

Observatorio de Energía y Sostenibilidad en España

Informe basado en indicadores

Edición 2015

Observatorio de Energía y Sostenibilidad

Edición 2015

Equipo de redacción

José Bellver, Adela Conchado, Rafael Cossent, Alessandro Danesin, Pedro Linares,
Ignacio Pérez-Arriaga, José Carlos Romero

Agradecimientos

Los autores del informe agradecen la colaboración del Ministerio de Agricultura, Medio Ambiente y Alimentación por facilitar datos relativos a las emisiones de contaminantes. Por supuesto, la responsabilidad de los posibles errores y omisiones corresponde únicamente a los autores del informe.

Índice

Prólogo de la Dirección de la Cátedra BP de Energía y Sostenibilidad	7
El Observatorio de Energía y Sostenibilidad en España	11
Indicadores energéticos en 2014	12
Fuentes, transformaciones y usos finales de la energía en España, 2014	17
Origen de las emisiones de CO ₂ en el sector energético español, 2014	17
Flujos económicos en el sector energético español, 2014.....	17
Incorporación de las externalidades al sector energético español, 2014	18
Balance exergético en el sector energético español, 2014	18
Tablas de datos.....	24
Notas.....	25

Prólogo de la Dirección de la Cátedra BP de Energía y Sostenibilidad

La Política Energética en España en 2015

El mayor acontecimiento del año 2015, desde la perspectiva de la sostenibilidad en general y la del modelo energético en particular, fue sin duda la aprobación en diciembre del Acuerdo de París, por la vigésimo primera Conferencia de las Partes (COP21) de la Convención Marco sobre Cambio Climático de Naciones Unidas. El Acuerdo es un hito muy importante en la lucha contra el cambio climático, ya que por primera vez todos los países se comprometen a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero, y a hacerlo de forma transparente para el resto, citando el objetivo “aspiracional” de limitar el incremento de temperatura media respecto a la época pre-industrial a 1,5°C. El Acuerdo supone un impulso importante para las dinámicas que ya estaban en marcha en muchos países, y consagra el papel central de las INDC (Intended Nationally Determined Contributions) en la arquitectura institucional.

Se ha dicho del Acuerdo que “en comparación con lo que podría haber sido, es un milagro; en comparación con lo que debería haber sido, es un desastre” (George Monbiot). El Acuerdo se ha centrado en la mitigación del cambio climático, pero ha olvidado la adaptación, en particular la financiación necesaria para acometer tareas necesarias de adaptación en países que carecen de los recursos para dedicar a actuaciones básicas para el bienestar de su población. El Acuerdo dice que se aspira a limitar el incremento de temperatura a 1,5%, pero los compromisos actuales de los países conducen a un crecimiento esperado muy superior, que habrá de revisar periódicamente cada cinco años. Los procedimientos estipulados de transparencia y verificación son vinculantes, pero los objetivos concretos nacionales y los mecanismos para cumplirlos son fijados por cada país. No se establece el reparto del fondo de financiación climática (cien mil millones de euros, como mínimo) que deben aportar los países desarrollados para incentivar el necesario cambio de modelo económico y energético. La energía, a pesar de su importancia en el cómputo total de las emisiones de gases de efecto invernadero, apenas se menciona en el Acuerdo.

Lo conseguido en la COP21 es el primer paso, pero ahora hace falta desarrollar todos los sistemas de reporte y verificación, dotar los fondos de adaptación y de transferencia de tecnología, y sobre todo, diseñar las políticas nacionales para alcanzar los objetivos propuestos en las INDC e ir más allá, ya que las actuales INDC distan mucho de lo que es necesario para mantener el calentamiento global en el rango considerado seguro, según el acuerdo unánime de los expertos.

En la política energética europea lo más destacado ha sido el programa de que la Comisión presentó en febrero de 2015, y con el que pretende lograr una verdadera Unión de la Energía que proporcione energía de forma segura, sostenible, competitiva, a un precio asequible “y con una política de cambio climático orientada al futuro”. Las prioridades de este programa están plenamente alineadas con un modelo energético más sostenible: i) seguridad energética, solidaridad y confianza entre los estados miembros; ii) un mercado eléctrico europeo plenamente integrado; iii) eficiencia energética que contribuya a la moderación de la demanda; iv)



Ignacio Pérez Arriaga



Pedro Linares

descarbonización de la economía; y v) investigación, innovación y competitividad. En los próximos meses está prevista la publicación de la legislación que desarrolle esta ambiciosa iniciativa.

Mientras en España, en un año electoral como fue 2015, no eran de esperar actuaciones de relevancia en política energética. No obstante, sí se publicaron algunas disposiciones de importancia, aunque desgraciadamente con el formato, ya por habitual no más aceptable, de Real Decreto por la vía de urgencia.

En mayo se modificó la Ley de Hidrocarburos, con el objetivo fundamental de favorecer la exploración y explotación de hidrocarburos en España. Para ello se han introducido incentivos para las Comunidades Autónomas y las Entidades Locales, y para los propietarios de los terrenos se han establecido compensaciones anuales en función de la producción anual. Hemos de hacer notar, en primer lugar, que la estructura competencial de las administraciones públicas en España hace compleja una normativa de este tipo, ya que la mayoría de las atribuciones sobre la exploración y explotación de hidrocarburos residen en las Comunidades Autónomas, que de hecho ya han expresado en algunos casos su negativa a permitir esta actividad en su territorio. Por tanto, no está clara la efectividad de los cambios que se han introducido. En segundo lugar, hay que advertir que, en un mercado global como es el de los hidrocarburos, la explotación en España de recursos locales no permitiría gozar de precios más bajos ni más estables para los mismos.

La nueva ley también modificó el plazo máximo de los contratos de abanderamiento de las estaciones de servicio, reduciéndolos a un año. Si bien esta medida favorece la competencia entre operadores, la duración puede ser excesivamente corta para garantizar la seguridad y el medio ambiente en las instalaciones, al no permitir recuperar adecuadamente las inversiones necesarias. En Europa de hecho esta duración está establecida en 5 años.

En diciembre se puso en marcha el mercado mayorista de gas organizado, y también se publicó el Real Decreto (otro más) de biocarburantes, por el que se eliminan los objetivos individuales para bioetanol y biodiesel, y se reduce el objetivo general para 2016 (4.3% frente a 5%), aprobándose un crecimiento hasta el 8.5% para 2020.

En el sector eléctrico, las variabilidades climatológicas y el desarrollo económico, unidos a decisiones explícitas de política energética han conducido en 2015 a una evolución claramente desfavorable de los indicadores de sostenibilidad energética. Por primera vez desde 2010 el consumo de electricidad ha registrado una tasa de crecimiento positiva (1,9%), después de cuatro años consecutivos de descenso. El producible hidráulico ha sido muy inferior al valor medio histórico, con un descenso del 28,2% res-

pecto al año anterior. No se ha instalado nueva generación eólica en 2015 y la producción ha disminuido en 5,3%, contribuyendo un 19,1% a la cobertura de la demanda nacional, en tercer lugar tras la nuclear (21,7%) y el carbón (20,3%). Sin adiciones apreciables, la solar fotovoltaica ha contribuido a la cobertura en un 3,1% y la solar térmica en 2,1%. El hueco dejado por la reducción de hidráulica y eólica ha sido fundamentalmente cubierto por centrales de carbón, que con los actuales precios internacionales de los combustibles fósiles resultan ser más económicas que las abundantes y escasamente utilizadas plantas de ciclo combinado de gas, con mucho menor impacto ambiental. Aquí sí que existen grados de libertad para la política energética española, que ha apoyado la tecnología del carbón desde hace décadas de forma continuada. Ya va siendo hora de que los sucesivos gobiernos de España enfrenten el problema de la necesaria transformación de las comarcas mineras de carbón con criterios de sostenibilidad en su múltiple dimensión social, económica y medioambiental.

De acuerdo a los datos más recientes de IRENA (International Renewable Energy Agency), durante el año 2015 la potencia instalada mundial de generación de electricidad con tecnologías renovables ha crecido un 8,3% con un total de 152 GW, fundamentalmente eólicos (63 GW), solar (47 GW) e hidráulico (35 GW). En España, que ha sido un líder mundial en la producción solar y eólica, el crecimiento de la potencia renovable instalada ha sido prácticamente inexistente desde la decisión del Gobierno de interrumpir las ayudas a las renovables en el Real Decreto de Renovables de junio de 2014, ya anunciada en el paquete de la “reforma eléctrica” de 2013. De ser un país pionero en generación eólica y solar –en este último caso con los errores regulatorios bien conocidos, que ya se han comentado en ediciones pasadas de este Observatorio–, España ha pasado a ser advertida por la Comisión Europea de que no está en camino de cumplir los objetivos fijados para el año 2020.

Finalmente, en octubre se convocó una subasta con la que se daba fin a la moratoria de los últimos tres años a las ayudas a las renovables. El instrumento regulatorio escogido –la subasta– está en línea con la tendencia actual a escala mundial, y en Europa específicamente. Tanto la Guía de Ayudas de Estado de la UE como el debate en torno a la nueva Directiva de Energías Renovables permiten anticipar que las subastas serán el sistema principal para promover el cumplimiento de los objetivos renovables en el horizonte 2030 en la UE.

En la subasta española se aceptaban ofertas para percibir una prima con respecto al precio de mercado (determinada en forma de rentabilidad razonable sobre el capital invertido). Se subastaban 500 MW de energía eólica y 200 MW de energía de biomasa. En enero de 2016 se celebró la subasta, con un resultado peculiar e inesperado: los ganadores no solicitaron prima alguna e incurrieron en el riesgo del aval entregado, en caso de no construir. Este resultado anómalo es difícil de interpretar, y probablemente esté asociado a un pobre diseño y ejecución de la subasta, que carecía de un calendario de subastas a futuro, y donde la retribución que se adjudicaba podría revisarse cada 3 ó 6 años. También ha podido influir la presión competitiva tras varios años de moratoria, pues la oferta superó con creces la cantidad ofertada. Lo que la subasta ha demostrado es la cercanía a la viabilidad económica a precios de mercado de algunas tecnologías renovables en España.

La regulación del autoconsumo

En octubre se aprobó el Real Decreto RD 900/2015 sobre autoconsumo, en el que se introdujo el llamado “impuesto al sol”, que tanta reacción en contra ha suscitado. Vaya por delante que se trata de un tema complicado, en el que los argumentos simplistas pueden convencer a algunos, pero no pueden ser correctos en un asunto tan complejo. Es posible un diseño aproximadamente correcto de la tarifa eléctrica con un cargo fijo (€/mes), otro por potencia (€/kW) y otro por energía (€/kWh) solamente a partir de dos datos por consumidor (la potencia contratada y el consumo de electricidad bimensual), pero únicamente cuando los perfiles de utilización de los usuarios son todos muy semejantes. Esta homogeneidad de los perfiles desaparece en cuanto estos usuarios instalan generación local, baterías o vehículos eléctricos, y se necesita la información de los perfiles horarios de consumo neto (demanda menos generación, que puede ser negativo) que proporcionan los contadores avanzados netos de los que dispondrán, en unos pocos años, todos los usuarios del sistema eléctrico. Sin esta información es imposible determinar correctamente lo que cada usuario de red debe pagar o recibir.

El problema se complica aún más cuando la tarifa eléctrica, además de incluir los verdaderos costes de suministro eléctrico (i.e. los costes de generar la electricidad, transportarla y venderla), contiene otros costes que no guardan relación con el consumo del usuario (e.g. subvenciones a energías limpias para mitigar el cambio climático, al carbón nacional, a la tarifa social o a la eficiencia energética, pagos por errores regulatorios o de planificación cometidos años atrás, etc.). Entonces toda reducción del consumo, ya sea por utilizar electrodomésticos eficientes, apagar luces innecesarias o instalar un panel solar en el tejado, evita el pago de estos “costes regulatorios” y transfiere su pago al resto de los consumidores. Al añadir más y más cargos regulatorios a la tarifa eléctrica, el Gobierno tiene como efecto secundario el incentivar la generación distribuida así como el ahorro de energía. Y al legislar el “impuesto al sol” el Gobierno carga indiscriminadamente costes tanto al que hace incurrir en más costes al sistema eléctrico como al que los reduce, porque actuando a través de dos únicos datos es imposible diferenciar una situación de la otra.

Es un problema sin solución si nos empeñamos en resolverlo con las herramientas del pasado, pues ahora de lo que se trata es de cómo asignar los costes en el sistema eléctrico del futuro, donde los dispositivos de consumo, producción y almacenamiento distribuido estarán por todas partes.

El Gobierno, con el Real Decreto de autoconsumo, ha tratado de ponerle puertas al campo, con una medida que mejora un aspecto del problema, empeora otros y se mete en una senda –el figonear más allá del punto de conexión del usuario– plagada de dificultades en un mundo futuro de recursos energéticos distribuidos, que se está haciendo presente a pasos agigantados. Como dijimos el año pasado, sería mejor tomarse el problema –que lo hay– con más calma, acelerar el despliegue de contadores avanzados a todos los usuarios, eliminar de la tarifa los conceptos que no le corresponden, pasándolos por ejemplo a los Presupuestos Generales del Estado, y diseñar un sistema correcto de tarifas que haga uso del perfil real de utilización de cada agente conectado a la red.

El Gobierno debiera aprovechar otra normativa que también se aprobó en octubre, como es la facturación por horas de la electricidad, que introduce al fin, aunque sólo para los usuarios que disponen de contadores inteligentes, las señales necesarias para que estos usuarios desplacen sus consumos en el tiempo de forma eficiente. Son pasos en la dirección correcta, por delante de la mayor parte de los países del mundo, y que, utilizados correctamente, podrían ayudar a resolver satisfactoriamente el problema del consumo neto.

Partidos políticos y modelo energético

Este informe ha venido insistiendo, año tras año, en que un modelo energético sostenible requiere de seguridad jurídica y compromiso con una visión de futuro respetuosa con los grandes objetivos medioambientales para atraer a los inversores en tecnologías limpias, así como de regulaciones específicas que promuevan la innovación y la eficiencia para conseguir precios competitivos de la energía. Se necesita un modelo energético de largo plazo consensuado a nivel estatal. En diciembre tuvieron lugar las elecciones generales, a las que los distintos partidos políticos concurren con programas electorales en los que se incluían numerosas referencias a la energía y la sostenibilidad. Un resultado innegable de las elecciones es la necesidad de pactar, y la convergencia entre los programas de los partidos en materia energética es un indicador positivo acerca de la futura seguridad jurídica y de la prioridad asignada a la sostenibilidad del modelo energético resultante. Un análisis detallado sería excesivo para este documento de resumen, así que nos centraremos en las similitudes y diferencias entre los cuatro partidos más votados, y solamente en algunas de sus políticas energéticas y medioambientales.

En general hay bastantes elementos de confluencia, pero más bien entre los partidos actualmente en la oposición. Por ejemplo respecto a la necesidad de una política bien definida de largo plazo. Mientras que el PP solamente plantea una hoja de ruta para cumplir los objetivos de la Unión Europea a 2030, el resto de los partidos plantean la necesidad de elaborar un Plan de Transición Energética (en el caso del PSOE apoyado por un Pacto de Estado, una Comisión y una Ley específicas). Este plan tendría como objetivo la descarbonización del sector energético español, mediante el impulso de las energías renovables y el ahorro y la eficiencia energética, así como de la generación distribuida. Podemos además cuestiona la Unión Energética Europea, planteando una propuesta alternativa. Podemos y Ciudadanos incluyen también entre sus propuestas el fomento de la investigación e innovación en energía, un elemento central también para el largo plazo.

Los tres partidos actualmente en la oposición plantean reformas radicales del funcionamiento y diseño del mercado eléctrico, algunas incompatibles con las Directivas europeas que lo regulan, como sería la vuelta a un modelo basado en el coste de servicio para todas las actividades. Excede el ámbito de este comentario el discutir en detalle estas propuestas. Los tres partidos proponen una auditoría de los costes del sector y Podemos la recuperación por el Estado de las concesiones hidráulicas cuando caduquen.

Sorprende que el PSOE proponga la elaboración de un nuevo Libro Blanco, visto el caso que hizo del anterior.

Los tres partidos de la oposición plantean una reforma significativa de la fiscalidad energético-ambiental. El PSOE plantea un impuesto al CO₂ para los sectores difusos, que alimentaría el fondo verde para la transición energética ya mencionado. Ciudadanos propone una reforma fiscal verde integral, que incluya una fiscalidad más progresiva sobre los hidrocarburos, y la creación de un impuesto ambiental para vehículos, armonizado para todo el territorio, que sustituya al IVTM e IDMT. Podemos hace una propuesta similar a la de Ciudadanos, aunque también incluye explícitamente un precio mínimo para los derechos de emisión de CO₂, y tasas por el uso de infraestructuras.

Respecto a la controvertida regulación del autoconsumo, los tres partidos de la oposición proponen la eliminación de los peajes de respaldo, sin ofrecer una solución válida alternativa, aunque Ciudadanos plantea un cargo de red para la energía excedentaria.

Los programas de todos los partidos coinciden en su apoyo a las energías renovables, con distintos instrumentos, y al ahorro y la eficiencia energética, aunque con distinto entusiasmo. Todos hablan de redes inteligentes y de mejorar la capacidad de decisión del consumidor. También todos plantean un Plan Nacional de Rehabilitación de vivienda, con distintos nombres, medidas y ambiciones. Todos los partidos se comprometen a reducir la pobreza energética, aunque con diversos medios. El PP propone reformar el bono social para que accedan a él todos los consumidores vulnerables, y crear un fondo para proteger a los usuarios en riesgo de exclusión. El PSOE comparte la idea del fondo social, y plantea la tregua invernal e inversiones en ahorro y eficiencia energética. Ciudadanos propone financiar el bono social con cargo a los presupuestos públicos, redefinir los consumidores vulnerables, invertir en eficiencia energética y destinar excedentes del impuesto al autoconsumo al suministro de familias con bono social. Podemos propone la prohibición de corte y también la limitación de pagos, con prohibición explícita a las compañías de repercutir la caída de ingresos al resto de consumidores.

Existen diferencias notables entre todos los partidos respecto al futuro mix de producción de electricidad. Los tres partidos de la oposición plantean prohibir el fracking, pero aparecen discrepancias respecto a las prospecciones de gas y de petróleo, y al cierre de las centrales nucleares y también las de carbón.

En el sector del transporte, que es el que más energía consume y más emisiones de gases de efecto invernadero produce, hay también una diferencia importante entre el PP y el resto de partidos, aunque todos proponen promover el vehículo eléctrico, sin concretar cómo hacerlo. El PP plantea incentivar la movilidad mediante una reducción de la fiscalidad de los combustibles para el transporte, tarifas accesibles para el ferrocarril de alta velocidad y larga distancia, y la mejora de la competitividad del transporte de mercancías por carretera. En cambio, los otros tres partidos proponen cambios de mayor calado: fomento del ferrocarril para transporte de mercancías, centros logísticos intermodales, aparcamientos disuasorios, y en el caso del PSOE y Podemos, restricción de acceso a ciudades. Podemos y Ciudadanos también plantean reformar el IVTM para incluir elementos ambientales.

Y todos los partidos de la oposición proponen fomentar el uso de la bicicleta.

Respecto al mercado de hidrocarburos, el PP propone profundizar en la vigilancia y fomento de la competencia en la distribución de carburantes. Ciudadanos añade la obligación de venta a operadores extranjeros de parte de la red de operadores españoles, y también elevadas multas para prácticas anticompetitivas. El PSOE plantea limitar la cuota de grandes operadores por provincia. Podemos sólo habla en términos generales de reforzar la competencia en el sector energético.

La autoridad reguladora es una pieza fundamental en la seguridad jurídica del sector energético. El PP nada dice en su programa, entendiéndose que mantendría el enfoque actual. El PSOE plantea un regulador único e independiente, que agrupe todos los sectores pero que separe regulación y competencia. Ciudadanos propone crear reguladores separados para energía y telecomunicaciones, que serían seleccionados por una comisión independiente, entre expertos incluso internacionales.

Resaltamos la propuesta de Ciudadanos de convertir el cuidado del medio ambiente en un derecho reclamable ante los tribunales, en su propuesta de reforma constitucional. Y que Podemos plantea convertirlo en un derecho de primera categoría, reformando para ello el artículo 53 de la Constitución.

Finalmente, en una Cátedra de la Universidad Pontificia Comillas no podemos dejar de mencionar un documento que, aunque no puede calificarse de político, sí pensamos que puede tener un alcance incluso mayor. Es la encíclica papal *Laudato Si*, publicada en junio, y en la que el Papa Francisco formula mensajes muy cercanos a los que desde esta Cátedra se vienen planteando desde su fundación. Suena a "música celestial" leer en una encíclica papal que "haré un breve recorrido por los distintos

aspectos de la actual crisis ecológica, con el fin de asumir los mejores frutos de la investigación científica actualmente disponible, dejarnos interpelar por ella en profundidad y dar una base concreta al itinerario ético y espiritual", que se afirme que "el cambio climático es un problema global con graves dimensiones ambientales, sociales, económicas, distributivas y políticas, y plantea uno de los principales desafíos actuales para la humanidad", y que se concluya que "el paradigma tecnocrático ... es el presupuesto falso de que existe una cantidad ilimitada de energía y de recursos utilizables, que su regeneración inmediata es posible y que los efectos negativos de las manipulaciones de la naturaleza pueden ser fácilmente absorbidos". La encíclica sugiere que "la espiritualidad cristiana propone un modo alternativo de entender la calidad de vida, y alienta un estilo de vida profético y contemplativo, capaz de gozar profundamente, sin obsesionarse por el consumo. Se trata de la convicción de que menos es más. La sobriedad que se vive con libertad y conciencia es liberadora".

El Papa hace un llamamiento a la conversión ecológica de creyentes y no creyentes, recordándonos que todo está conectado, y que no puede hablarse de crisis separadas, sino de una única crisis económica, social y ambiental. También subraya la importancia de la ciencia para el progreso de la humanidad, pero una ciencia sustentada en valores. Eso tratamos humildemente de hacer desde esta Cátedra, y concretamente desde el Observatorio de Energía y Sostenibilidad.

Ignacio J. Pérez-Amago



El Observatorio de Energía y Sostenibilidad en España

Presentación

Es una satisfacción para la Cátedra BP de Energía y Sostenibilidad presentar la novena 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 encuentran 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 el tercer tipo de indicadores mencionado anteriormente: las variables endógenas. Estas son principalmente las siguientes: el consumo de energía agregado y por sectores, las emisiones de CO₂ asociadas a ese consumo, los flujos económicos que se generan en el sector energético como resultado de las actividades que en él se desarrollan y el balance exergético obtenido aplicando a cada flujo energético una eficiencia exergética media en función de las tecnologías empleadas en los servicios finales. Estos cuatro grupos de variables endógenas se presentan respectivamente en cinco diagramas de Sankey, que proporcionan de una manera gráfica una información muy valiosa sobre los flujos de energía, las emisiones de CO₂, los flujos económicos, tanto monetarios como considerando los costes externos, y el balance exergético, asociados al sector energético español. 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://www.comillas.edu/es/catedra-bp-de-energia-y-sostenibilidad/presentacion>).

Finalmente, hay que señalar que este informe 2015 recoge en sus tablas y figuras los datos correspondientes al año 2014, que son los últimos oficialmente disponibles en España para indicadores energéticos y de emisiones de gases de efecto invernadero. Para los datos de flujos económicos del sector energético se utilizan también los datos de 2014. En el caso de algunos indicadores internacionales la serie solamente alcanza hasta 2013.

En algunos casos, como en el de consumo de energía primaria o emisiones de CO₂, se ha actualizado por completo la serie de datos respecto a los valores publicados en el Observatorio 2014 de manera que los indicadores mostrados en este Observatorio sean consistentes con los datos más recientes y consolidados. Es importante tener en cuenta estos cambios al comparar la edición anterior del Observatorio (2014) con esta edición (2015)

Indicadores energéticos en 2014

El consumo de energía primaria global creció un 1,6% entre 2012 y 2013, el línea con lo sucedido los últimos años, mientras que en la UE-15 descendió un 1%. Entre 2013 y 2014, el consumo de energía primaria descendió un 4,66% en la UE-15 y se mantuvo prácticamente constante en España (aumento del 0,26%). En este período, la fracción de la energía primaria mundial que se consume en la OCDE ha seguido descendiendo, situándose en torno al 39% a finales de 2013. Asimismo, el consumo de energía primaria en España se situaría a niveles similares a los de inicios de la década de los 2000 (casi un 8% inferior al consumo en 2007).

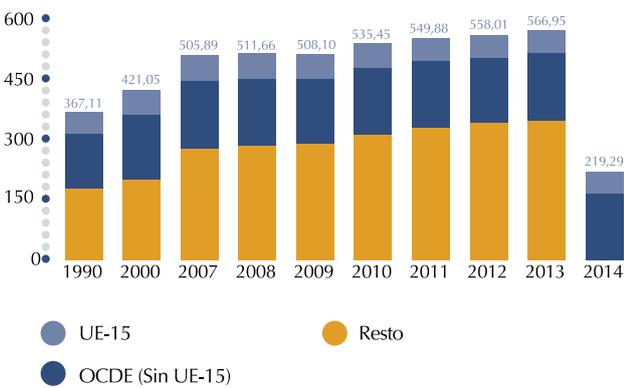
El consumo de energía primaria per cápita en el mundo se mantuvo relativamente estable, con una incremento de apenas el 0,39% entre 2012 y 2013. En gran parte de los países desarrollados, el cambio ha sido de signo negativo. Si nos fijamos en lo ocurrido entre 2013 y 2014, el consumo per cápita se redujo un 1,8% en la OCDE y un 4,7% en la UE-15, manteniéndose casi constante en España.

En cuanto a la intensidad energética, se observa una reducción entre 2012 y 2013 en el caso de la media mundial (1,7%) y en los países de la OCDE (0,5%). En el mismo periodo, en el área UE-15 este índice disminuyó igualmente en un 1,1%. Entre 2013 y 2014, este indicador bajó asimismo tanto en el conjunto de los países de la OCDE (2,9%), como en UE-15 (5,8%) y en España (1,6%).

Pese a este descenso, la intensidad energética en España diverge cada vez más de los niveles de otros países europeos. Entre los años 2000 y 2014, la intensidad energética en la UE-15 se redujo un 22% mientras que en España lo hizo en poco más del 12% (medida a precios constantes de 2010).

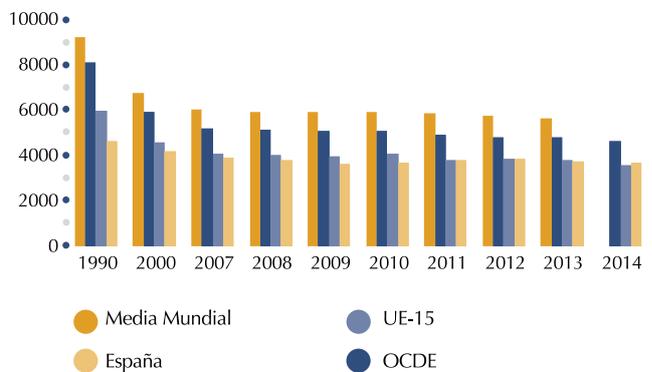
En relación al consumo de energía final, este indicador se mantuvo prácticamente constante en 2014, con una variación de apenas el 0,2% respecto 2013, rompiendo así con la tendencia descendente observada en años anteriores. Por tanto, en el año 2014 en España se han producido aumentos moderados tanto en el consumo de energía primaria como en el de energía final.

Consumo Total de Energía Primaria EJ

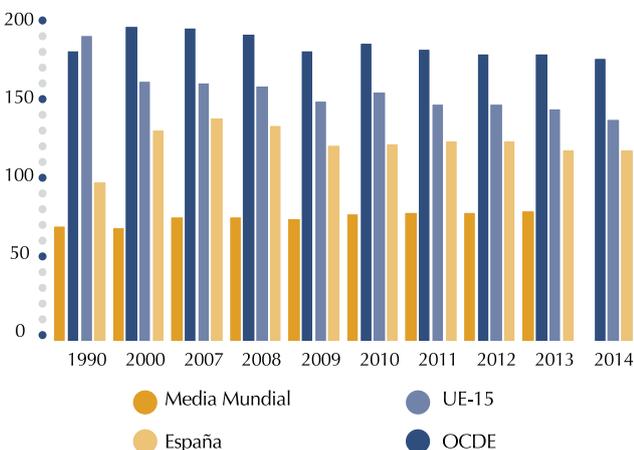


Intensidad energética primaria

GJ/Millón \$ Constantes 2011 PPA

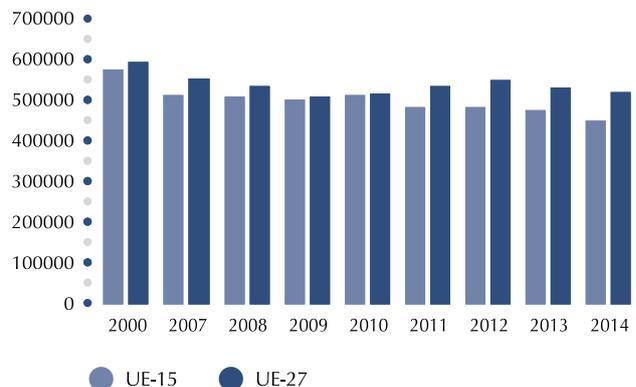


Consumo de Energía Primaria per Cápita GJ/hab



Energía Primaria por PIB - Intensidad Energética

GJ/Millón € constantes 2010



A pesar de ello y como ya hemos indicado anteriormente, se reduce la intensidad energética. Esto se explica en parte por el descenso del consumo de gas natural (reducción de un 9,3% en energía primaria), así como el aumento en el peso de las energías renovables, especialmente la hidráulica y la solar (aumento del 6,3% y más del 16% en energía primaria respecto a 2013). Estos cambios han contrarrestado el aumento del peso del carbón y el petróleo en el último año, si bien es cierto que ambos se mantuvieron todavía en niveles por debajo de los de 2012.

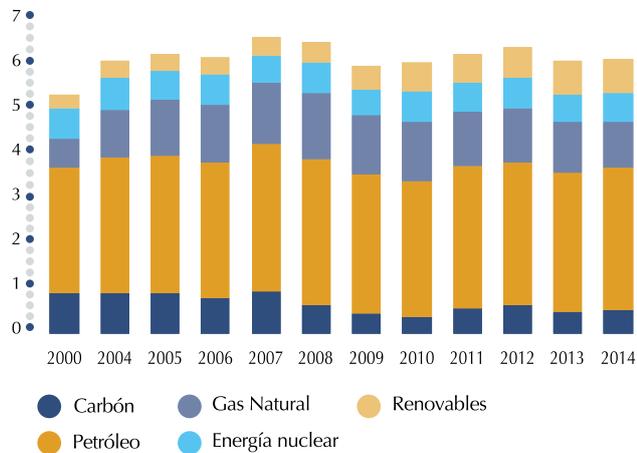
Las energías renovables tuvieron un peso del 12,1% en el mix primario y del 42,8% sobre la producción de electricidad en 2014. La mayor contribución sigue correspondiendo a biomasa, eólica e hidráulica. No obstante, la energía solar ha vuelto a experimentar un crecimiento significativo y se acerca a la hidráulica en cuanto a importancia.

En relación a los flujos energéticos, se produjo un aumento tanto de las importaciones como de las exportaciones, siendo más notable el segundo. Las importaciones totales crecieron un 0,6%, con ascensos relevantes en la importación de derivados

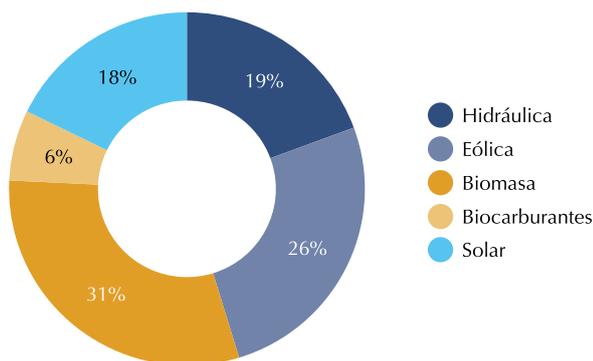
del petróleo (16,6%) y carbón (8,5%). Por el contrario, las importaciones de gas natural cayeron un 9,2%. Este descenso fue debido a una caída de la demanda de gas natural en los sectores residencial, como consecuencia de las altas temperaturas, industrial, originado por los cambios regulatorios que han afectado negativamente a la actividad de cogeneración, y de generación eléctrica, debido a la subida de la producción mediante carbón e hidráulica.

En lo relativo a las exportaciones de energía primaria, éstas aumentaron en un 5,5% debido principalmente a un aumento de casi el 8% en las exportaciones de productos derivados del petróleo. Pese a estas variaciones significativas en las importaciones y exportaciones de productos derivados del petróleo, la actividad del refino se mantiene en niveles similares a los de años anteriores.

Consumo de Energía Primaria en España EJ

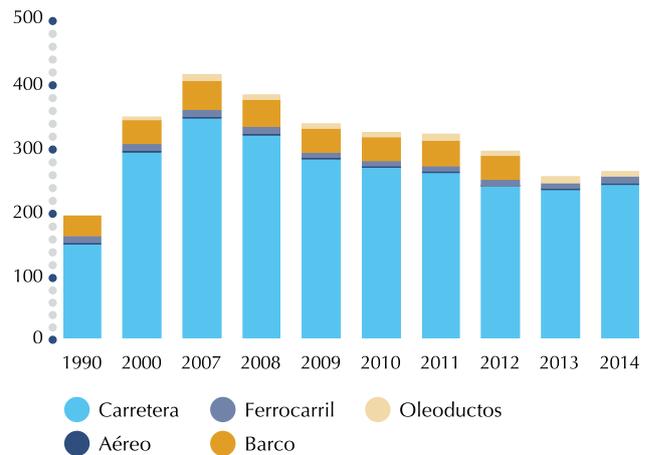


Composición de Energías Renovables en Energía Primaria, 2014



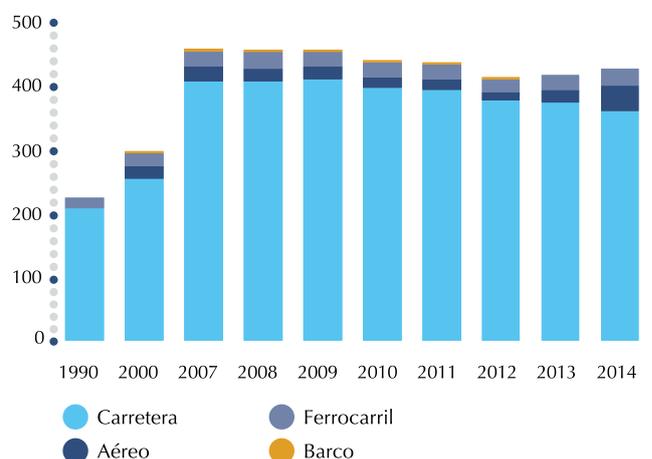
Movilidad interior de mercancías en España

Miles de millones de Tm-km



Movilidad interior de viajeros en España

Miles de millones de viajeros-km



Como resultado, ha aumentado moderadamente la dependencia energética de España respecto del exterior, hasta más de un 86%, continuando España muy por encima de la media europea.

En cuanto al análisis sectorial, cabe destacar que el sector del transporte ha roto con la tendencia descendiente de los últimos años. El transporte de mercancías aumentó un 3,6% en 2014. El transporte aéreo fue el que más creció en términos relativos, si bien el transporte de mercancías por carretera creció más en términos absolutos y continúa representando más del 90% del total.

Por otro lado, el transporte de pasajeros (sin incluir el transporte en barco) en 2014 creció un 2,17% respecto a 2013. Por segundo año consecutivo, el transporte de pasajeros por avión se ha prácticamente duplicado. En cualquier caso, el transporte sigue siendo el sector que más energía consume (más del 22% del consumo total de energía final o cerca del 42% descontando las pérdidas, los autoconsumos y las exportaciones) y el que más emisiones de CO₂ causa (cerca del 26% del total de emisiones y casi el 48% una vez descontadas las emisiones asociadas a los autoconsumos, las pérdidas y las exportaciones). Por tanto, este

sector sigue siendo prioritario en cuanto al diseño de una política energética sostenible.

Las emisiones globales de CO₂ aumentaron en el año 2013 un 2,2% respecto a 2012, sobrepasando los 32 mil millones de toneladas. En los países de la OCDE también crecieron un 1,15%, mientras que en la UE-15 se produjo un descenso del 2,14%. Respecto al año 2000, las emisiones de CO₂ por uso de energía han subido globalmente un 38%, mientras que en los países desarrollados éstas han disminuido (3,3% en la OCDE y 12,7% en la UE-15).

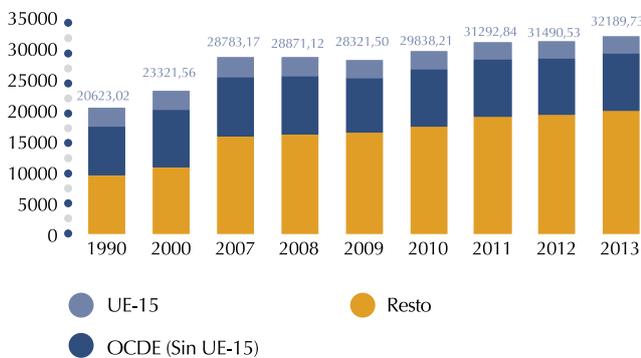
En 2013, las emisiones de CO₂ per cápita en los países OCDE (9,5 tCO₂/habitante) y el nivel medio global (4,5 tCO₂/habitante) continuaron en proceso de convergencia. Las emisiones en la UE-15 y España se situaron entre esos dos valores (6,69 y 5,76 tCO₂/habitante respectivamente) habiendo descendido en ambos casos respecto a 2012.

Globalmente, en 2013 la reducción de la intensidad de las emisiones (emisiones/PIB) ha sido de poco más de un 1%. En el mismo período, la reducción de este indicador ha sido similar en el conjunto de la OCDE y la EU-15 (1,04% y 2,2%), mientras que en España se redujo en casi un 7%.

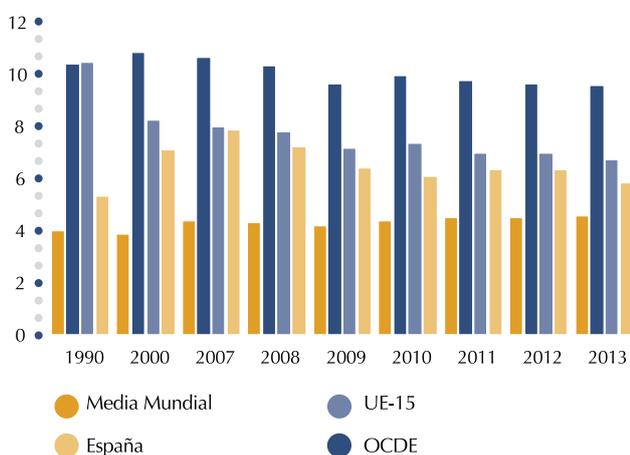
Analizando el caso español en el año 2014 en mayor detalle, las emisiones de CO₂ (neto de exportaciones) crecieron un 0,58%, permaneciendo en torno a los 270 millones de toneladas. Las emisiones per cápita aumentaron ligeramente en 2014 (0,9%). La intensidad de las emisiones (por unidad de PIB) en 2014 registró un leve descenso del 0,8%, mucho menor que el año anterior. Es importante recordar que el consumo de energía primaria creció entre 2013 y 2014, por lo que se puede decir que el índice de carbono del sector energético ha decrecido.

Las emisiones de CO₂ asociadas a energía primaria en 2014 se mantuvieron en niveles similares a 2013 (incremento del 1,46%), debido a que la disminución de las emisiones asociadas al gas natural se vio contrarrestada por el incremento de las emisiones asociadas al petróleo y el carbón.

Emisiones de CO₂ Mt

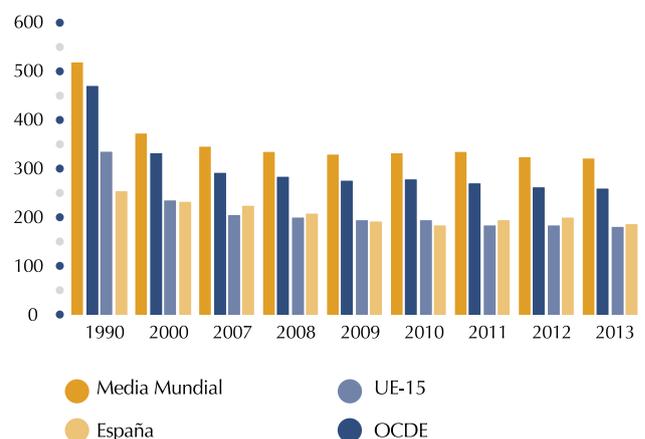


Emisiones de CO₂ per Cápita t CO₂/Hab



Emisiones de CO₂ por PIB - Intensidad de Emisiones

t CO₂/millón \$ constantes 2005 PPA



Debido al alto grado de dependencia energética del exterior mencionado anteriormente, y pese a que 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.

No obstante, en el año 2014 se ha mantenido la tendencia observada en 2013 y la factura energética española ha vuelto a descender. Más concretamente, los gastos directos en energía primaria bajaron en 2014 un 4% con respecto a 2013. El principal motivo de esta disminución se encuentra en el descenso generalizado de los precios finales de la energía ocurrido entre 2013 y 2014.

El precio del barril de crudo Brent disminuyó un 8,9%, el precio medio de la tonelada de carbón (75,4US\$) disminuyó un 7,7%, y el gas natural en el mercado europeo (tomando el mercado alemán como referencia) bajo más de un 15% hasta los 9,1US\$ por millón de BTU. Es de destacar la diferencia con el precio del gas natural en EE.UU., donde el precio medio del Henry Hub du-

rante 2013 fue significativamente menor (4,35US\$/Millón BTU); o con el de en Japón, donde el precio medio del gas natural licuado fue sensiblemente mayor (16,33US\$/Millón BTU).

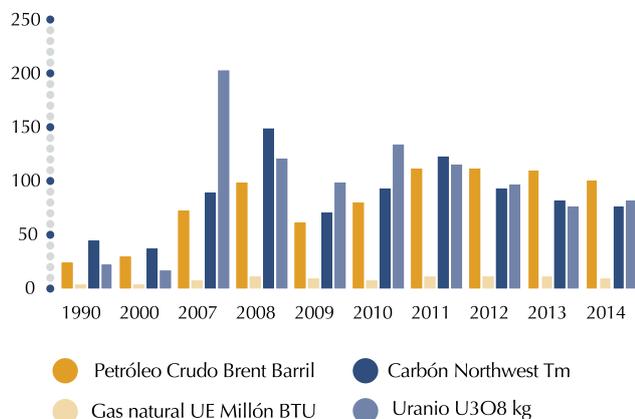
Este descenso (medido a partir del índice compuesto de precios de la Agencia Internacional de la Energía) ha sido mayor en Europa que en el resto de los países de la OCDE, siendo éste menos acusado en España. De hecho, el promedio de los precios finales en España continúa siendo más elevado que en el resto de países de la OCDE y en Europa.

Tras años de sucesivas e importantes subidas anteriores al año 2012, los precios finales de la electricidad para el sector residencial prácticamente no variaron entre 2013 y 2014 en España, experimentando, al igual que en la UE-28, un ligero incremento. Por el contrario, se observó un descenso notable de los precios de la electricidad para los consumidores industriales, con bajadas del 2,6% en España y del 4,3% en la UE-28.

Respecto a los precios del gas, éstos crecieron nuevamente en 2014 para el sector doméstico, al igual que en años anteriores (5,6% y 2,2% en España y la UE-28 respectivamente). En

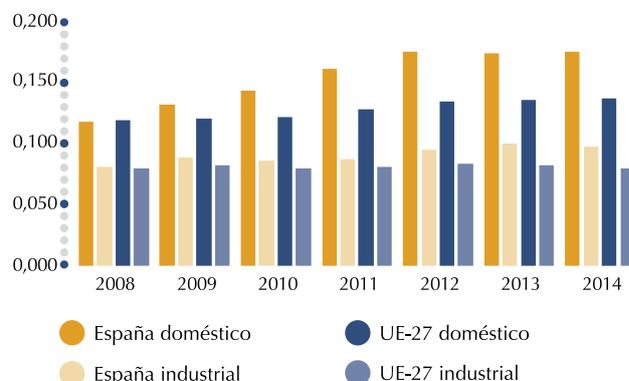
Precios de los recursos energéticos

Dólares corrientes por unidades respectivas



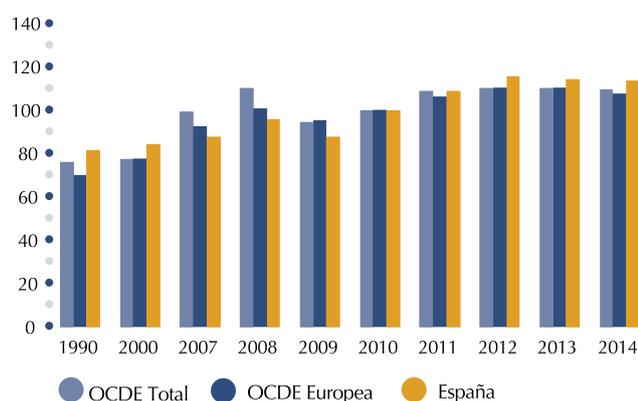
Precios de la Electricidad

€ corrientes/kWh sin impuestos



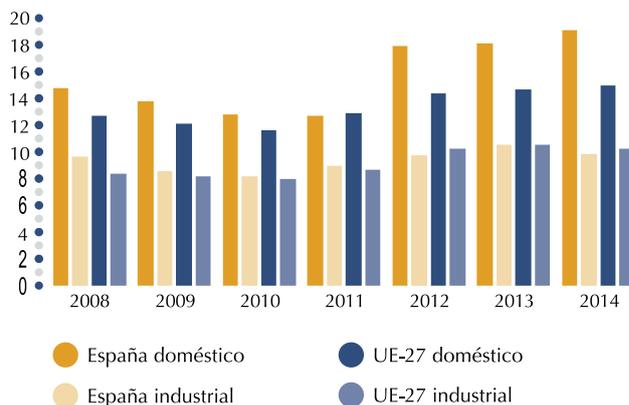
Índice de precios "Total Energy" real de la IEA

Valor relativo, base 100



Precios del Gas Natural

€ corrientes/GJ sin impuestos



cambio, los precios del gas para los consumidores industriales siguieron la evolución opuesta, descendiendo tanto en España (7%) como en la UE-28 (2,4%).

Los precios de los derivados de petróleo en España descendieron en línea con la caída de los precios internacionales del crudo y se mantienen por debajo de la media de UE-28, fundamentalmente por la menor fiscalidad española.

El precio promedio del CO₂ en el marco de referencia del European Trading Scheme (ETS), rompió con la tendencia a la baja experimentada en este mercado desde el año 2010, aumentando desde los 4,45€/t, hasta los 5,96€/t en 2011, todavía lejos de sus valores más altos.

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 CO₂, SO₂, NO_x 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.

Asimismo, la gran mayoría de los costes externos provinieron de los contaminantes tradicionales (SO₂ y NO_x). 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 CO₂.

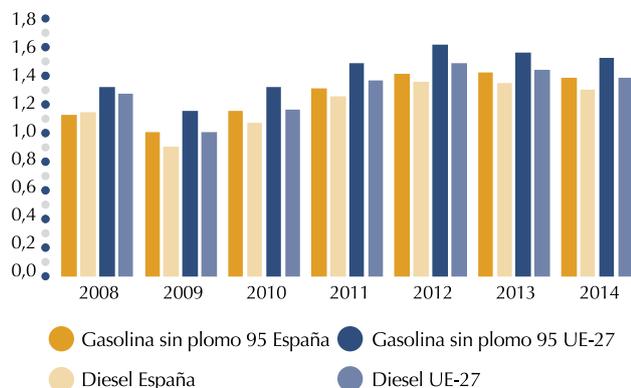
El último lugar, analizando los flujos exergéticos correspondientes al sector energético español en 2014, resulta interesante evaluar el efecto sobre los usos finales. En 2014, del total de la exergía que llegó a los tres sectores de usos finales, tan solo el 14% resultó en trabajo útil. Si se desagrega este dato por sectores se obtiene que en el sector terciario solo el 9% de la exergía final es directamente transformada en trabajo útil, en el sector industrial ese porcentaje aumenta al 14% y en el de transporte alcanza el 19%. Este dato pone de manifiesto que existe un gran margen de mejora en la eficiencia de los usos finales energéticos, tanto desde las tecnologías que se utilizan como desde las fuentes primarias empleadas.

En vista de estos indicadores, puede decirse que el año 2014 el sistema energético español ha mostrado una evolución, desde la perspectiva de la sostenibilidad energética, peor que la observada en el año 2013. Por un lado, han subido las emisiones de CO₂, ha aumentado la demanda de energía primaria y final, y ha crecido la dependencia energética del exterior. En cambio, se ha mejorado en lo relativo a la intensidad energética (aunque menos que en Europa) y la intensidad de carbono, y se ha reducido un año más la factura energética (en gran medida por el descenso generalizado de los precios).

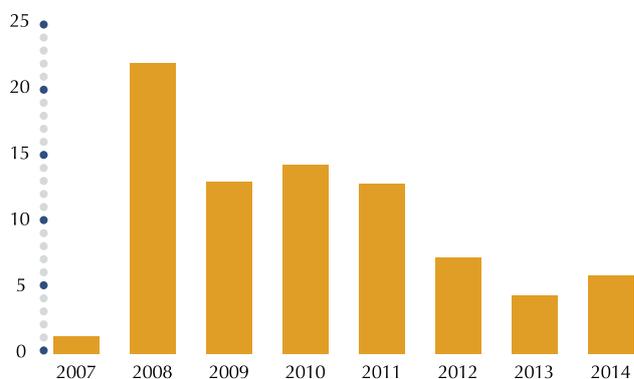
Esperemos que la tendencia mostrada en los últimos años por los indicadores que se acaban de mencionar pueda continuar por el mismo camino, ojalá de manera más acusada, más allá de las circunstancias coyunturales, apostando por una mayor contribución de las energías renovables y del ahorro y la eficiencia energética.

Precios de los Carburantes

€ corrientes/l con impuestos



Precio medio ponderado anual del CO₂ en Europa €/tCO₂



Fuentes, transformaciones y usos finales de la energía en España, 2014ⁱ⁻ⁱⁱ

El primer diagrama de Sankey que se presenta en este informe es el correspondiente a los flujos energéticos en España en el año 2014 y su variación respecto a 2013. 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 a un diagrama de Sankey clásico: a) El grosor total agregado de los dife-

rentes 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.

Origen de las emisiones de CO₂ en el sector energético español, 2014ⁱⁱⁱ

En el caso de las emisiones de CO₂ 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 CO₂ asociadas a este sector, una información no habitual en los inventarios de emisiones al uso.

Se presentan los valores correspondientes a 2014 y sus variaciones respecto a 2013. De forma análoga a como ocurría en el diagrama de energía, el valor total agregado de los flujos de CO₂ en cada fase se mantiene constante (para poder evaluar las im-

portancias relativas del contenido en carbono en cada proceso), y se ha llevado a cabo una desagregación de las emisiones de cada sector en subsectores.

Este mismo diagrama podría elaborarse utilizando las emisiones de CO₂ del ciclo de vida de los combustibles, lo que básicamente implicaría un aumento del grosor de los flujos de CO₂ 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, 2014^{iv}

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 consistir combinando distintas fuentes, no siempre homogéneas.

Otra interpretación interesante de este 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, 2014^v

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 cuantificar e incluir todos los costes externos, por lo que sólo se han considerado aquellos más significativos: los debidos a las emisiones de CO₂, de SO₂, de NO_x, y de partículas. Este año hemos modificado la fuente de los precios de la externalidad. Hemos utilizado un estudio reciente del FMI, que resulta en unos costes mayores que los utilizados en ediciones pasadas.

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.

	Emisiones (Miles de Toneladas)	Precio Externalidad (Euros por Tonelada)	Coste Total estimado (Millones de euros)	Contribución relativa
CO ₂	243.659	30	7.334	32%
NO _x	762	14.000	10.668	46%
SO ₂	215	18.000	3.861	17%
PM10	60	22.000	1.323	6%

Balance exergético en el sector energético español, 2014

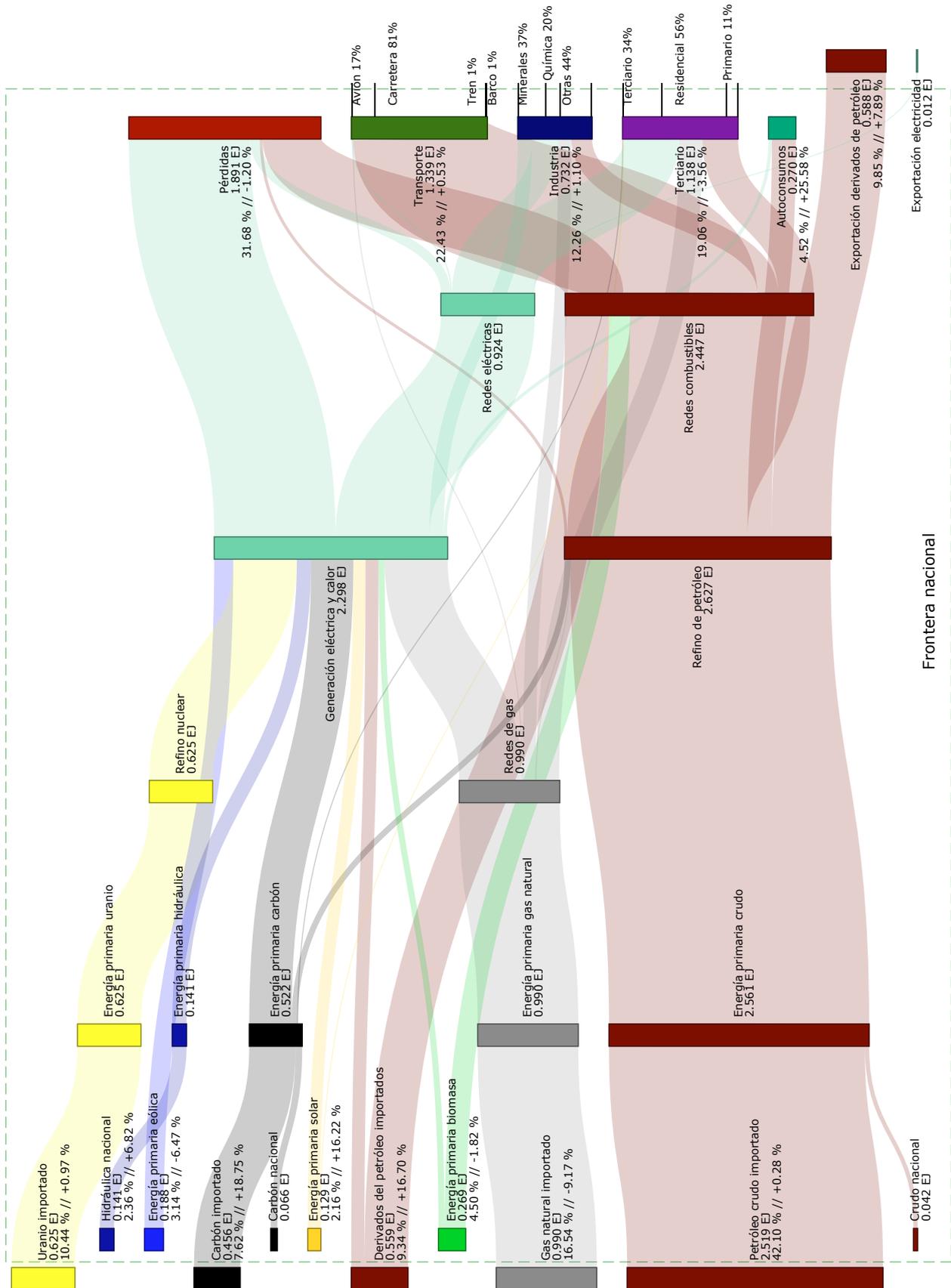
La exergía es una función de estado termodinámica que mide la energía útil presente en cualquier fuente o flujo energético. Dicho de otra manera, la exergía de una fuente o flujo energético es la capacidad de dicha fuente o flujo para convertirse en trabajo útil. Este hecho hace que muchos autores se refieran a la exergía como una medida de la "calidad" de la energía. Siguiendo esta definición, el diagrama Sankey exergético para el sector energético español que se presenta este año transforma cada flujo energético en un flujo exergético, desde las fuentes de entrada a los usos finales, pasando por las etapas de transformación y transporte. Esta transformación se consigue aplicando a cada flujo una eficiencia exergética media en función de las tecnologías empleadas en los servicios finales.

La principal aportación de este diagrama respecto de los anteriores es la evaluación de la energía de los usos finales según su

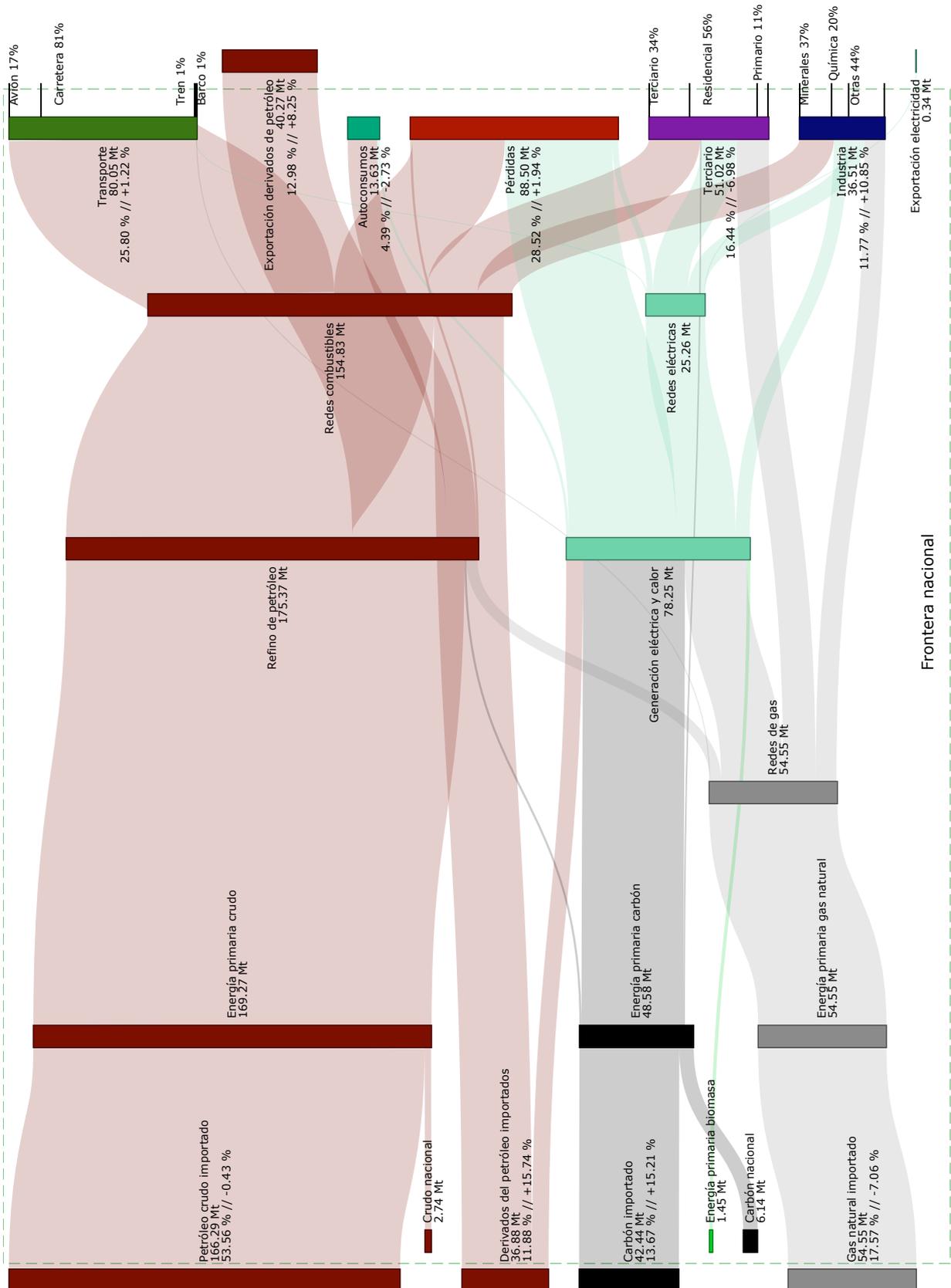
eficiencia exergética. Puede verse en el diagrama que, analizada en estos términos, sólo una parte reducida de la energía destinada a los usos finales es efectivamente aprovechada. Constatar este hecho abre un amplio abanico de análisis que puede llevar a la adopción de nuevas medidas de eficiencia en los usos finales de la energía que conlleven una mejora en estos ratios.

De la misma forma, un análisis comparado de este diagrama con el diagrama económico del sector puede aportar interesantes lecciones de cara a una mejor comprensión de la vinculación entre el valor termodinámico de un flujo energético y su valor monetario.

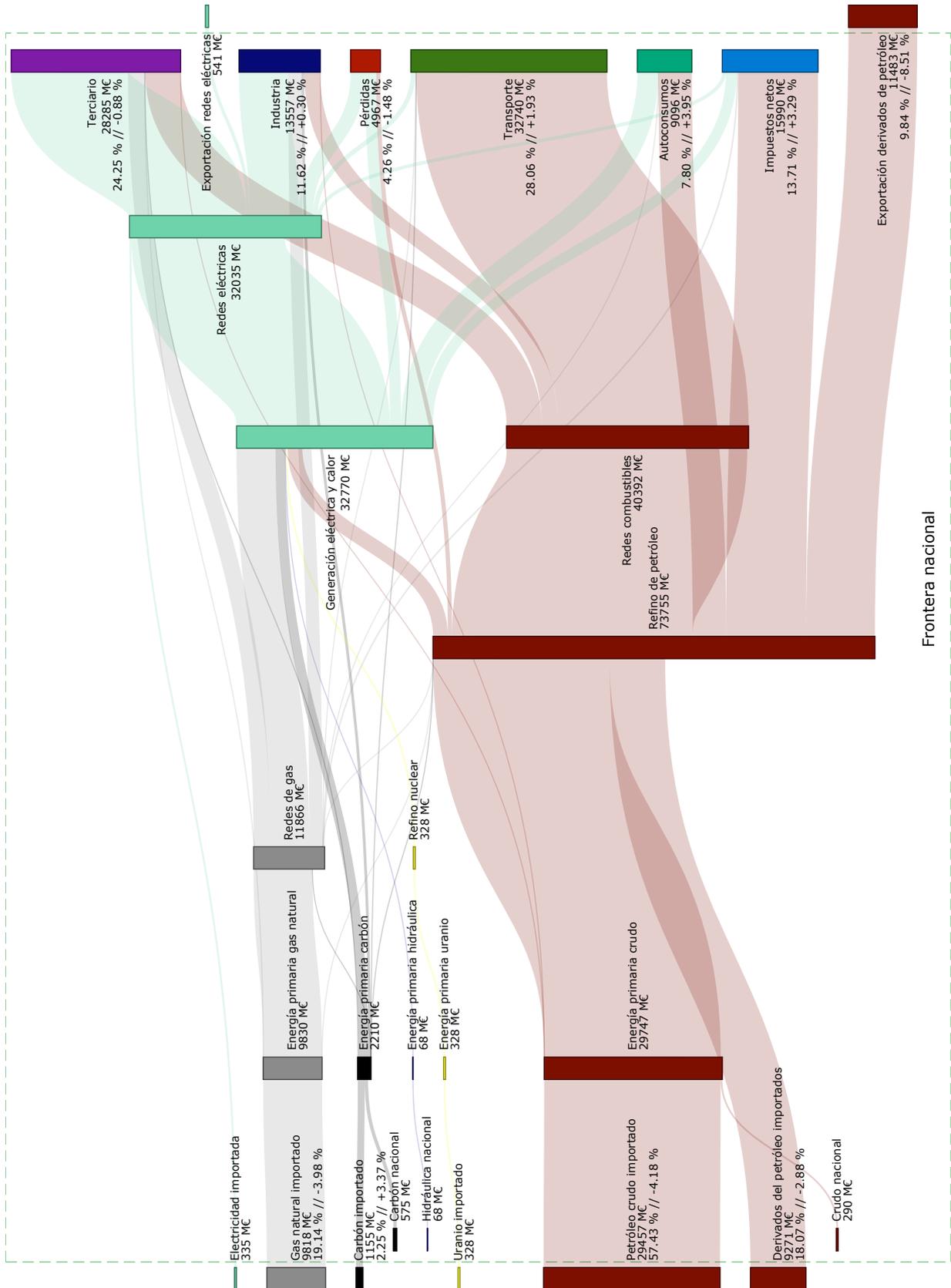
Fuentes, transformaciones y usos finales de la energía en España, 2014



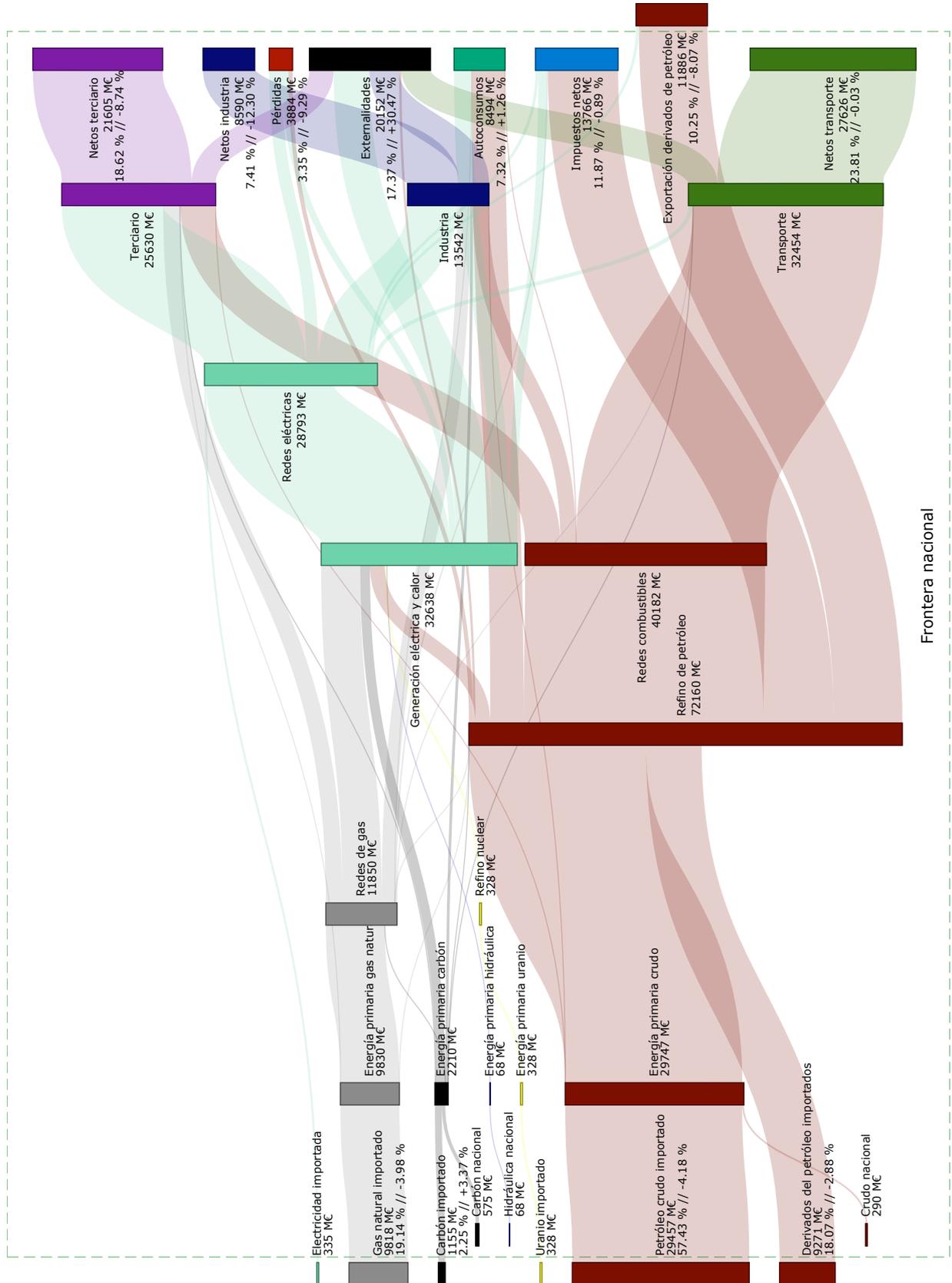
Origen de las emisiones de CO₂ en el sector energético español, 2014



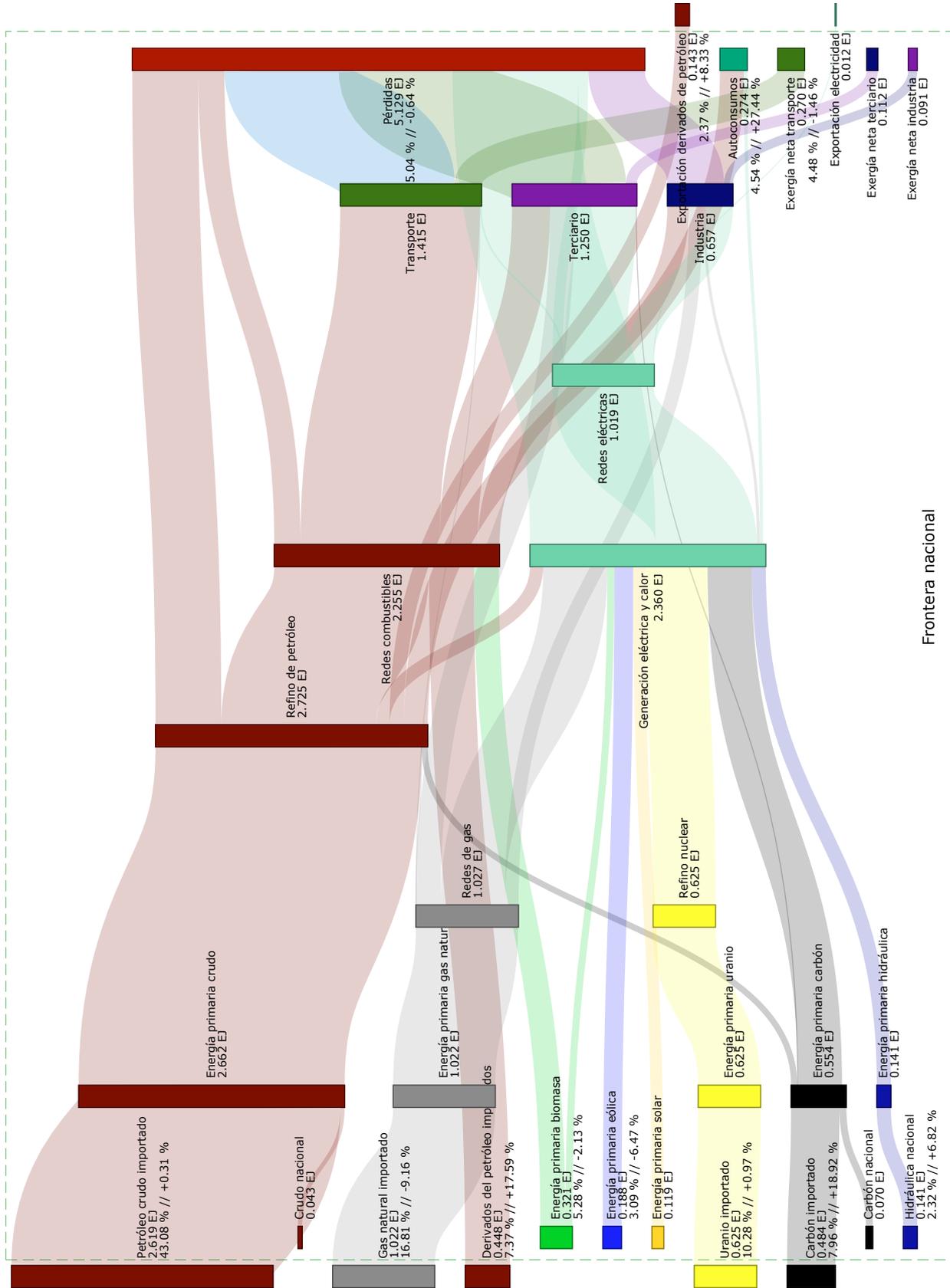
Flujos económicos en el sector energético español, 2014



Incorporación de las externalidades al sector energético español, 2014



Balace exergético en el sector energético español, 2014



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.comillas.edu/es/catedra-bp-de-energia-y-sostenibilidad/observatorio>

Las tablas incluidas en este anejo son:

- Tabla de datos de Contexto Internacional
- Tabla de datos de Contexto Nacional
- Tabla de datos del diagrama de Sankey de Fuentes, transformaciones y usos finales de la energía en España, 2013
- Tabla de datos del diagrama de Sankey de Origen de las emisiones de CO₂ en el sector energético español, 2013,

Asimismo, en la misma página web es posible acceder a todos los diagramas de Sankey mostrados en este informe, en formato interactivo, con el objetivo de que cualquier persona interesada pueda profundizar más en los datos mostrados.

Notas

i Comentarios a la figura de Fuentes, transformaciones y usos finales de la energía en España, 2014:

- 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.

ii Se ha observado que algunos datos de 2013 han sido actualizados en las fuentes consultadas respecto a los valores publicados en el Observatorio 2014. En estos casos, se ha optado por actualizar el valor de 2013 de tal forma que los incrementos de 2014 respecto a 2013 sean consistentes con los datos más recientes y consolidados. Es importante tener en cuenta estos posibles cambios del valor de referencia en 2013 a la hora de comparar la edición anterior del Observatorio (2014) con esta edición (2015).

iii Comentarios a la figura de Origen de las emisiones de CO₂ en el sector energético español, 2014:

- El objetivo de esta figura es imputar a cada uso final las emisiones de CO₂ que se han producido por dicho con-

sumo, 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.

iv Comentarios a la figura de Flujos económicos en el sector energético español, 2014:

- Los datos para 2013 y 2014 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 2014, 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 2013 de la economía española respetan el resultado provisional publicado por el INE en diciembre de 2013 para la conta-

- bilidad 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 2014 de la economía española respetan el resultado estimado publicado por el INE en diciembre de 2014 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.
- v Comentarios a la figura de Flujos económicos en el sector energético español incluyendo externalidades, 2014:**
1. Los datos se basan en la figura de flujos económicos, compartiendo las limitaciones del mismo.
 2. La fuente de datos para las emisiones de CO₂ es el inventario UNFCCC-GHG, publicado en la base CDR en la portal de la Unión Europea EIONET;
 3. La fuente principal de los datos restantes es el inventario CLTRAP-EMEP publicado en la ya citada base de datos CDR;
 4. El coste externo de las emisiones de CO₂ se ha tomado del trabajo publicado en 2009 por Richard Tol titulado "The Economic Effects of Climate Change". Una actualización de este trabajo no afecta la figura utilizada.

Tol, R. S. J. (2009). The economic effects of climate change. *The Journal of Economic Perspectives*, 23(2), 29–51.

Tol, R. S. J. (2013). The Economic effects of climate change. *Journal of Economic Perspectives*, 23(2), 29–51.

5. El coste externo de las emisiones de otros contaminantes distintos del CO₂ se tomó de un libro publicado en 2014 por el Fondo Monetario Internacional, cuya referencia se proporciona a continuación. Debido al cambio de fuente respecto a años anteriores, los datos mostrados en el diagrama de Sankey incluyendo externalidades no

son directamente comparables a los incluidos en ediciones anteriores de este Observatorio. En el caso del SO₂ se ha pasado de 8.000\$/t a 18.000\$/t, en el de NO_x de 10.500\$/t a 14.000\$/t, y en el caso de las partículas, se han sustituido las PM₁₀ por las PM_{2,5}, pasando de un coste de 8000\$/t a uno de 22.000\$/t.

Ian Parry, Dirk Heine, Eliza Lis, and Shanjun Li. (2016). *Getting Energy Prices Right: From Principle to Practice*. Editado por el Fondo Monetario Internacional. ISBN: 9781484388570.



Observatorio de Energía y Sostenibilidad en España

21 de abril de 2016