

Resumen

Las energías renovables están llamadas a jugar un importante papel en la lucha contra el cambio climático. Todos los países de la Unión Europea han puesto en marcha mecanismos de apoyo a las energías renovables. Sin embargo, la multiplicidad de objetivos y el pobre diseño de estos mecanismos han hecho que estos sean poco eficientes para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Para un diseño apropiado de estas políticas es necesario identificar los fallos de mercado que se pretenden solucionar. En el caso de las renovables, las emisiones de gases de efecto invernadero son el «gran fallo» y las externalidades tecnológicas ayudan a resolver este fallo.

Palabras clave: energías renovables, cambio climático, regulación, políticas públicas.

Abstract

Renewable energies are meant to play a leading role in climate policies. All EU member states have put in place policies to promote renewable energies. However, the multiplicity of objectives and the poor design of such mechanisms have limited their impact on reducing greenhouse gas emissions. For a proper design of renewables policies, we first need to identify the market failure we are trying to solve. In the case of renewables, greenhouse gas emissions are the «big failure» and technology externalities help to solve such failure.

Key words: renewable energy, climate change, regulation, public policy.

JEL classification: L51, Q40, Q42.

LAS ENERGÍAS RENOVABLES: POR QUÉ SÍ Y POR QUÉ NO

Juan DELGADO (*)

Basque Center for Climate Change, BC3

Universidad del País Vasco

I. INTRODUCCIÓN

Las energías renovables están llamadas a jugar un importante papel dentro de la descarbonización del sector eléctrico y la lucha contra el cambio climático. La Unión Europea se ha comprometido a aumentar el peso de las energías renovables hasta un 20 por 100 del consumo energético en 2020. Prácticamente todos los países de la UE han puesto en marcha mecanismos de apoyo a las energías renovables además de imponer un precio sobre las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de las energías convencionales.

En España, el avance de las energías renovables ha sido espectacular en los últimos años: han pasado de suponer un 15 por 100 de la generación de energía eléctrica en 2005 a un 34 por 100 en 2010. Esta rápida expansión de las energías renovables no ha estado exenta de costes. De hecho, el deficiente diseño de los esquemas de promoción de las energías renovables y la falta de adaptación de las primas a los costes reales de las tecnologías han encarecido la factura eléctrica. Ello, unido a otros errores regulatorios del pasado, ha provocado que el Gobierno decidiese en enero de 2012 la supresión de los mecanismos de apoyo a nuevas instalaciones renovables.

El presente artículo tiene por objeto establecer un marco conceptual para la promoción de las energías renovables de manera

que contribuyan de forma eficiente a la reducción de emisiones de GEI. Tradicionalmente los gobiernos han tratado de perseguir numerosos objetivos a través de la promoción de las energías renovables, tales como alcanzar la independencia energética, fomentar el desarrollo tecnológico o la creación de empleo. Ello ha derivado en políticas de promoción de las energías renovables que no contribuyen de forma eficiente al objetivo último de las mismas, que debería ser la reducción de emisiones de GEI. El presente artículo analiza la justificación económica de la promoción de las energías renovables y a partir de ahí provee indicaciones para el diseño de un esquema de apoyo de las energías renovables.

En línea con otros instrumentos de política climática, dicho esquema debería perseguir única y exclusivamente la reducción de GEI y ser coherente con otros instrumentos de la política climática, como el mercado europeo de emisiones. Además, debería adaptarse a las condiciones cambiantes del sector de las renovables, incorporando reducciones de costes de las tecnologías y permitiendo detectar tecnologías fallidas.

La sección II analiza las políticas de promoción de las energías renovables en el marco de las políticas europeas de cambio climático. La sección III repasa los instrumentos que se han utilizado en la UE para promover la inversión y producción de energías renovables. La sección IV analiza

la evolución del sector de las renovables en España. La sección V analiza la economía de las energías renovables y los fallos de mercado que justifican la intervención regulatoria. Por último, la sección VI establece, sobre la base del análisis de las secciones previas, las características que debería incorporar un esquema de promoción de las energías renovables para que sea eficiente dentro del objetivo de reducir las emisiones de GEI.

II. LAS ENERGÍAS RENOVABLES Y LAS POLÍTICAS CLIMÁTICAS

El objetivo de las políticas europeas para luchar contra el cambio climático es «garantizar que los aumentos de temperatura media global no superen los niveles preindustriales en más de dos grados Celsius» (1). Con este fin, las políticas europeas se han centrado en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y, en especial, el dióxido de carbono. Según la Comisión Europea, mediante la estabilización de las concentraciones a largo plazo en torno a 450 ppm CO₂ eq. hay un 50 por 100 de posibilidades de alcanzar el objetivo de los 2 °C.

El instrumento central de la Unión Europea para la reducción de las emisiones de dióxido de carbono es el Sistema de Comercio de Emisiones (ETS) puesto en marcha en 2005. El sistema se plantea como un esquema *cap-and-trade*: se establece un techo a las emisiones globales y se asignan derechos de emisión a las empresas participantes (2). Las empresas participantes no pueden emitir más allá de la cantidad de derechos de que disponen, pero se les permite comprar derechos de emisión a otras empresas (véase Comisión

Europea, 2009, para una descripción del ETS y su funcionamiento, y Ellerman y Joskow, 2008, para una evaluación crítica).

En su Plan de Acción por el Clima de 2008 (3), la UE se comprometió a reducir sus emisiones globales al menos en un 20 por 100 respecto a los niveles de 1990 (o 14 por 100 respecto a los niveles de 2005) para el año 2020, con la posibilidad de ampliar esta reducción al 30 por 100 si se alcanzara acuerdo mundial «satisfactorio» sobre el cambio climático. El plan también fijó el objetivo de aumentar la proporción de energías renovables sobre el consumo de energía hasta un 20 por 100 en 2020 y aumentar la eficiencia energética en un 20 por 100.

La estrategia de la Comisión implicaba repartir el «esfuerzo» para alcanzar el objetivo global entre los Estados miembros y los sectores de acuerdo con su potencial y su capacidad económica. De esta forma, a España le correspondía reducir sus emisiones en un 10 por 100 respecto a los niveles de emisiones de gases de efecto invernadero en 2005 (4) y alcanzar el 20 por 100 de renovables en el consumo total de energía.

El llamado paquete climático, que comprende las iniciativas antes mencionadas, tiene por objetivo luchar contra el cambio climático reduciendo las emisiones de GEI. La Directiva sobre energías renovables (5) se centra en la producción y uso de energía. Según datos de la Agencia Europea del Medio Ambiente, la producción y el consumo de energía suponen más del 80 por 100 de todas las emisiones de CO₂. La reducción de las emisiones del sector energético tiene un importante impacto directo e indirecto sobre el contenido de carbono de la economía. Otros objetivos decla-

rados de la Directiva son reducir la dependencia energética de los combustibles fósiles, promover la investigación y la innovación en tecnologías limpias y la creación de nuevas oportunidades de empleo y desarrollo regional.

La estrategia europea de lucha contra el cambio climático y el papel de las renovables dentro de la misma tienen varios problemas que obstaculizan que el objetivo de reducción de emisiones se alcance de forma eficiente:

1) En primer lugar, las energías renovables son un instrumento para la reducción de emisiones. Como tal, deberían contribuir eficazmente al objetivo principal (20 o 30 por 100 de reducción de emisiones) y ser coherentes con otros instrumentos, como el ETS. Sin embargo, la normativa europea ha situado el objetivo de renovables al mismo nivel que el de la reducción de emisiones sin analizar si constituye la forma más eficaz de reducir las mismas y sin analizar las interferencias entre las políticas de renovables y el mercado europeo de emisiones. De hecho, la misma Comisión, en el análisis de impacto del paquete climático, establece que el cumplimiento del objetivo de reducción de gases de efecto invernadero solo requeriría un 15,8 por 100 de energías renovables en el total del consumo de energía (6). Esto implica que el restante 4,2 por 100 aumenta el coste de reducir las emisiones y, por lo tanto, no constituye una manera eficiente de reducir las emisiones de GEI. La Comisión afirma ingenuamente que alcanzar el objetivo de energías renovables reduce el precio del carbono de 49 €/t CO₂ a 39 €/t CO₂, haciendo menos costoso cumplir con el compromiso de reducción de gases de efecto invernadero, pero no evalúa el coste total del cumplimiento

del objetivo de emisiones de GEI bajo los diferentes escenarios (con distintos objetivos de renovables). El objetivo de energías renovables debería estar estrechamente ligado al objetivo de reducción de emisiones y la senda de despliegue de energías renovables debe estar vinculada y condicionada por la senda de reducción de emisiones de GEI.

2) En segundo lugar, otro obstáculo a la eficiencia de las políticas de promoción de energías renovables es su territorialidad. A diferencia del mercado europeo de emisiones, los mecanismos de promoción de las energías renovables tienen un alcance nacional. Ello es contradictorio con el objetivo de reducción de emisiones (aunque coherente con otros objetivos como son la independencia energética y la creación de empleo), que no está relacionado con dónde se producen dichas emisiones. En este sentido, para ser eficientes, las políticas de promoción de las energías renovables deberían ser de ámbito más global y apoyar aquellas instalaciones que fueran más eficientes al margen de su ubicación. La normativa europea incluye la posibilidad de «intercambios estadísticos» de «garantías de origen» entre estados que permiten la venta de excedentes de renovables de un Estado miembro a otro. Este sistema podría contribuir a la eficiencia (véase Delgado, 2008b). Sin embargo, su alcance es restringido y es difícil prever si un Estado tendrá o no capacidad sobrante, por lo que los efectos de este esquema son limitados.

3) Por último, la directiva de renovables (7) incluye la independencia energética, el desarrollo regional y el empleo como objetivos, además de la reducción de GEI. La existencia de estos objetivos adicionales puede encarecer

la consecución del objetivo de reducción de emisiones de GEI. Por ejemplo, con el fin de reducir la dependencia energética, los gobiernos podrían promover la inversión nacional en materia de energía renovable, incluso cuando dicha inversión fuese poco eficiente en términos de reducción de emisiones. Asimismo, los gobiernos pueden verse tentados a promover la inversión nacional como una forma de política industrial. Tanto el argumento de la independencia energética como la utilización de las políticas de apoyo a renovables como herramientas de política industrial puede afectar a la eficacia de las políticas de renovables para reducir las emisiones de GEI.

III. INSTRUMENTOS DE PROMOCIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

Los estados europeos han hecho uso de diferentes instrumentos para apoyar la inversión en energías renovables basados en precios, en el establecimiento de cuotas o en medidas fiscales, tal y como se muestra en el cuadro n.º 1. Los instrumentos basados en precios o primas a las renovables subvencionan las energías renovables por encima del precio de mercado de la electricidad convencional. Los instrumentos basados en el establecimiento de cuotas exigen a los generadores o comercializadores de electricidad mantener un porcentaje mínimo de renovables en su cartera de generación. Finalmente, los instrumentos fiscales apoyan directamente la inversión en instalaciones renovables bien mediante subvenciones a la inversión o mediante desgravaciones fiscales.

Los instrumentos de precios son los más utilizados en Europa

y consisten en pagos fijos o una prima sobre el precio de la electricidad por MWh generado a partir de fuentes renovables. Un esquema de este tipo está vigente en Alemania, Dinamarca y España, entre otros (ver cuadro n.º 1). La estructura de los sistemas y la cuantía de los pagos varían considerablemente entre los países, como se puede ver en el cuadro n.º 1 y en el gráfico 1 para el caso de la energía eólica. Estos regímenes generalmente implican pagos distintos por tecnologías.

Los certificados verdes o de obligaciones renovables (ROC) constituyen el sistema de cuotas más utilizado. El esquema de ROC impone la obligación a los suministradores de electricidad de obtener una cierta cantidad de electricidad generada a partir de fuentes renovables. Los proveedores pueden cumplir con este requisito mediante sus propios generadores afiliados o mediante la compra de certificados verdes a terceros. Estos programas suelen establecer una sanción en caso de que los proveedores no cumplan con su obligación.

Un sistema de certificados renovables negociables se introdujo en Reino Unido en 2002. Los proveedores de electricidad estaban obligados a que un porcentaje anual creciente de sus ventas de energía fueran de origen renovable (7,9 por 100 en 2007/2008 a 15,4 por 100 en 2015/2016). Por cada MWh de electricidad renovable elegible renovarla, se emitía un certificado negociable. Los suministradores debían asegurarse de que tenían la cantidad necesaria de certificados en su cartera. El comercio de los certificados era independiente del comercio de electricidad (es decir, el comercio de certificados no implica el comercio físico de electricidad). Por último, los pro-

CUADRO N.º 1

ESQUEMAS DE APOYO A LAS ENERGÍAS RENOVABLES Y PROGRESO

País	Esquema de apoyo	Mix de electricidad 2005	Mix de electricidad 2010	Objetivo 2010	Progreso (% sobre objetivo)
Austria	PR	57,9	57,90	78,1	74,1
Bélgica	CS, SC	2,8	2,80	6,0	46,7
Bulgaria	SC, CV	11,0	11,00	11,0	NA
Chipre	PR, MF	0,0	0,00	6,0	NA
República Checa	PR	4,5	4,50	8,0	56,3
Dinamarca	PR, MF	28,2	28,20	29,0	97,2
Estonia	SC a PR	1,1	1,10	5,1	21,6
Finlandia	MF	26,9	26,90	31,5	85,4
Francia	PR, MF	11,3	11,30	21,0	53,8
Alemania	PR	10,5	10,50	12,5	84,0
Grecia	PR	10,0	10,00	20,0	50,0
Hungría	PR	4,6	4,60	3,6	127,8
Irlanda	PR	6,8	6,80	13,2	51,5
Italia	PR, SC, CV	14,1	14,10	25,0	56,4
Letonia	PR, SC	48,4	48,40	49,3	98,2
Lituania	PR, CV	3,9	3,90	7,0	NA
Luxemburgo	PR	3,2	3,20	5,7	56,1
Malta	PR, MF	0,0	0,00	5,0	NA
Países Bajos	PR, MF	7,5	7,50	9,0	83,3
Polonia	SC	2,9	2,90	7,5	38,7
Portugal	PR, MF	16,0	16,00	39,0	41,0
Rumania	SC, CV	35,8	35,80	33,0	108,5
Eslovaquia	PR, MF	16,5	16,50	31,0	53,2
Eslovenia	PR, MF	24,2	24,20	33,6	72,0
España	PR, MF	15,0	15,00	29,4	51,0
Suecia	SC, CV	54,3	54,30	60,0	90,5
Reino Unido	SC, MF, CV	4,3	4,30	10,0	43,0
UE-27		14,0	14,00	21,0	NA

Notas: CV: Certificados verdes; MF: Medidas fiscales; SC: Sistema de cuotas; PR: Primas a renovables.
Fuentes: Eurostat, CE y ministerios nacionales.

veedores podían optar por pagar una multa (o *buy-out price*), en lugar de comprar los certificados en el mercado. Los ingresos de las sanciones se reciclaban en forma de subsidios para los titulares de certificados.

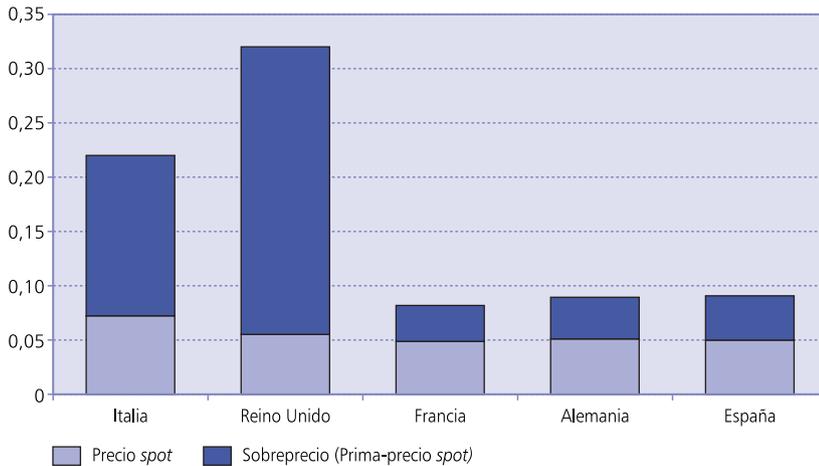
Los estados de la UE tienen libertad para elegir los instrumentos que se utilizan para apoyar las energías renovables. Al igual que en el caso de las emisiones de carbono, el debate de si un instrumento basado en el precio o un instrumento basado en contingentes es más apropiado es una cuestión abierta. Bajo información perfecta, los instrumentos de precios y de cuotas son equivalentes: el establecimiento de la

subvención dará lugar a una cierta producción de las energías renovables y viceversa (véase Finon, 2007, para una discusión sobre este asunto). Sin embargo, la presencia de incertidumbre hace la elección más compleja. El grado de incertidumbre sobre los costes y los beneficios marginales es determinante para elegir un instrumento normativo. De acuerdo con Weitzman (1974), si la curva de coste marginal es más inelástica que la curva de beneficios marginales, los instrumentos de precios son los preferidos ya que el establecimiento de cuotas indebidamente podría implicar elevados costes. Por otro lado, si los beneficios marginales son más inelásticos que los costes margi-

nales, los instrumentos basados en cuotas serían más apropiados.

Las primas ofrecen más certidumbre que las políticas de cuotas y proporcionan una señal a largo plazo. El peligro de las políticas de cuotas es que son vulnerables a fluctuaciones excesivas que pueden desalentar la inversión. Por otro lado, con un sistema de primas es complejo alcanzar objetivos de cantidades. Podría ocurrir, como en el caso de España, que un sistema de primas demasiado generoso incentivara una inversión excesiva en energías renovables. Un mecanismo mixto en el que se fijasen cuotas y la prima se determinase de forma competitiva (por ejemplo, me-

GRÁFICO 1
SOBREPREGIO DE LA ENERGÍA EÓLICA ON-SHORE SOBRE EL PRECIO DE MERCADO DE LA ELECTRICIDAD (eur/kwh)



Nota: Primas vigentes en agosto de 2012; precio spot medio de 2011.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de <http://www.wind-works.org> (basados en información procedente de gobiernos nacionales, asociaciones de energía y otras agencias de información) y operadores del mercado eléctrico.

diante subastas) permitiría ajustar la prima a la cantidad ofertada.

Los esquemas de primas han sido en la práctica más efectivos que las políticas de cuotas (ver cuadro n.º 1). Los países con sistemas de primas, como España, Alemania y Dinamarca, han sido los países donde la capacidad renovable ha crecido más rápidamente en Europa. La naturaleza de largo plazo del mecanismo de apoyo y, en algunos casos, su generosidad han sido las razones de este éxito, más que el esquema en sí mismo.

En Alemania, por ejemplo, la participación de las energías renovables pasó de un 10,7 por 100 en 2005 a un 18 por 100 en 2010. En España la generación pasó de un 15 por 100 en 2005 a un 33,6 por 100 en 2010.

Por el contrario, la efectividad de los esquemas de cuotas ha sido baja. En Reino Unido la generación

pasó de un 5 por 100 en 2005 a un 7,4 por 100 en 2010. Ello ha sido debido a varios factores: en primer lugar, la incertidumbre acerca de la remuneración futura de la generación renovable ha provocado que la inversión sea moderada; en segundo lugar, en el caso británico, la penalización por no cumplir era muy baja (incluso inferior al precio de los certificados), por lo que era más barato pagar la multa que invertir en energías renovables.

La reciente reforma del mercado eléctrico británico reemplaza el sistema de ROC por un sistema de primas sobre el precio de la energía con límites mínimos y máximos para evitar la infra/sobreinversión en energías renovables (SSECC, 2012).

Una imagen estática de las primas actuales pone de manifiesto que el coste de estos regímenes varía considerablemente

en toda Europa (ver gráfico 1). La remuneración de un kwh de electricidad producido a partir de energía eólica varía de 8,2 a 32 ceur. Esta diferencia se debe fundamentalmente a los distintos esquemas vigentes de apoyo a las energías renovables. En menor medida, la diferencia en la remuneración se debe también a la diferencia en los precios de la electricidad (de 4,8 ceur en Francia a 7,2 en Italia). La inexistencia de un mercado único de la energía hace que los precios de la electricidad difieran en los distintos países, lo que conlleva a que la prima efectiva (es decir, la remuneración total menos el precio de la electricidad) sea distinta en los distintos países de Europa.

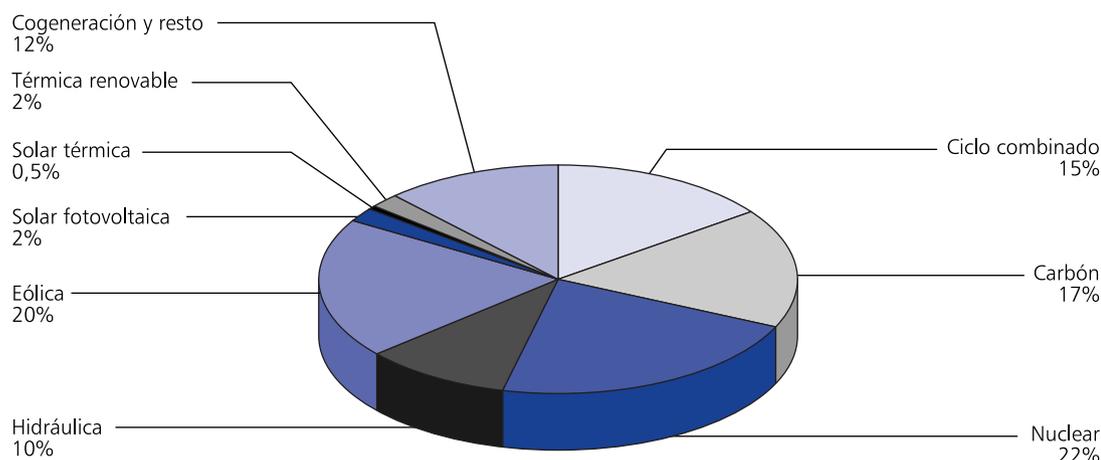
IV. LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN ESPAÑA

Según el Plan de Energías Renovables 2005-2010 (8), la promoción de las energías renovables en España persigue los objetivos conjuntos de reducir el consumo de energía y aminorar la dependencia del exterior, al tiempo que contribuir de manera esencial a reducir la contaminación (9). Actualmente, las energías renovables y la cogeneración contribuyen en más de un 30 por 100 a la demanda final de energía eléctrica (ver gráfico 2).

La regulación de las energías renovables surge en España de manera tímida en la década de los ochenta en el contexto de la crisis del petróleo, con el objeto de reducir la dependencia del exterior (10), pero no es hasta la década de los noventa cuando se formalizan los esquemas de promoción de las energías renovables (11).

Con la liberalización del sector eléctrico en 1997 (12), se estable-

GRÁFICO 2
MIX ENERGÉTICO DE ESPAÑA, 2011



Fuente: Red Eléctrica de España.

cen distintos mecanismos de financiación para el llamado Régimen Ordinario (fuentes convencionales) y el Régimen Especial (fuentes renovables). Mientras que para el primero se establece un sistema de mercado como mecanismo básico de funcionamiento, para el segundo se establece una tarifa regulada (13). Se establece asimismo un objetivo del 12 por 100 de demanda energética total para 2010 procedente de renovables.

Ante la previsión de incumplimiento del objetivo del 12 por 100 en 2010, comienza una escalada de sucesivos aumentos de la remuneración de las energías renovables. El Plan de Energías Renovables (PER) 2005-2010 (14) introduce nuevas medidas (incluidos mayores incentivos económicos) de fomento de las energías renovables y establece un objetivo para el sector eléctrico del 29,4 por 100 para 2010. El RD 661/2007 (15) incrementa el nivel de los incentivos y establece un sistema de primas máximas y mínimas en relación a la opción de

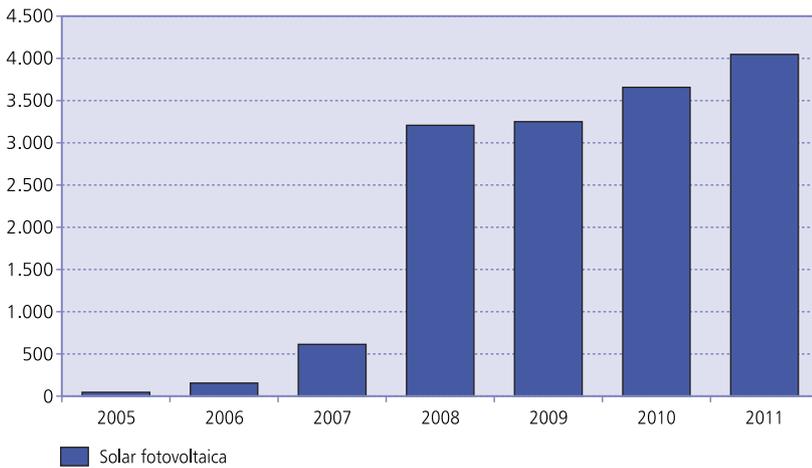
venta a mercado para determinadas tecnologías, con el fin de limitar el coste de las renovables y proveer mayor certidumbre sobre la rentabilidad de la inversión. El cambio más significativo del RD 661/2007 es que determina la prima independientemente del precio de mercado. Este hecho eliminó la incertidumbre sobre el precio y facilitó el acceso a financiación por parte de los proyectos de renovables. El RD prevé la revisión de estos mecanismos de remuneración una vez haya sido alcanzado el 85 por 100 del objetivo de capacidad para cada tecnología.

Las modificaciones introducidas por este Real Decreto traen consigo un aumento espectacular en la capacidad instalada de energías renovables. En efecto, la potencia instalada eólica pasó de 13.529 MW en 2007 a 15.977 MW en 2008, mostrando un incremento de un 18 por 100 durante dicho periodo. Por su parte, la potencia solar fotovoltaica pasó de 612 MW en 2007 a

3.207 MW en 2008, con un incremento del 424 por 100 (ver gráficos 3 y 4).

A partir de 2008, en vista del incremento del coste de las renovables, se comenzó a poner coto a las mismas. Como consecuencia del extraordinario desarrollo de la energía solar fotovoltaica, cuyos objetivos de capacidad ya habían sido alcanzados en el año 2008, el esquema de apoyo a la energía solar fue progresivamente rediseñado a través de cambios legislativos entre 2008 y 2010 (16), estableciendo un límite al periodo de disfrute de las tarifas reguladas, un recorte de las tarifas reguladas fotovoltaicas (de entre un 5 y un 45 por 100) y, con carácter retroactivo, un límite al número de horas equivalentes de operación que podían beneficiarse de una tarifa regulada. También el gobierno se asignó la potestad de modificar dicho número de horas equivalentes de operación (17). Ante las fuertes críticas recibidas por el carácter retroactivo de estas medidas, así como la inseguridad jurídica que

GRÁFICO 3
EVOLUCIÓN DE LA POTENCIA INSTALADA SOLAR FOTOVOLTAICA (MW)

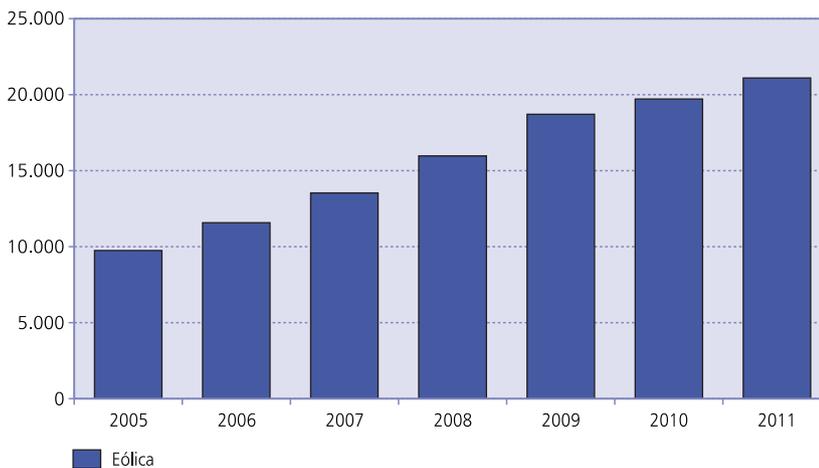


Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Red Eléctrica de España.

genera la posibilidad de modificación de las mismas, la Ley de Economía Sostenible (LES) (18) estableció que en el futuro las eventuales nuevas modificaciones solo podrían afectar a las instala-

ciones que no se hallasen en funcionamiento a la fecha de entrada en vigor de las mismas. Ello, sin embargo, no se aplica a las medidas aprobadas en el pasado, que mantenían su carácter retroactivo.

GRÁFICO 4
EVOLUCIÓN DE LA POTENCIA INSTALADA EÓLICA (MW)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Red Eléctrica de España.

A pesar de las medidas anteriores, el coste de la factura de las renovables siguió aumentando, por lo que se pusieron en marcha medidas más estrictas para garantizar la viabilidad del sistema. En 2009 (19) se incrementan los requisitos para acogerse al esquema de financiación de las energías renovables y se establecen también cuotas anuales a la instalación de determinadas tecnologías (en concreto a la eólica y a la solar fotovoltaica). Por último, se reducen los incentivos a la generación solar fotovoltaica en un 30 por 100 (de 442 a 320 eur/MWh).

La mencionada LES incorpora en el ordenamiento jurídico español los objetivos europeos previstos para 2020 y establece las bases para su cumplimiento. En el caso de las energías renovables, el Plan de Acción Nacional de Energías Renovables 2011-2020 (PANER) (20) recoge los objetivos globales para el año 2020, los objetivos nacionales sectoriales para 2020 junto con las medidas para alcanzar dichos objetivos y una trayectoria indicativa de evolución bajo distintos escenarios. El PANER establece un objetivo nacional de producción de energía a partir de renovables del 20,8, por encima del objetivo del 20 por 100 establecido por la UE para España, y un objetivo del 38,1 por 100 para el sector eléctrico para 2020. El PANER prevé «la adecuación de los niveles de retribución considerando las curvas de aprendizaje de las distintas tecnologías, el comportamiento del mercado y el grado de cumplimiento de los objetivos de energías renovables», introduciendo ciertos aspectos competitivos en la determinación de las primas a las energías renovables. De hecho, la prima de la energía solar fotovoltaica de la última licitación de 2011 fue de 124 euros por MWh frente a los 442 de 2007.

En 2012 se suprimen, con carácter indefinido, las tarifas reguladas, las primas, los límites inferiores y superiores y los complementos de eficiencia y energía reactiva para nuevas instalaciones renovables (21). Hasta la fecha no se ha definido una nueva estrategia de desarrollo de las energías renovables, por lo que se ha paralizado la construcción de nuevas instalaciones para la producción de energías renovables.

V. ECONOMÍA DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

La subvención a las tecnologías que producen menos emisiones de GEI que las convencionales se justifica por la teoría clásica de las externalidades (véase Delgado, 2008a). Las emisiones de GEI suponen una externalidad negativa (22). Si los causantes de dicha externalidad no asumen el coste de la misma, producirán por encima del óptimo social. El restablecimiento del óptimo social requiere gravar las tecnologías que causen la externalidad (por ejemplo, la generación de electricidad a partir de carbón o gas) o subvencionar aquellas tecnologías que no la produzcan o que la eliminen (tales como las energías renovables o las tecnologías de captura de carbono), o combinar ambas opciones.

Por otro lado, las tecnologías de generación de energías renovables no han alcanzado su estado de madurez. El desarrollo tecnológico, el proceso de *learning by doing* (23) o las economías de escala en la construcción de instalaciones abaratarán su coste en el futuro (24). La inversión en I+D o el mero despliegue de las energías renovables tienen efectos positivos sobre el desarrollo tecnológico del sector y permiten acelerar y disminuir el coste del proceso de descarboni-

zación del sector eléctrico. El apoyo a las fuentes de energía renovables más allá del coste de la externalidad medioambiental podría estar justificada por la potenciación de las externalidades positivas derivadas de la innovación y de los procesos de *learning by doing*.

Por último, la innovación continua y el desarrollo de nuevas tecnologías están rodeados de una gran asimetría de la información que puede provocar que se financien tecnologías con escaso futuro, que se dejen de financiar otras tecnologías con gran potencial o que la magnitud del apoyo sea escasa en unos casos y excesiva en otros. Por tanto, para evitar la suboptimalidad de los esquemas de promoción de las renovables, se deberían diseñar mecanismos de revelación de costes y de la evolución de los mismos o de rentabilidad de la inversión en I+D con el fin de ajustar los esquemas de promoción de las energías renovables a la realidad de cada tecnología en cada momento.

Otros argumentos que tratan de justificar la financiación de las energías renovables, tales como la independencia energética, la creación de empleo o el apoyo a una industria emergente, no responden a fallos de mercado, por lo que la intervención del Estado es difícilmente justificable con argumentos de corrección de fallos de mercado. Dichos argumentos pueden conllevar efectos secundarios deseables, pero no deberían constituir los objetivos primordiales de una política de apoyo a las energías renovables.

A continuación se explica de forma detallada cada uno de los fallos de mercado mencionados y se analizan los instrumentos que los resuelven.

1. Emisiones de gases de efecto invernadero

Las emisiones de GEI constituyen una externalidad negativa. Los productores de energía convencional emiten GEI. Si el coste de dichas emisiones no se internaliza, se llevará a cabo una excesiva producción de las mismas. Este es el argumento clásico para justificar un impuesto sobre la electricidad producida mediante tecnologías convencionales o un subsidio a las energías que no generan gases de efecto invernadero (25).

Un subsidio pigouviano a las energías renovables basado en el coste social evitado del CO₂ internalizaría el coste evitado de las emisiones aumentando su despliegue frente a las energías convencionales y, por tanto, restableciendo el óptimo social. Un subsidio basado en las externalidades derivadas de las emisiones evitadas debería ser el mismo para todas las energías que no producen emisiones de GEI.

El establecimiento de un impuesto sobre las emisiones procedentes de las energías convencionales supone una alternativa al establecimiento de un subsidio a las energías renovables por las emisiones evitadas para maximizar el bienestar social. Ambos instrumentos, bajo ciertas circunstancias, conducen al mismo resultado. Dicho impuesto ya existe y es el precio del dióxido de carbono determinado por el ETS (26). Los productores de energías convencionales deben disponer de permisos de emisión para cubrir sus emisiones. Estos permisos eran hasta ahora asignados de forma gratuita, pero se prevé que a partir de 2013 se subasten para algunos sectores como el sector eléctrico (27).

¿Cómo se justifica la existencia de dos instrumentos para un

mismo fin? ¿No bastaría con un precio del dióxido de carbono para eliminar la externalidad derivada de las emisiones de dicho gas?

El precio del CO₂ puede no ser suficiente fundamentalmente por tres motivos de diseño institucional:

a) En primer lugar, los objetivos europeos están diseñados de tal forma que un solo instrumento podría no ser suficiente para alcanzarlos. Por un lado, se exige una reducción de las emisiones de un 20 por 100 en 2020 y, por otro, que las energías renovables supongan un 20 por 100 del consumo total de energía. Como se ha comentado anteriormente, el establecimiento de objetivos adicionales al de reducción de emisiones puede no ser eficiente; de hecho, puede obstaculizar la consecución de dicho objetivo. Si existiera un objetivo único de reducción de emisiones, podría darse el caso de que el precio del CO₂ que condujese a dicho objetivo diese como resultado un porcentaje de renovables inferior al 20 por 100. En tal caso, la imposición de un objetivo adicional del 20 por 100 de renovables exigiría un subsidio adicional, ya que el precio del carbono por sí solo no permitiría alcanzar dicho objetivo. Por tanto, la existencia simultánea de ambos objetivos sería ineficiente y encarecería la consecución de la reducción de gases de efecto invernadero.

Götz *et al.* (2012) y Abrell y Weigt (2008) estiman que el precio del CO₂ no es suficiente para alcanzar los objetivos de renovables en Alemania y, por otro lado, que las energías renovables no son el instrumento más eficiente para alcanzar los objetivos de reducción de GEI, y por tanto, los subsidios a las renovables no se justifican por el objetivo de reducir las emisiones.

b) En segundo lugar, el precio del CO₂ resultante del mercado de emisiones puede ser inferior al coste social del CO₂. De hecho, este parece ser el caso. El precio del CO₂ está actualmente en niveles inferiores al coste social de las emisiones de GEI (28). Según el Comité Británico para el Cambio Climático, un precio de 30 libras esterlinas (37 euros) sería el nivel apropiado actualmente, lo que contrasta con el precio actual inferior a 10 euros del ETS (Bowen, 2011). El bajo precio actual se debe en parte a que hay un exceso de oferta de permisos en el mercado, lo cual provoca una depresión de sus precios y que no se refleje totalmente el coste de la externalidad. Ello se solucionaría reduciendo el número de permisos asignados y provocando escasez en el mercado, de forma que aumentase el precio. Sin embargo, dado que el mercado europeo de emisiones tan solo cubre un 40 por 100 de las emisiones de la UE, la reducción del número de permisos podría suponer una carga asimétrica sobre los sectores cubiertos por el ETS. Por otro lado, la presencia de primas a las energías renovables tiene efectos negativos sobre el precio del CO₂ (Götz *et al.*, 2012).

c) Por último, el subsidio adicional podría tener el objeto de acelerar la introducción y adopción de ciertas tecnologías reducir y promover la innovación con el fin de abaratar el coste futuro de las emisiones. En este caso, el precio del carbono podría reflejar el coste actual del mismo pero podría no proveer incentivos suficientes para la innovación y la reducción de costes. Este aspecto se expone en el próximo apartado.

2. Externalidades de la innovación

La innovación y la difusión de nuevas tecnologías suponen una

externalidad positiva. Las empresas pueden hacer uso de la innovación y de las tecnologías existentes para desarrollar sus propios productos. Las empresas innovadoras, si no se apropian del total de los beneficios del uso de sus innovaciones, tendrán menos incentivos a innovar que lo que resultaría socialmente deseable.

La existencia de dicha externalidad justificaría en términos generales la subvención por parte del Estado de actividades de investigación y desarrollo. En aquellas actividades en las que fuese relevante el denominado *learning by doing* y en las que la innovación se produzca mediante el aprendizaje en la producción o uso de un producto, la subvención de la producción o uso de dicho producto potenciaría las externalidades de la innovación al internalizar los beneficios derivados de las mismas. Aunque teóricamente pueda estar justificada la intervención estatal en presencia de externalidades positivas porque otras empresas se benefician de los conocimientos generados por el proceso de *learning by doing* (véase, por ejemplo, Traber y Kemfert, 2011, o Reichenbach y Requate, 2011), existe poca evidencia empírica que valore sus efectos en el sector de las renovables (véase Borenstein, 2012, para una discusión sobre este asunto).

La mera existencia de externalidades derivadas de la innovación no justificaría por sí misma la subvención de las actividades de I+D o del despliegue de las energías renovables. Habría que justificar que dichas externalidades son más rentables socialmente que las externalidades tecnológicas derivadas de otras actividades de I+D en otros sectores.

Las subvenciones a la I+D o al despliegue de las energías renova-

bles solo se justificarían si estas aceleran y abaratan la reducción de emisiones de dióxido de carbono (Jaffe *et al.*, 2005). De esta forma, no se estaría financiando la externalidad tecnológica *per se* sino la externalidad tecnológica como motor y acelerador de la reducción de emisiones de dióxido de carbono, que sería la externalidad esencial que justificaría el apoyo a las energías renovables (29).

Pero incluso en este caso, la subvención de las energías renovables y no de otras tecnologías que contribuyan a la reducción de emisiones de dióxido de carbono no está del todo justificada. De entre estas tecnologías, habría que seleccionar aquellas que dieran lugar a externalidades mayores en términos de reducción de emisiones presentes y futuras y probar que dichas externalidades no existirían en ausencia del esquema de apoyo.

En este caso, estaría justificada una subvención diferenciada por tecnología, ya que el nivel de las externalidades, la progresión de cada tecnología y el impacto de la I+D sobre la senda de reducción de emisiones son diferentes para cada una de ellas. En la práctica es muy difícil determinar la magnitud de la externalidad tecnológica (Borenstein, 2012), sobre todo en el caso de tecnologías emergentes y poco maduras cuyo potencial se desconoce. Por tanto, el nivel óptimo de una subvención que persiga maximizar la externalidad tecnológica sobre las reducciones de CO₂ será muy difícil de determinar aunque exista una justificación teórica de la misma.

La necesidad de potenciar la innovación se acentúa por el hecho de que las tecnologías actuales no son suficientes para la

reducción necesaria de las emisiones de gases de efecto invernadero. Ello implica que la financiación no debe limitarse a las tecnologías maduras, sino que también debe dirigirse hacia tecnologías emergentes aun cuando su efectividad sea incierta.

La United States Energy Information Administration (USEIA, 2010) prevé que el «coste nivelado» (30) de la generación eólica será inferior al coste nivelado de la generación de carbón y nuclear en 2020, y de la generación por medio de ciclos combinados en 2035 (31). La Agencia Internacional de la Energía prevé que en Europa el coste de la energía eólica será competitivo en 2020, mientras que la energía solar fotovoltaica en edificios tendrá un sobrecoste del 50 por 100 todavía en 2035 (IEA, 2011).

3. Información asimétrica

Una complejidad añadida a la determinación de un subsidio óptimo para la internalización de una externalidad tecnológica es la existencia de información asimétrica entre la administración, que determina la magnitud del subsidio, y las empresas beneficiarias.

Las empresas que desarrollan nuevas tecnologías tienen mayor información sobre las posibilidades de éxito de dichas tecnologías que un agente ajeno al sector. Las empresas conocen mejor que la administración el tamaño de la externalidad tecnológica, el coste de desarrollar una tecnología concreta y el potencial de la misma para reducir las emisiones de GEI. Sin embargo, las empresas no tendrán incentivos a revelar su información privada si ello pone en riesgo la cuantía del subsidio recibido.

La información asimétrica es un fallo de mercado que obstaculiza el restablecimiento del óptimo social. En este caso, la existencia de información asimétrica dificultaría el diseño de un esquema óptimo de apoyo a las energías renovables. La solución a este fallo de mercado implica el diseño de mecanismos de revelación de información privada, tales como los mecanismos de subasta para determinar la cuantía de un subsidio o la obligación periódica de proveer cierta información sobre la evolución de una tecnología concreta o de la rentabilidad de la inversión en I+D en términos de potencial de reducción de las emisiones. Esta asimetría en la información puede dificultar la financiación de proyectos que contribuyan a reducir la polución (como, por ejemplo, tecnologías con mayor eficiencia energética o inversión en energías renovables).

VI. PROPUESTAS PARA EL FUTURO: CARACTERÍSTICAS DESEABLES DE UN ESQUEMA DE PROMOCIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

La multiplicidad de objetivos en la promoción de las energías renovables puede provocar que el resultado sea ineficiente. El apoyo a las energías renovables debería ceñirse a la política medioambiental, ya que el resto de los objetivos que se aducen habitualmente (independencia energética, creación de empleo o apoyo a una industria emergente) no responden a fallos de mercado.

Un esquema de apoyo a las energías renovables que contribuya de forma eficiente a la reducción de emisiones de GEI debería contener los siguientes elementos:

1) Integración y coordinación de los diferentes instrumentos de lucha contra el cambio climático: La senda de despliegue de renovables y la senda de reducción de emisiones deben estar íntimamente ligadas. El desarrollo de las renovables debe estar guiado por el objetivo último de reducir las emisiones de CO₂ al menor coste posible.

2) Promoción de mecanismos europeos de colaboración, de forma que las inversiones en instalaciones renovables se lleven a cabo allí donde sean más productivas en términos de coste-beneficio.

3) Vinculación de las primas de renovables al precio del CO₂: Las primas a las energías renovables podrían estar justificadas por la insuficiencia del precio de CO₂ para promover fuentes de energía alternativas. En cualquier caso, las primas deben estar vinculadas al precio de CO₂, de forma que las primas fueran menores cuanto mayor fuera el precio del CO₂ (o cuando el CO₂ alcanzase un precio determinado). La interacción entre los mercados de carbono y los mecanismos de apoyo a las energías renovables debe ser cuidadosamente analizada a fin de maximizar la eficacia de toda la gama de instrumentos disponibles para luchar contra el cambio climático (32).

4) Amplio espectro de energías renovables: Dado que no existe una tecnología única para alcanzar el objetivo de renovables y que las tecnologías no están maduras, los esquemas de primas a las renovables deberían cubrir un amplio espectro de tecnologías y no centrarse únicamente en aquellas que han alcanzado un grado de madurez suficiente.

5) Primas diferenciadas por tecnologías: Las primas por enci-

ma del precio del dióxido de carbono podrían estar justificadas por la existencia de externalidades tecnológicas. Por tanto, estaría justificado que dichas primas fueran distintas según las tecnologías y la magnitud de la externalidad tecnológica. Dichas primas no deberían estar dirigidas tanto a cubrir la diferencia de costes con las tecnologías convencionales, sino la magnitud de las externalidades asociadas a cada tecnología.

6) Adaptación de las primas a la evolución de la tecnología y establecimiento de mecanismos de detección de tecnologías fallidas: Debido a la existencia de información asimétrica, es posible que las primas no reflejen de forma apropiada la evolución de la tecnología o que se estén financiando tecnologías sin futuro. Por ello, es esencial que las primas se determinen mediante mecanismos de revelación de costes (por ejemplo, subastas) y que se establezcan procesos de evaluación de las tecnologías emergentes con el fin de continuar o no con su financiación.

7) Buen funcionamiento de los mercados energéticos: Cuanto mayor sea el poder de mercado existente en los mercados de energía convencionales, mayor será el coste de incentivar la producción de energías renovables, ya que la prima debería contribuir a igualar el beneficio marginal de energías convencionales y renovables. Por tanto, con el objeto de reducir su coste, cualquier esquema de apoyo a las energías renovables exige como requisito que el mercado de electricidad funcione correctamente y sea competitivo.

8) Establecimiento de mecanismos de garantía de suministro: Por último, las energías renovables no son del todo sustitutivas

de las energías convencionales. Las instalaciones solares producen durante el día y están paradas durante la noche. Las instalaciones eólicas solo producen durante ciertas horas al día. Además, la ubicación de las instalaciones renovables no se corresponde necesariamente con la ubicación de la demanda. Por tanto, es posible que sea necesario mantener en funcionamiento ciertas centrales convencionales para cubrir aquellos periodos en los que la producción renovable sea insuficiente, así como una red de transporte más sofisticada y con una capacidad superior a la actual. Para ello sería necesario articular mecanismos de pagos por capacidad que regulasen mediante un precio de mercado las necesidades de inversión en energías convencionales, así como internalizar los costes adicionales sobre la red de transporte.

NOTAS

(*) Agradezco a José Antonio García por sus comentarios y a Laura Manzanares por su colaboración en la búsqueda de datos e información para la elaboración de este artículo.

(1) «Limitar el calentamiento mundial a 2 °C. Medidas necesarias hasta 2020 y después». Comunicación de la Comisión al Consejo, al Parlamento Europeo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. Comisión de las Comunidades Europeas, Bruselas, 10 de enero de 2007.

(2) En el ETS participan alrededor de 11.000 centrales energéticas y grandes instalaciones pertenecientes a unas 5.000 empresas que cubren el 40 por 100 de las emisiones de dióxido de carbono.

(3) Nota sobre el paquete de medidas adoptadas en el ámbito del cambio climático y las energías renovables de 23 de enero de 2008, Bruselas.

(4) Decisión núm. 406/2009/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de abril de 2009 sobre el esfuerzo de los Estados miembros para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero a fin de cumplir los compromisos adquiridos por la Comunidad hasta 2020, *Diario Oficial de la Unión Europea* de 5 de junio de 2009.

(5) Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de abril de 2009

relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE, *Diario Oficial de la Unión Europea* de 5 de junio de 2009.

(6) «Anexo para la evaluación del impacto». Documento que acompaña el paquete de Implementación de medidas de la UE sobre los objetivos de cambio climático y energía renovable para el año 2020, p. 34.

(7) Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de abril de 2009 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE, *Diario Oficial de la Unión Europea* de 5 de junio de 2009.

(8) Plan de Energías Renovables 2005-2010 de 8 de agosto de 2005.

(9) Véase AGOSTI y PADILLA (2010) para una descripción más detallada de la evolución de las energías renovables en España, y ARANZADI (2010) para un análisis de las consecuencias regulatorias de la alta penetración de las energías renovables.

(10) Ley 82/1980, de 30 de diciembre, sobre conservación de energía, *BOE* núm. 23 de 27 de enero de 1981.

(11) En el Plan Energético Nacional 1991-2000, y en la Ley 40/94, de 30 de diciembre, de ordenación del Sistema Eléctrico Nacional (LOSEN), *BOE* núm. 313 de 31 de diciembre de 1994, se consolida el concepto de Régimen Especial, que hace referencia a la producción de energía eléctrica procedente de instalaciones que utilizan fuentes de energía renovable (solar, eólica, hidráulica y biomasa), residuos y cogeneración. El RD 2366/1994, de 9 de diciembre, sobre la producción de energía eléctrica por instalaciones hidráulicas, de cogeneración y otras abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, regula la energía eléctrica del Régimen Especial, incluyendo en él instalaciones de residuos, plantas de cogeneración, plantas que utilizan calor residual y centrales hidráulicas con una potencia menor o igual a 100 MVA.

(12) Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, *BOE* núm. 285 de 28 de noviembre de 1997.

(13) Inicialmente se establece una prima sobre el precio de mercado. Posteriormente, el RD 436/2004 concede mayores opciones para algunas tecnologías, que pueden elegir entre vender su producción a una tarifa fija independiente del precio de mercado, o venderla directamente en el mercado a cambio del precio de mercado más una prima.

(14) Plan de Energías Renovables en España (PER) 2005-2010 de 8 de agosto de 2005.

(15) RD 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial, *BOE* núm. 126 de 26 de mayo de 2007.

(16) RD 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento del RD 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología, *BOE* núm. 234 de 27 de septiembre de 2008, que introduce un nuevo marco regulatorio para la energía solar fotovoltaica y sucesivos RD 1565/2010, de 19 de noviembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial, *BOE* núm. 283 de 23 de noviembre de 2010, y RDL 14/2010, de 23 de diciembre por el que se establecen medidas urgentes para la corrección del déficit tarifario del sector eléctrico, *BOE* núm. 312 de 24 de diciembre de 2010.

(17) RDL 14/2010, de 23 de diciembre, por el que se establecen medidas urgentes para la corrección del déficit tarifario del sector eléctrico, *BOE* núm. 312 de 24 de diciembre de 2010.

(18) Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible, *BOE* núm. 55 de 5 de marzo de 2011.

(19) RDL 6/2009, de 30 de abril, por el que se adoptan determinadas medidas en el sector energético y se aprueba el bono social.

(20) Plan de Acción Nacional de Energías Renovables 2011-2020 de 30 de junio de 2010.

(21) RDL 1/2012, de 27 de enero, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución y a la suspensión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovable y residuos.

(22) Las externalidades son efectos que la producción o el consumo de un producto tienen sobre otros agentes. Las externalidades se producen cuando los agentes no tienen en cuenta todos los costes o beneficios derivados de la producción o el consumo de un producto. En ausencia de intervención, el mercado producirá más externalidades negativas y menos positivas de las socialmente deseables.

(23) Se denomina *learning by doing* al proceso por el cual el uso de una determinada tecnología permite aumentar el aprendizaje y disminuir sus costes futuros.

(24) Aunque también es cierto que, como la productividad de una instalación depende en gran parte de la ubicación (condiciones de viento, horas de sol, etc.), el coste también puede aumentar debido a que las ubicaciones libres son cada vez menos productivas.

(25) En presencia de una externalidad negativa derivada de la producción de un bien, un impuesto sobre el bien o un subsidio a formas de producir el mismo bien sin externalidades podría tener el mismo efecto. La subvención de la energía verde con fondos públicos puede sin embargo provocar una caída del precio de la energía convencional y

un aumento ineficiente del consumo de la misma. GELABERT *et al.* (2011) estiman que un incremento de 1 GWh en la producción de electricidad a partir de renovables implica un descenso del precio de la electricidad cercano a 2 € por MWh. También, dada la heterogeneidad de las fuentes emisoras, no es trivial diseñar un subsidio que refleje las emisiones evitadas (mientras que en el caso de un impuesto, la identificación del objeto del mismo es más inmediata). Véase BORENSTEIN (2012) para una discusión sobre este asunto.

(26) Para una discusión sobre el papel y la determinación del precio del dióxido de carbono, véase BOWEN (2011). En Estados Unidos no existe un precio del dióxido de carbono, por lo que la internalización del coste de las emisiones de GEI recae íntegramente sobre los programas de apoyo a las energías renovables. Véase JOSKOW (2011).

(27) Reglamento (UE) núm. 1031/2010 de la Comisión, de 12 de noviembre de 2010, sobre el calendario, la gestión y otros aspectos de las subastas de los derechos de emisión de gases de efecto invernadero con arreglo a la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad.

(28) El cálculo del coste social de las emisiones de GEI no es trivial. Véase GREENSTONE, KOPITS y WOLVERTON (2011) para una discusión detallada.

(29) HART (2008) analiza la interacción entre las externalidades de las emisiones y las tecnológicas, y concluye que, bajo ciertos supuestos, un impuesto sobre las emisiones por encima del nivel pigouviano que promoviese la inversión en tecnologías que eviten emisiones contribuye a incrementar el bienestar.

(30) El coste nivelado (o *levelized cost*) de una central eléctrica es el precio de la electricidad que iguala el valor presente descontado de los ingresos de la central con el valor presente descontado de los costes totales de producción (BORENSTEIN, 2012).

(31) JOSKOW (2011) propone métodos alternativos de estimar el coste nivelado incorporando el valor de mercado de la electricidad, su carácter intermitente y la localización de las energías renovables y no únicamente aspectos de costes. BORENSTEIN (2012) también aboga por considerar aspectos temporales, localización y otras características para determinar el verdadero coste de las instalaciones renovables.

(32) Es cierto, sin embargo, que una prima de renovables ligada al precio del CO₂ aumentaría la volatilidad de la remuneración de las energías renovables y podría poner en riesgo la inversión.

BIBLIOGRAFÍA

ABRELL, J., y WEIGT, H. (2008), «The interaction of emissions trading and renewable

<p>energy promotion», <i>Economics of global warming</i>, WP-EGW-05, diciembre.</p> <p>AGOSTI, L., y PADILLA, J. (2010), «Promoción de las energías renovables: la experiencia de España», en MOSELLE, B.; PADILLA, J., y SCHMALENSSEE, R. (eds.), <i>Electricidad verde: energías renovables y sistema eléctrico</i>, Marcial Pons, Madrid.</p> <p>ARANZADI, C. (2010), «Regulación del sector eléctrico con alta penetración de energías renovables», <i>Club Español de Energía</i>, noviembre.</p> <p>BORENSTEIN, S. (2012), «The private and public economics of renewable electricity generation», <i>Journal of Economic Perspectives</i>, 26(1): 67-92, invierno.</p> <p>BOWEN, A. (2011), «The case for carbon pricing», <i>Policy brief</i>, Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment and Center for Climate Change Economics and Policy, diciembre.</p> <p>COMISIÓN EUROPEA (2009), «Acción de la UE contra el cambio climático. El régimen de comercio de derechos de emisión de la UE», Edición 2009, Bélgica.</p> <p>DELGADO, J. (2008a), «Fallos de mercado y regulación medioambiental en el Tratado de tributación medioambiental», en BECKER ZUAZUA, F.; CAZORLA PRIETO, L.M., y MARTÍNEZ-SIMANCAS SÁNCHEZ, J. (coords.), <i>Tratado de tributación medioambiental</i>, vol. 2, Thomson-Aranzadi, Navarra, pp. 1089-1100.</p>	<p>— (2008b), «Promoting Renewable Energy in the EU». Mimeo.</p> <p>ELLERMAN, A.D., y JOSKOW, P.L. (2008), «The European Union's Emission Trading Scheme in perspective», Pew Centre on Global Climate Change.</p> <p>FINON, D. (2007), «Pros and cons of alternative policies aimed at promoting renewables», <i>EIB Papers. An efficient, sustainable and secure supply of energy for Europe. Global and European policy perspectives</i>, vol. 12, 2: 110-133.</p> <p>GELABERT, L.; LABANDEIRA, X., y LINARES, P. (2011), «Renewable energy and electricity prices in Spain», <i>Economics for energy</i>, WP 01/2011.</p> <p>GÖTZ, B.; VO, A.; BLESL, M., y FAHL, U. (2012), «Modeling policy instruments in energy system models: analysis of the interactions between emission trading and promotion of renewable electricity in Germany», Institute of Energy Economics for the Rational Use of Energy, Stuttgart.</p> <p>GREENSTONE, M.; KOPITS, E., y WOLVERTON, A. (2011), «Estimating the Social Cost of Carbon for Use in U.S. Federal Rulemakings: A Summary and Interpretation», <i>NBER Working Papers 16913</i>, National Bureau of Economic Research, Inc.</p> <p>HART, R. (2008), «The timing of taxes on CO₂ emissions when technological change is endogenous», <i>Journal of Environmental</i></p>	<p><i>Economics and Management</i>, vol. 55, 2: 194-212, marzo.</p> <p>INTERNATIONAL ENERGY AGENCY IEA (2011), <i>World energy outlook, 2011</i>.</p> <p>JAFFE, A.B.; NEWELL, R., y STAVINS, R.N. (2005), «A tale of two market failures: Technology and environmental policy», <i>Ecological Economics</i>, vol. 54(2-3): 164-174, agosto.</p> <p>JOSKOW, P. (2011), «Comparing the costs of intermittent and dispatchable electricity generating technologies», <i>American Economic Review</i>, vol. 101, 3: 238-242.</p> <p>REICHENBACH, J., y REQUATE, T. (2012), «Subsidies for renewable energies in the presence of learning effects and market power», <i>Resource and Energy Economics</i>, vol. 34, 2: 236-254, mayo.</p> <p>SECRETARY OF STATE FOR ENERGY AND CLIMATE CHANGE (SSECC) (2012), «Draft Energy Bill», 22 de mayo. Disponible en http://www.decc.gov.uk/.</p> <p>TRABER, T., y KEMFERT, C. (2011), «Subsidies for learning in renewable energy technologies under market power and emission trading», <i>Discussion Papers 1126</i>, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Berlín, mayo.</p> <p>UNITED STATES ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION (2010), <i>Annual Energy Outlook 2010</i>.</p> <p>WEITZMAN, M.L. (1974), «Prices vs. quantities», <i>Review of Economic Studies</i>, 41(4): 477-491, octubre.</p>
--	--	---