total en productos energéticos finales, y sufrieron una disminución del 1,1% en 2012 respecto a 2011. El principal responsable de este gasto es el sector del transporte (68,2%), seguido por el sector de usos diversos (19,2%) y el sector industrial (12,6%).

El 84,5% (11.976 M€) de los impuestos netos recaudados sobre energías primarias y transformaciones energéticas provienen de este sector (el sector eléctrico contribuye con el 15,5%).

### Energías renovables

El análisis de las energías renovables comprende únicamente su utilización para la producción de electricidad, ya que los flujos económicos asociados a su uso para producción de energía térmica o para biocombustibles son despreciables respecto al total.

Este sector tiene una característica especial, y es que, salvo para la biomasa, no hay valor económico asignado al recurso que utilizan para la producción de energía (viento, sol, agua). De hecho esta característica es compartida por la hidráulica.

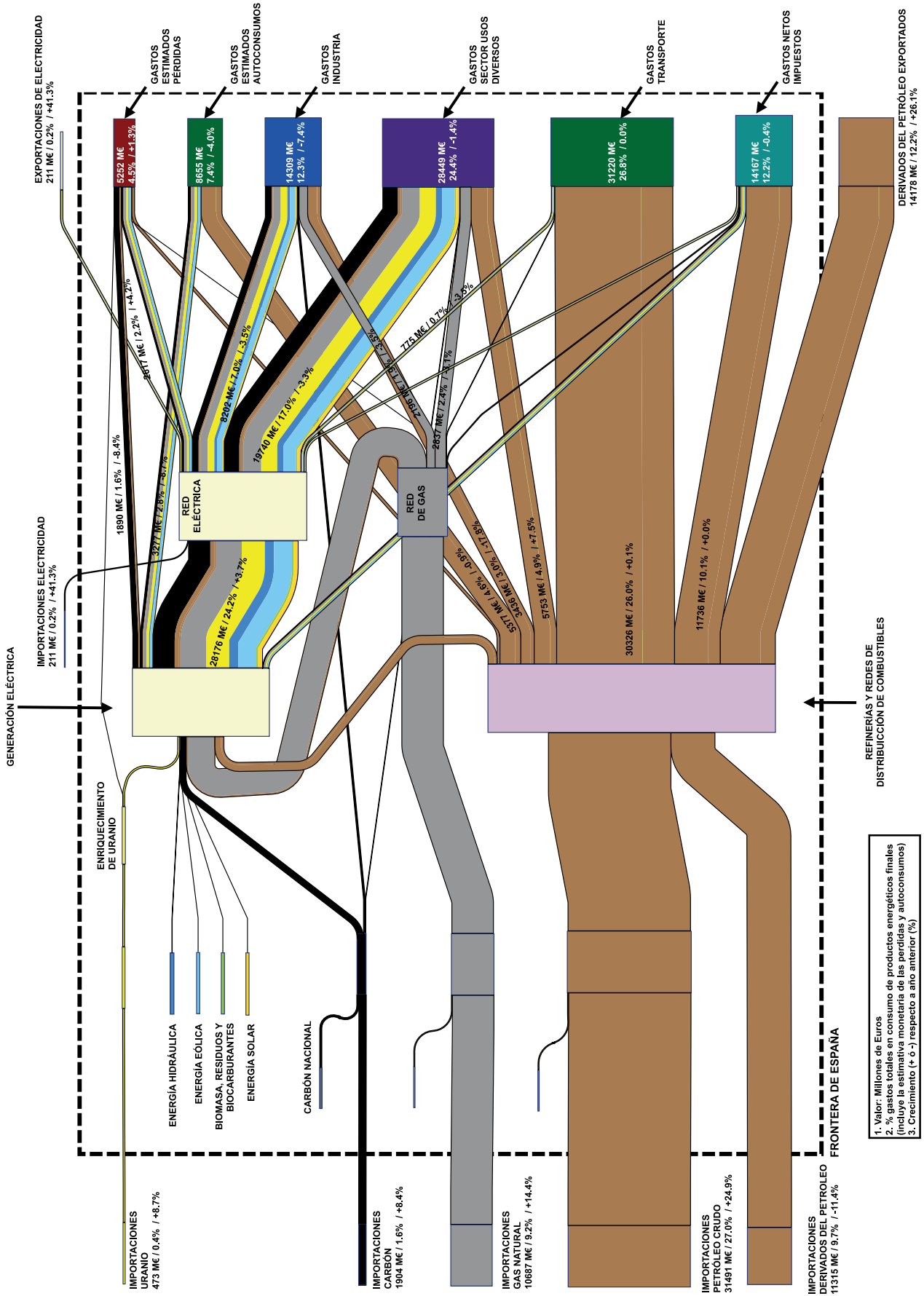
Esta ausencia de valor económico del recurso renovable hace que, si comparamos los flujos económicos que entran y salen del sector eléctrico, podemos observar cómo en 2012 fue necesario gastar sólo un euro en la compra de energía primaria para obtener 2,42 euros de valor de la electricidad (descontando pérdidas, autoconsumos e impuestos). Este número puede compararse con el correspondiente al sector del refino, que es de 1,31 euros de valor por cada euro gastado en energía primaria. Es decir, que la presencia de materias primas renovables (de nuevo, salvo en el caso de la biomasa) hace que la creación relativa de valor económico sea mayor en aquellos sectores con mayor contribución de recursos renovables de coste nulo.

Toda la contribución de los recursos renovables a los flujos económicos corresponde a factores de producción no energéticos, y que por tanto constituyen una creación neta de valor económico añadido. Así, por ejemplo, el “combustible” viento (cuyo coste puede considerarse nulo) es responsable de un 16,0% (un aumento del 13,8% respecto a 2011) de los flujos económicos resultantes del sector eléctrico (representado en azul claro en el diagrama de Sankey).

Por supuesto, esto hay que ponerlo en perspectiva con la creación de valor económico (valor añadido más insumos no energéticos) en términos absolutos ya indicados al inicio de esta sección.

Otra interpretación interesante de este hecho en el diagrama Sankey económico se refiere a la seguridad energética, otro componente de la sostenibilidad. Efectivamente, uno de los riesgos principales asociados a la seguridad energética es el riesgo de precio del combustible, debido a la volatilidad del mismo y a su impacto en la economía.

En este sentido, una diferencia mayor entre el ancho del gasto en energía primaria (parte izquierda del diagrama) y los gastos en productos finales (parte derecha del diagrama de Sankey), indica una menor influencia del valor económico de las materias primas energéticas en el gasto total, y por tanto un menor riesgo asociado a variaciones en los precios de combustible. Por tanto, se puede decir que, a mayor diferencia en el ancho de los flujos iniciales y finales, mayor es la seguridad energética en términos de riesgo de precio.





## Incorporación de las externalidades al sector energético español, 2012

En esta sección se presenta un diagrama de Sankey adicional, en el cual se corrigen los flujos económicos en términos monetarios con la incorporación de los costes externos asociados a cada una de las actividades. Evidentemente, es difícil incluir todos los costes externos, por lo que sólo se han considerado aquellos más significativos: los debidos a las emisiones de CO<sub>2</sub>, de SO<sub>2</sub>, de NO<sub>x</sub> y de partículas.

De esta forma, el diagrama presenta, de una forma aproximada, el valor económico real generado por cada una de las actividades del sector energético. Para ello partimos del diagrama de Sankey de flujos económicos presentado anteriormente, y restamos a cada flujo económico el coste externo correspondiente.

El resultado, presentado en la figura, muestra cómo el valor económico total generado por el sector energético se ve reducido sustancialmente cuando restamos el coste externo. De una cifra total anterior de 32.300 M€ pasamos a un valor económico corregido de 8.725 M€. Es decir, se reduce a una cuarta parte del valor original. Los responsables de esta reducción son, fundamentalmente, los derivados del petróleo, que con un coste externo de 13.380 M€ hacen que el valor añadido neto generado en el sector del refino pase de 13.260 M€ a un valor negativo de 120 M€, aunque solo 800 M€ de estos costes sean imputables a las procesos de refino. También el uso directo del gas y el carbón en consumo final producen costes externos significativos, de 3.000 y 2.300 M€ respectivamente. Así mismo, el valor añadido por el sector eléctrico se reduce de 17.100 M€ a 12.250 M€ debido al uso de estos combustibles.

Todo ello resulta en una modificación del balance de valores añadidos presentado anteriormente: una vez descontados los costes externos es el sector eléctrico el responsable de la totalidad del valor añadido neto del sector energético español. Esto refuerza de forma importante el mensaje ya comentado anteriormente acerca de las energías renovables: al no tener costes externos significativos asociados, su contribución al valor añadido neto de la economía y también a la seguridad energética se ve amplificada.

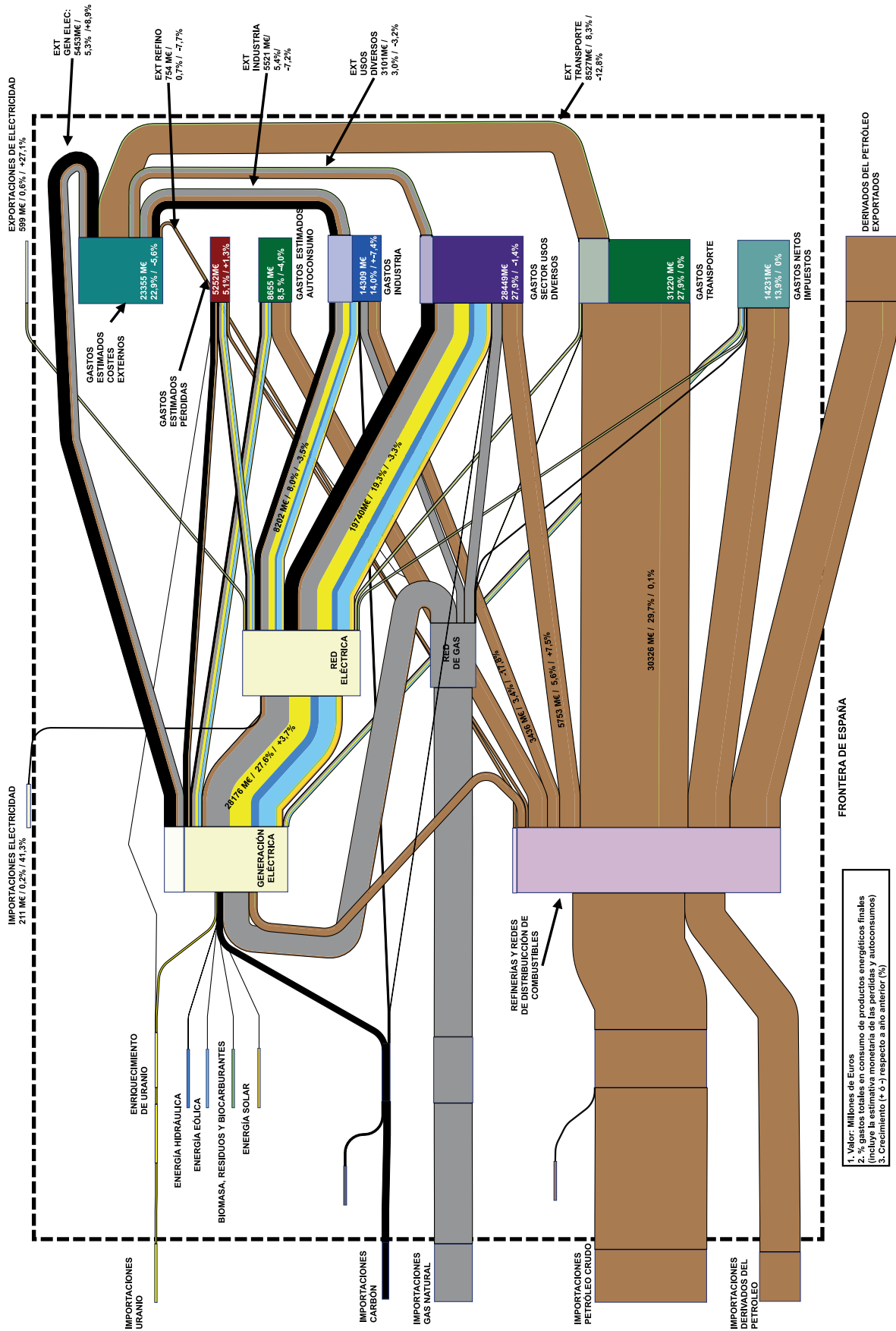
Respecto al año anterior, los costes externos asociados a las emisiones de contaminantes han bajado en un 5,7%. En contraste

con esta tendencia, el carbón ha visto aumentar su coste externo: los costes asociados al uso de esta fuente han crecido en 132 millones de Euros. El gas natural también vio bajar sus costes totales (en un 1%). El coste asociado al consumo de petróleo decreció en 11 puntos porcentuales, aun siendo el mayor contribuyente en la generación de costes externos (53% del total).

También es interesante analizar el origen por contaminantes de estos costes externos, y los supuestos considerados para su cálculo. Esto se indica en la siguiente tabla. Los precios de las externalidades se han obtenido de distintos proyectos europeos relacionados con el cálculo de externalidades, y en el caso del CO<sub>2</sub>, de una revisión de modelos de evaluación integrada.

	Emisiones (Miles de Toneladas)	Precio Externalidad (Euros por Tonelada)	Coste Total estimado (Millones de euros)	Contribución relativa
CO <sub>2</sub>	257.974	31	7901	34%
NO <sub>x</sub>	896	10.500	9411	40%
SO <sub>2</sub>	702	8.000	5619	24%
PM10	78	8.000	623	3%

Como se puede observar, la gran mayoría de los costes externos provienen de los contaminantes tradicionales (SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>). Otra cuestión son las consecuencias a largo plazo de las emisiones: los contaminantes tradicionales tienen una vida mucho menor, y por tanto las mejoras posibles pueden ser más rápidas. En todo caso, y al igual que ya se señalaba el año anterior, parece evidente la necesidad de concentrar los esfuerzos, en el corto plazo, en la reducción de contaminantes tradicionales, sin perder de vista en el medio y largo plazo la imprescindible reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>.



1. Valor: Millones de Euros  
 2. % gastos totales en consumo de productos energéticos finales (comercial y autoconsumo)  
 3. Crecimiento (+ o -) respecto a año anterior (%)



## Tablas de datos

Para mantener manejable el tamaño de este documento, solamente se han presentado los datos más destacados en el texto por medio de figuras. Sin embargo, por transparencia y como referencia para el lector, también se ofrecen los datos en su totalidad. A causa de su gran volumen y con ánimo de aligerar la versión impresa de este Observatorio, y como ya venimos haciendo en anteriores ediciones, los datos completos se presentan en un anejo que está disponible en la web de la Cátedra BP de Energía y Sostenibilidad, en la siguiente dirección:

<http://www.catedrabp.upcomillas.es/Documentos/Actividades/Observatorio/Febrero2013/AnejoTablasDatosFeb2013.pdf>

Las tablas incluidas en este anejo son:

- Tabla de datos de Contexto Internacional, 1 de 2
- Tabla de datos de Contexto Internacional, 2 de 2
- Tabla de datos de Contexto Nacional, 1 de 2
- Tabla de datos de Contexto Nacional, 2 de 2
- Tabla de datos del diagrama de Sankey de Fuentes, transformaciones y usos finales de la energía en España, 2012, 1 de 4
- Tabla de datos del diagrama de Sankey de Fuentes, transformaciones y usos finales de la energía en España, 2012, 2 de 4
- Tabla de datos del diagrama de Sankey de Fuentes, transformaciones y usos finales de la energía en España, 2012, 3 de 4
- Tabla de datos del diagrama de Sankey de Fuentes, transformaciones y usos finales de la energía en España, 2012, 4 de 4
- Tabla de datos del diagrama de Sankey de Origen de las emisiones de CO<sub>2</sub> en el sector energético español, 2012, 1 de 4
- Tabla de datos del diagrama de Sankey de Origen de las emisiones de CO<sub>2</sub> en el sector energético español, 2012, 2 de 4
- Tabla de datos del diagrama de Sankey de Origen de las emisiones de CO<sub>2</sub> en el sector energético español, 2012, 3 de 4
- Tabla de datos del diagrama de Sankey de Origen de las emisiones de CO<sub>2</sub> en el sector energético español, 2012, 4 de 4

## Notas

1 Las estimaciones de emisiones de CO<sub>2</sub> utilizadas para España en esta sección son de elaboración propia: corresponden a las asociadas al consumo de energía primaria en el gráfico Sankey de emisiones de CO<sub>2</sub> incluidas en esta edición del Observatorio, restando las asociadas a las exportaciones.

Estas estimaciones presentan ligeras diferencias respecto a las publicadas por el IPCC y otras fuentes oficiales debido a las diferencias metodológicas.

### 2 Comentarios a la figura de Fuentes, transformaciones y usos finales de la energía en España, 2012:

- La generación eléctrica con tecnología hidráulica, eólica y fotovoltaica se supone con rendimientos del 100%, siguiendo el convenio de la Agencia Internacional de la Energía.
  - Siguiendo el convenio de la Agencia Internacional de la Energía, la energía primaria nuclear se mide en energía térmica salida del reactor que, como en cualquier planta térmica, es muy superior a la electricidad producida. Esto hace que la cantidad de energía primaria necesaria por unidad de electricidad resulte sobreestimada y no se pueda comparar fácilmente con otras tecnologías, como, por ejemplo, la hidráulica, eólica y fotovoltaica.
  - La energía primaria nuclear se supone importada al 100%.
  - El sector de usos diversos comprende el sector doméstico, el sector terciario (comercio, servicios y Administraciones Públicas) y el sector primario (agricultura y pesca).
  - En los autoconsumos por producción eléctrica se incluyen las pérdidas del ciclo de bombeo.
  - Se ha restado de las importaciones la energía primaria dedicada a usos no energéticos (feedstocks).
  - Sólo se supone cogeneración con gas natural, y sólo en la industria.
  - La cogeneración en la industria se ha contabilizado junto a la generación eléctrica convencional, por lo que el consumo de gas natural en la industria aparece infravalorado (apareciendo un consumo de calor útil y un mayor consumo eléctrico).
  - El total de energía final calculado sobre la figura (que incluye pérdidas, exportaciones y autoconsumos), no suma exactamente el 100% del total de energía primaria, como debiera. Se debe a desajustes estadísticos en los datos. Se ha optado por no corregirlos para mantener la posibilidad de comparar dicho valor con futuras ediciones de este Observatorio.
- 3 Se ha observado que algunos datos de 2011 han sido actualizados en las fuentes consultadas respecto a los valores publicados en el Observatorio 2012. En estos casos, se ha optado por actualizar el valor de 2011 de tal forma que

los incrementos de 2012 respecto a 2011 sean consistentes con los datos más recientes y consolidados. Es importante tener en cuenta estos posibles cambios del valor de referencia en 2011 a la hora de comparar la edición anterior del Observatorio (2012) con esta edición (2013).

### 4 Comentarios a la figura de Origen de las emisiones de CO<sub>2</sub> en el sector energético español, 2012:

- El objetivo de esta figura es imputar a cada uso final las emisiones de CO<sub>2</sub> que se han producido por dicho consumo, diferenciándolas por tipo de energía primaria. Así, las emisiones por procesado de combustibles en refinerías, aunque no se producen en los usos finales sino en las transformaciones (en antorchas, por ejemplo), se suman a las emisiones por uso final de forma proporcional a la energía de cada fuente usada en cada sector.
- En el presente Observatorio se agrupan biomasa y residuos. Se ha supuesto que la biomasa es toda renovable, por lo tanto no emite a lo largo de su ciclo de vida completo. Sin embargo, las emisiones de la generación eléctrica y de calor por residuos sólidos urbanos sí se han contemplado en la figura, y es por lo que el flujo conjunto de biomasa y residuos no es nulo.

### 5 Comentarios a la figura de Flujos económicos en el sector energético español, 2012:

- Los datos para 2011 y 2012 se basan en los valores provisionales y estimaciones de los resultados de la contabilidad nacional del Instituto Nacional de Estadística. Para realizar los repartos de gastos en energía primaria y secundaria efectuados por los sectores de transformación energéticos y de consumo final se han utilizado informaciones de la contabilidad nacional de años anteriores, de entidades del sector energético (como REE, UNESA o IDAE), del Ministerio de Industria, Energía y Turismo, y de aduanas, entre otros. Desgraciadamente no todos los datos son coherentes entre sí, por lo que ha sido necesario realizar algunas aproximaciones que, si bien no alteran esencialmente la figura, sí impiden utilizar los datos en cálculos que requieran precisión.
- Algunos valores absolutos de gastos del informe de este año no son directamente comparables con el informe edición 2012, porque han sido actualizados siempre que se ha encontrado alguna información adicional disponible.
- Supuestos principales de la construcción de la figura de flujos económicos:
  1. El concepto de valor añadido ampliado utilizado en el diagrama de Sankey económico incluye no sólo los factores de producción tradicionales, capital y trabajo, sino también todos los productos de origen no energético.

- 
- 2. Los valores monetarios de la demanda final para energía solar y biomasa no han sido representados por falta de datos.
  - 3. Solamente los flujos monetarios de energía para usos energéticos están representados en el diagrama de Sankey. Todos los costes, importaciones e ingresos del sector de refino se han multiplicado por la proporción de su uso para fines energéticos para excluir del flujo monetario la producción con fines no energéticos (datos del MINETUR).
  - Sobre la obtención de las tablas de origen y destino de la contabilidad nacional:
    1. Las tablas origen y destino para el año 2011 de la economía española respetan el resultado provisional publicado por el INE en diciembre de 2011 para la contabilidad nacional y utilizan los coeficientes técnicos de las tablas del año 2007 para desagregar los consumos intermedios e impuestos, excepto para los casos donde información adicional se encontraba disponible para algunos insumos energéticos.
    2. Las tablas origen y destino para el año 2012 de la economía española respetan el resultado estimado publicado por el INE en diciembre de 2012 para la contabilidad nacional y utilizan los coeficientes técnicos de las tablas del año 2007 para desagregar los consumos intermedios e impuestos, excepto para los casos donde información adicional se encontraba disponible para algunos insumos energéticos.
  - Sobre la desagregación de cuentas económicas de las estadísticas del INE.
    1. Desagregación de las actividades del sector de electricidad:
      - a. Todos los gastos energéticos del sector electricidad son atribuidos a la actividad de generación eléctrica;
      - b. La proporción de gastos (e ingresos) entre generación y gastos de red proviene de UNESA 2006;
      - c. La distribución por energía primaria del total de ingresos por venta de electricidad proviene de los datos de participación anual en la producción de las diferentes tecnologías de generación de electricidad (datos de REE);
      - d. Las pérdidas de generación y en la red provienen de los coeficientes técnicos del diagrama de Sankey energético;
      - e. El autoconsumo se imputa enteramente a la generación y su valor proviene de la estimación de los datos del INE;
      - f. Los márgenes comerciales y del transporte no se consideran;
    - g. Los impuestos netos se reparten en 75% pagos por la generación y 25 % por el transporte;
    - h. Las importaciones y exportaciones son contabilizadas enteramente en la actividad de transporte;
    - i. Se supone que todos los sectores compran la energía después del transporte, o sea, que todos los ingresos de generación provienen de transferencias hechas por el transporte después de obtenido sus ingresos totales.
    2. Desagregación de los sectores de crudo, gas natural y uranio en la contabilidad nacional:
      - a. Todos los gastos contenidos en la contabilidad nacional son atribuidos al sector de extracción de crudos, o sea, todo el uranio y gas natural son importados;
      - b. El reparto de impuestos se obtiene de la tabla de origen. El impuesto sobre el uranio es considerado nulo;
      - c. Los márgenes comerciales y del transporte no se consideran;
    3. Desagregación de los productos gas natural y uranio en la contabilidad nacional:
      - a. El coste total del enriquecimiento de uranio corresponde al coste de importación del uranio añadido de su valor añadido. El valor añadido es estimado por la diferencia de los pagos entre su único comprador, el sector eléctrico (datos de UNESA, 2006) y sus importaciones.
      - b. Todos los ingresos adicionales pertenecen a actividad del gas natural.
    4. Desagregación de los sectores refinerías y enriquecimiento de uranio en la contabilidad nacional:
      - a. Todos los gastos, excepto la importación de uranio, son atribuidos al sector de refino;
      - b. Los impuestos son considerados en su totalidad pagos hechos por el sector de refino;
      - c. Todos los ingresos, excepto la compra de uranio enriquecido por el sector eléctrico, son atribuidos al sector de refino.
    5. Importaciones y exportaciones:
      - a. Todos los datos de importaciones y exportaciones se obtienen de las estadísticas de comercio exterior de Aduanas;
    6. Reparto final de transporte:
 

La contabilidad nacional presenta agregado el uso de combustibles para transporte y otros usos no locomotores (los gastos de transporte hechos por el sector de industria se contabilizan en la contabilidad nacional dentro del sector industria, pero en el caso del diagrama de Sankey estos gastos pertenecen al sector del transporte). Para efectuar esta desagregación, la demanda final del sector de transporte, de usos diversos y de la industria se han redistribuido ex post según datos del MINETUR.
-



---

Observatorio de Energía y Sostenibilidad  
en España

Especial Refino de Petróleo



## Informe especial Refino de Petróleo

Al igual que se ha hecho en las últimas dos ediciones del Observatorio, cada año se analiza en mayor detalle un aspecto en particular del sector energético español. En este caso, el subsector elegido ha sido el del refino de petróleo, sobre el que además versará el Foro BP de Energía y Sostenibilidad que tendrá lugar en junio de 2014. En esta sección se analiza la demanda y la oferta de productos derivados del petróleo, así como aspectos económicos y medioambientales de esta actividad.

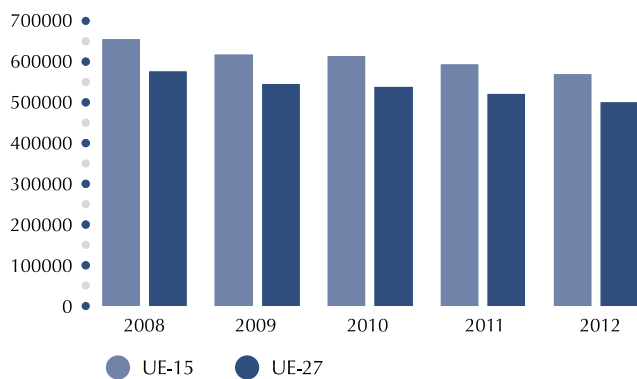
### Demanda

El consumo de productos derivados del petróleo en Europa y en España está disminuyendo desde 2008. En el caso de Europa, esta disminución es del 13%, mientras que en España es del 22%.

En el caso de España, según datos de Eurostat, el consumo de productos derivados del petróleo fue de 53 millones de toe en 2012. Esto supone una disminución del 8% respecto a 2011.

#### Consumo de productos derivados del petróleo

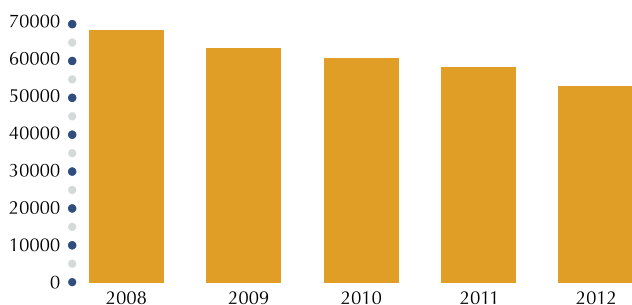
Millones de toneladas equivalentes de petróleo



Fuente: Eurostat

#### Consumo de productos derivados del petróleo en España

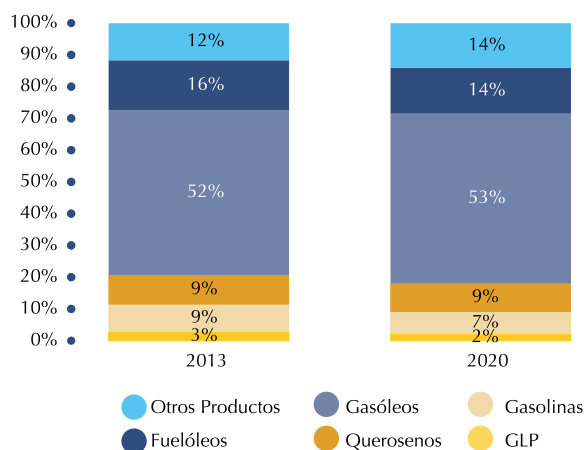
Millones de toneladas equivalentes de petróleo



Fuente: Eurostat

Dentro de los productos derivados del petróleo, en España se consumen productos destilados medios, principalmente gasóleos, que representan un 51,65% del total de derivados del petróleo que se consumieron en 2013. El segundo producto más consumido es el fueloil representando un 16% del total. Esta estructura se prevé que se mantenga en los próximos años. De acuerdo a estimaciones realizadas por CORES, los gasóleos representarán en 2020 un 53% del consumo total de los productos derivados del petróleo en el mercado ibérico. Esto no es de extrañar si tenemos en cuenta que el principal sector demandante de este tipo de productos es el sector del transporte y que el parque automovilístico español lleva años inmerso en un proceso de dieselización.

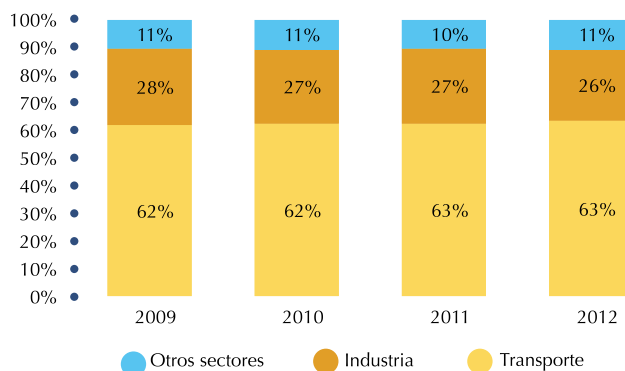
#### Consumo de productos derivados del petróleo por tipo de producto en España



Fuente: CORES

En general en todo el sector de productos derivados del petróleo, el sector transporte lidera el peso de la demanda representando un 63,4% del total de los sectores en 2012.

#### Consumo de productos derivados del petróleo por sectores en España



Fuente: CORES

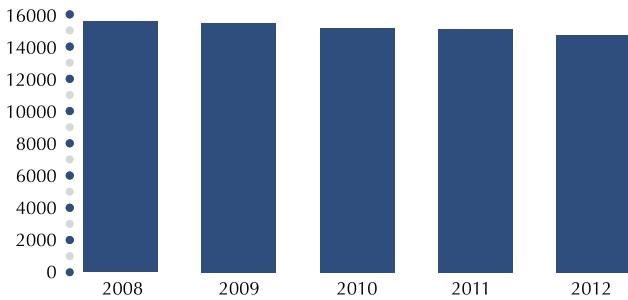
### Producción

En lo que respecta a la oferta de productos derivados del petróleo, la capacidad de las refinerías europeas va disminuyendo a lo largo del tiempo. En 2012 desciende un 2,5% hasta los 14,8 millones de barriles diarios. La capacidad de las refinerías españolas, al contrario de las europeas, aumenta considerablemente entre 2011 y 2012. Crece un 8,5% desde 2011 alcanzando los 1.537 miles de barriles diarios en 2012.

En línea con las variaciones de la capacidad, la producción en las refinerías europeas disminuye un 5,7% para la UE27 y un 1,2% para la UE15. Sin embargo, la producción de las refinerías españolas aumenta un 8,3% entre 2012 y 2011 alcanzando las 61.346 miles de toneladas. Este es el nivel de producción de derivados del petróleo más alto de España en la última década, solo igualado en 2006.

#### Capacidad de las refinerías en EU27

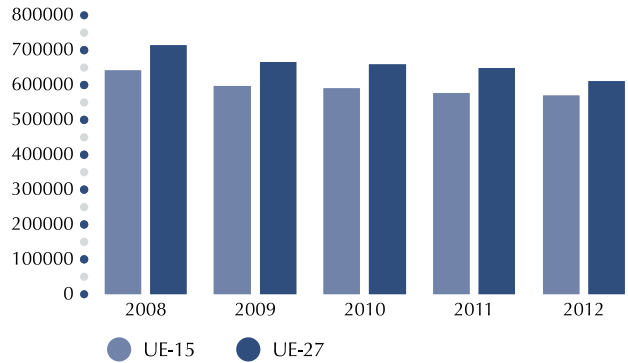
Miles de barriles diarios



Fuente: BP statistical review

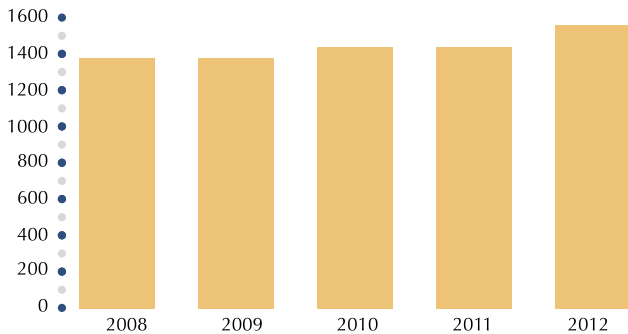
#### Producción de productos derivados del petróleo

Miles de toneladas



#### Capacidad de las refinerías en España

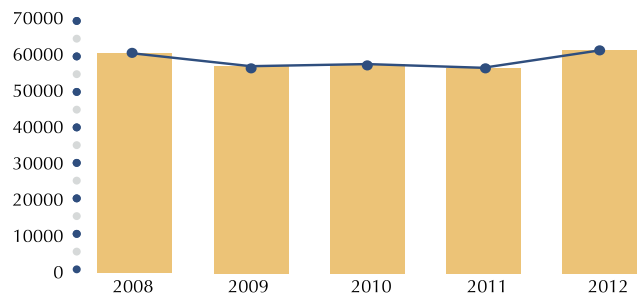
Miles de barriles diarios



Fuente: BP statistical review

#### Producción de productos derivados del petróleo en España

Miles de toneladas



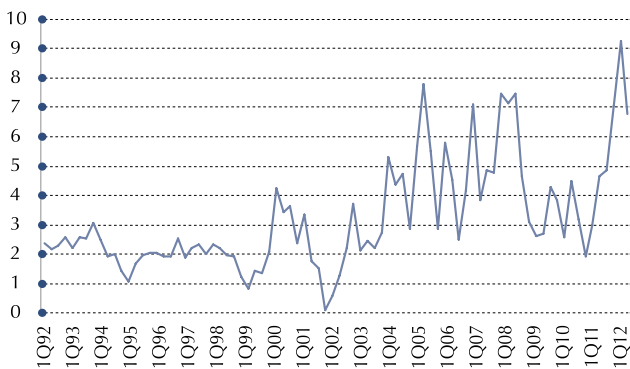
Fuente: IEA



### Márgenes económicos

En cuanto a los aspectos económicos, los márgenes de refino en el noroeste de Europa han sufrido una volatilidad importante en el periodo que va de 2008 a 2012. Los márgenes sufrieron un descenso importante a lo largo de 2009, pasando de 7,48 dólares por barril a finales de 2008 a 2,69 a finales de 2009. El margen del refino continuó deprimido en 2010 y no comienza a remontar hasta mediados de 2011 y llega a su pico en el tercer trimestre de 2012.

#### Margen del refino. NWE Light Sweet Cracking

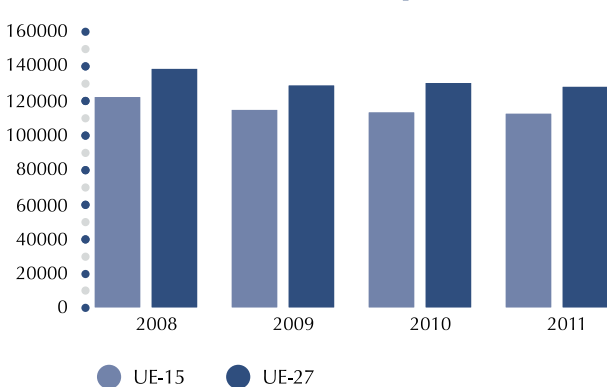


Fuente: BP statistical review

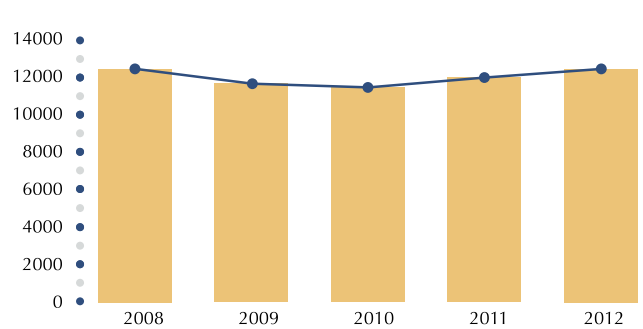
### Emisiones de gases de efecto invernadero

Por último, también es relevante analizar la evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero del sector. Durante 2011, las emisiones de gases invernadero producidas por la industria del refino siguen disminuyendo tanto en los países de la UE15 como en los de la UE27 (con un descenso moderado entre 2011 y 2010 del 0,8% y 1,3% respectivamente). Durante el mismo periodo, en España se observa la tendencia contraria, con un incremento de las emisiones en este sector del 5%. Asimismo, las emisiones asociadas a este sector volvieron a crecer durante 2012 un 3,4% respecto a 2011.

#### Emisiones de gases invernadero en el sector del refino



#### Emisiones de gases invernadero en el sector del refino en España

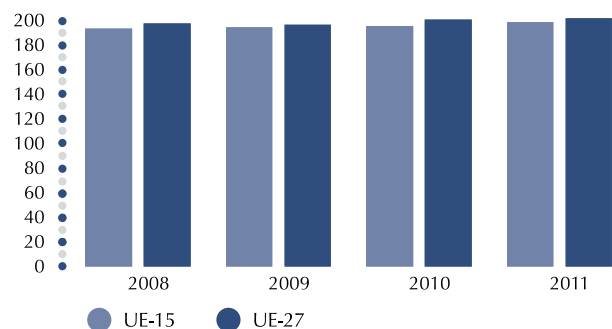


Fuente: Inventario emisiones CO<sub>2</sub>

En ambos casos, la evolución de las emisiones podría explicarse tanto por cambios en los niveles de producción como por variaciones en la eficiencia de los procesos. En este sentido, la intensidad de emisiones de CO<sub>2</sub> en el sector del refino (medida como las emisiones sobre la producción anual) ha seguido una senda ascendente durante los últimos años en la Unión Europea, con un crecimiento en 2011 respecto a 2010 del 1,3% y 0,5% para la UE15 y la UE27 respectivamente. En España, a pesar de que este indicador sufrió un fuerte aumento durante el año 2011 (6,9%), la tendencia para los últimos años es más bien decreciente. De hecho, la intensidad de emisiones del sector, a pesar del significativo incremento de las emisiones, descendió un 4,5% durante 2012 para regresar a niveles inferiores a los de 2009.

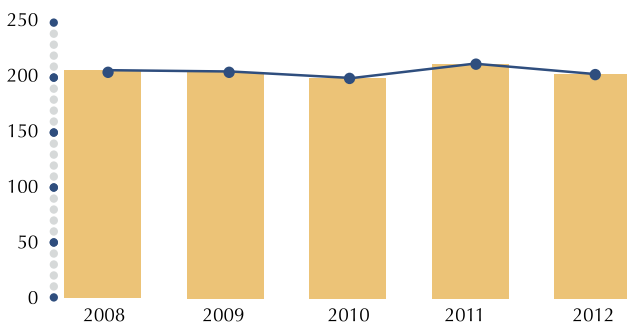
#### Intensidad emisiones CO<sub>2</sub> en el sector del refino

kg de CO<sub>2</sub>/tonelada de derivados producida



### Intensidad emisiones CO<sub>2</sub> en el sector del refino en España

kg de CO<sub>2</sub>/tonelada de derivados producida

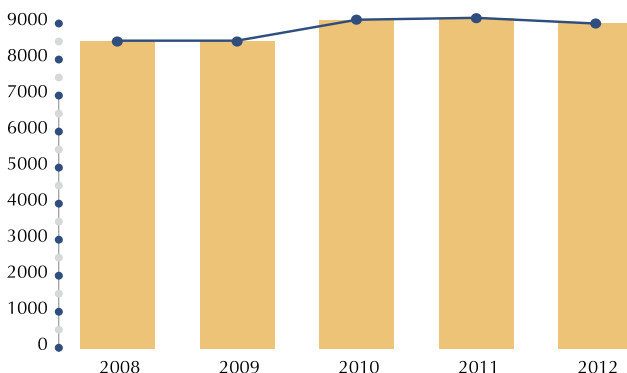


### El sector del refino en España en el contexto económico

Durante los últimos años se han realizado importantes inversiones en el sector del refino (superando los 6.000 M€ en el período 2008-2011, según datos de la AOP) destinadas no sólo al aumento de la capacidad, ya mencionado anteriormente, sino también como respuesta a cambios en la demanda de derivados y para la mejora de la calidad de los combustibles. Más concretamente, la dieselización de la demanda ha llevado a desarrollar refinerías tipo “cokers” capaces de transformar fuelóleos y gasóleos pesados en diesel. Asimismo, con el fin de reducir el contenido en azufre de los productos derivados, se ha invertido en plantas de hidrógeno y de hidro desulfuración (HDS/HDT).

Según el número de afiliados al régimen general de la seguridad social (incluyendo a todos los trabajadores de las empresas con capacidad de refino y no sólo a las plantas industriales, y excluyendo empleados indirectos), puede verse como el número de trabajadores del sector ha aumentado a lo largo de los últimos años (incremento acumulado del 5,72% entre 2008 y 2012), pese a experimentar un descenso del 1,75% en 2012. Según datos del MINETUR, el empleo en el sector del refino en España tenía en el año 2010 un peso sobre el total de la industria del 0,48% frente al 0,45% de la media de la UE-27.

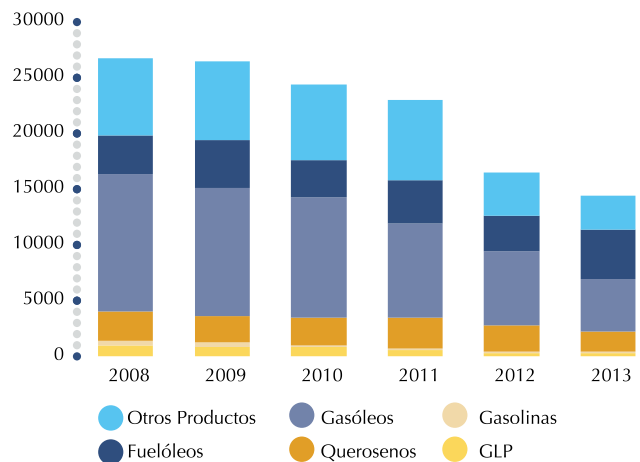
### Número de trabajadores en el sector refino en España



La evolución de las importaciones y exportaciones de productos derivados del petróleo durante los últimos años muestra un importante descenso de las primeras así como un fuerte incremento de las segundas, siendo los gasóleos el tipo de producto petrolífero que tiene un mayor peso en ambos casos. Esta tendencia es especialmente marcada en los años 2012 y 2013, en los cuales el saldo se vuelve netamente exportador. Este hecho se ve reflejado en la evolución del peso del sector del refino en la balanza de pagos española respecto al total del sector industrial. En el año 2011, este indicador fue del 6,09% y del 6,17% para las exportaciones y las importaciones respectivamente; mientras que los valores para el año 2012 fueron de 7,2% y 5,4%.

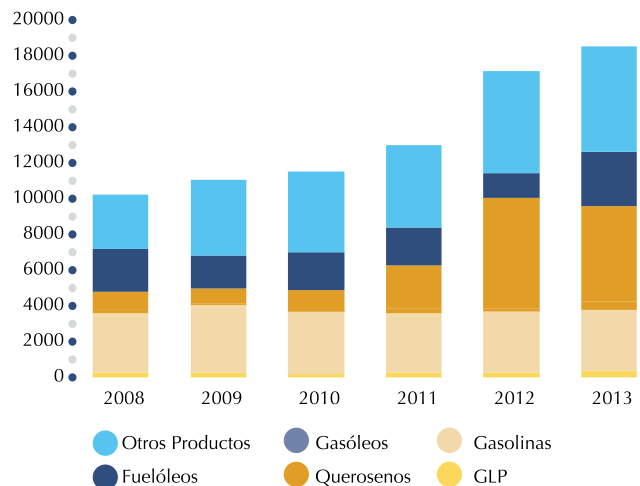
### Importaciones productos petrolíferos en España

Miles de toneladas



### Exportaciones productos petrolíferos en España

Miles de toneladas



Fuente: CORES





## Observatorio de Energía y Sostenibilidad en España

26 de marzo de 2014