

CAPÍTULO 11

DESARROLLO DE FUENTES RENOVABLES

JAVIER PEÓN TORRE

Consejero de la Comisión Nacional de la Energía (CNE, España)

1. Necesidad y oportunidad de las energías renovables en el siglo XXI

Hablar hoy de energías renovables es hablar de cambio climático, de lucha contra el calentamiento global¹. Incluso aunque no hubiera cambio climático o si éste es peor de lo que nos tememos y sin remedio a nuestro alcance, la realidad es que ahora somos conscientes de que nuestro modelo de desarrollo no es sostenible. La Humanidad no puede seguir creciendo económicamente mediante un patrón por el cual una quinta parte de la población consume más de tres cuartas partes de las riquezas naturales de la Tierra, mientras un tercio de la población mundial no tiene aún acceso al suministro eléctrico. Además, es preciso recordar que los recursos naturales que impulsan nuestros actuales modelos de crecimiento no son renovables, es decir, son limitados y agotables. La necesidad de un nuevo modelo de crecimiento sostenible es analizado en otro capítulo de este volumen, así que aquí nos limitamos a señalar que la contribución de las energías renovables al crecimiento económico mundial en las próximas décadas tiene que ver con cuestiones que van más allá de la problemática medioambiental, aunque también, obviamente, jugarán un papel fundamental en la lucha contra el cambio climático². Por tanto, la primera medida de fomento de las energías renovables guarda relación con la necesidad de divulgar su auténtica realidad, su evolución reciente, su situación actual, y los factores principales que condicionan sus posibles escenarios de futuro, ya que el regulador precisa en primer lugar conocer, siquiera mínimamente, la realidad que aspira a ordenar, potenciar y transformar.

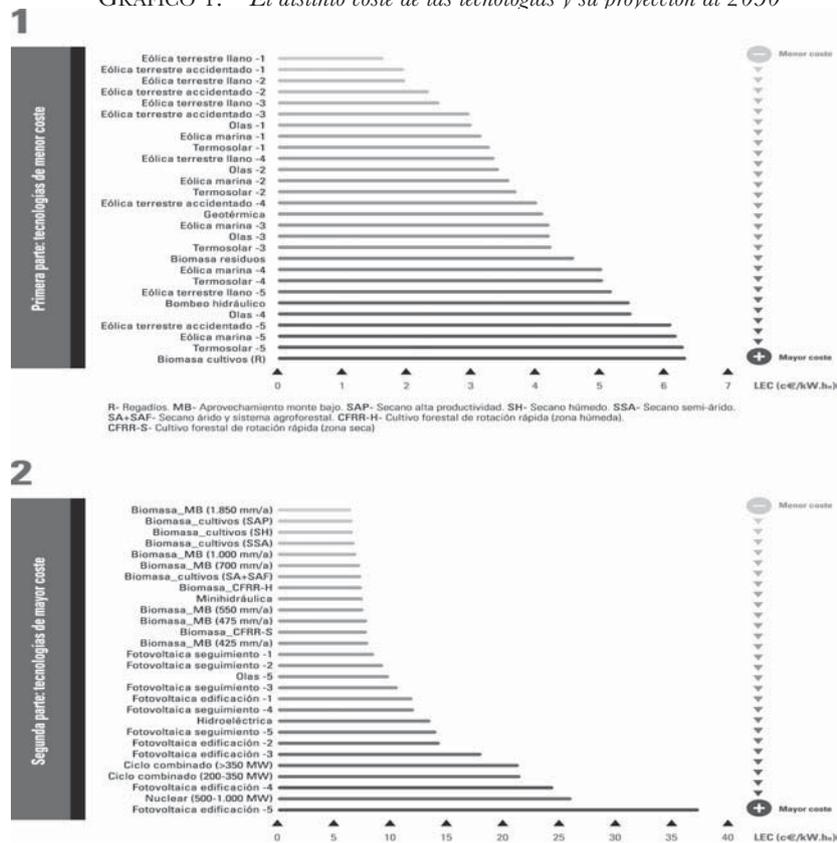
Nos referimos en este artículo a las energías renovables como a aquellas que provienen de las fuentes energéticas consideradas como inagotables: sol, viento, biomasa, agua de los ríos, calor de la corteza terrestre, olas de mares y océanos, etc. Estas energías pueden emplearse, entre otras cosas, para generar electricidad mediante distintas tecnologías según la fuente renovable empleada. Cada una de ellas dispone de una realidad tecnológica y económica distinta, y de un potencial de futuro que depende de circunstancias diversas. Es cierto que el contexto ener-

(1) Aunque en cuestiones científicas y de prospectiva la unanimidad es casi siempre imposible, es comúnmente admitido que no nos encontramos sólo ante un desafío científico y medioambiental, sino también ante un desafío político, económico y social. Y en último término, ante un desafío energético.

(2) En el presente trabajo, se abordará tan sólo el fomento de las energías renovables desde la perspectiva de la producción eléctrica con fuentes renovables. Por ello, no se considerará la cogeneración, ni la utilización de la energía solar térmica de baja temperatura, ni las implicaciones de las políticas de desarrollo de biocombustibles, o las de ahorro y eficiencia energética, cuestiones todas ellas relacionadas con el desarrollo sostenible.

gético general, afecta también genéricamente a todas ellas, pero las diferencias son lo suficientemente acusadas como para merecer un análisis individualizado. Una diferencia no menor es la que se refiere al coste de generación actual y futuro previsto para la generación eléctrica con cada tipo de tecnología limpia. Algunas de ellas, como se verá en epígrafes posteriores, presentan ya hoy costes perfectamente competitivos con las tecnologías de generación convencional. Y todas ellas alcanzarán a serlo en diferentes horizontales temporales, en la medida en que continúe la actual reducción de costes de las distintas tecnologías renovables. Dos estudios realizados por el prestigioso Instituto de Investigaciones Tecnológicas de la Universidad Pontificia de Comillas³, bajo contrato de Greenpeace, pronostican que la tecnología de generación nuclear, o la tecnología de central térmica de ciclo combinado (gas), serán en el año 2050 más caras que cualquiera de las tecnologías limpias (gráfico 1).

GRÁFICO 1. *El distinto coste de las tecnologías y su proyección al 2050*



(3) «Renovables 2050. Un Informe sobre el potencial de las energías renovables en la España peninsular» (en adelante «Renovables 2050») y «Renovables 100%. Un sistema eléctrico renovable para la España peninsular y su viabilidad económica» (en adelante «Renovables 100%»).

Ese escenario de costes dependerá de las peculiaridades de cada país considerado, atendiendo a su disponibilidad del recurso natural necesario en cada caso y de la existencia de un tejido industrial sectorial capaz de extraer el máximo potencial al desarrollo de la curva de aprendizaje de cada una de las tecnologías. Y el tejido industrial dependerá de los objetivos más o menos ambiciosos que se fijen para el fomento de las energías renovables y de la eficiencia y eficacia de los marcos regulatorios que se diseñen para alcanzarlos. Además la evaluación comparativa de costes, tanto actuales como futuros, debe considerar distintos factores intrínsecos a cada una de las tecnologías que podríamos denominar «convencionales» (renovables o no) y que, hoy por hoy, resultan de difícil internalización.

En el caso de la gran hidroeléctrica, aunque es cierto que este tipo de energía presenta importantes ventajas, tales como su bajo coste de operación y mantenimiento, las posibilidades de que incrementen su aportación a la matriz total de generación eléctrica son limitadas por razones geológicas, medioambientales y exigencia de grandes infraestructuras. Respecto a la generación eléctrica con biomasa, las dificultades para su expansión se encuentran en las necesidades de logística para el aprovisionamiento, la disponibilidad de recursos sostenibles medioambientalmente y la necesidad de desarrollos *ad hoc* para cada tipo de biomasa. Los inconvenientes de la geotermia son que para determinadas aplicaciones no está disponible más que en determinados lugares y en ciertos casos se generan emisiones de sustancias nocivas como ácido sulfhídrico y CO₂ (aunque este último en cantidades inferiores a las que se emitiría para obtener la misma energía por combustión). Actualmente, la energía geotérmica y la energía de mares y océanos distan de constituir una alternativa energética real, y muchas de las tecnologías asociadas se hallan en fase experimental.

Por todo ello, por un lado la contribución porcentual de dichas energías renovables «convencionales» (hidroeléctrica y biomasa) tiende a reducirse en el futuro, y por otro lado, aún es pronto para la explotación comercial masiva de la energía geotérmica o la de los movimientos mares y océanos. Esto deja a las energías eólica (terrestre y marina) y a la energía solar (termoeléctrica y fotovoltaica), como las principales fuentes de crecimiento. Y esto es precisamente lo que se observa en la evolución de los últimos años. Las cifras demuestran que, con el respaldo de incentivos gubernamentales, el crecimiento de las energías renovables no convencionales sigue su tendencia acusada al alza, a pesar de que parten de unos valores muy bajos (gráficos 2 y 3).

GRÁFICO 2. La energía solar y la geotérmica, las más abundantes

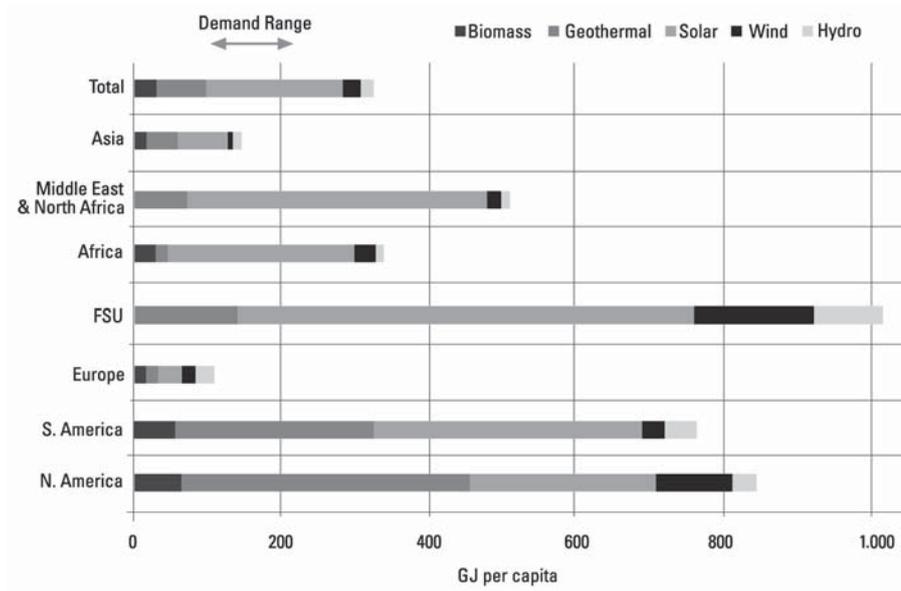
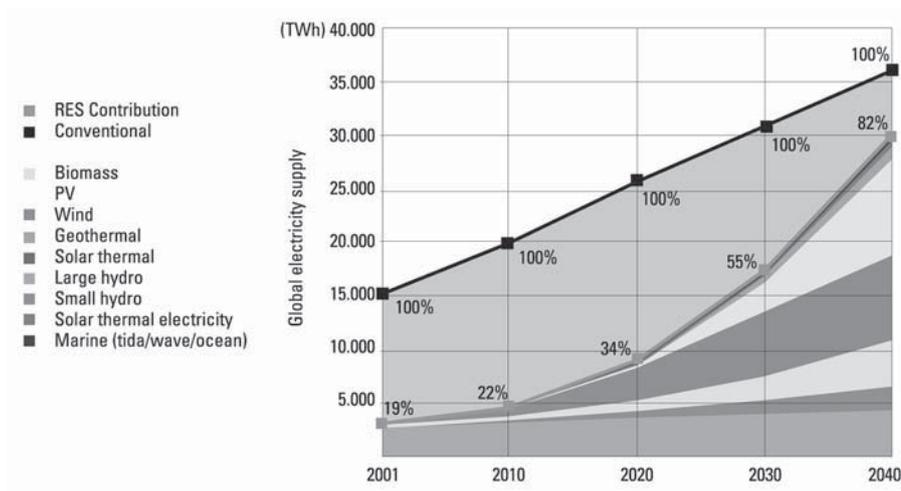


GRÁFICO 3. La energía solar y la eólica, las que serán más eficientes

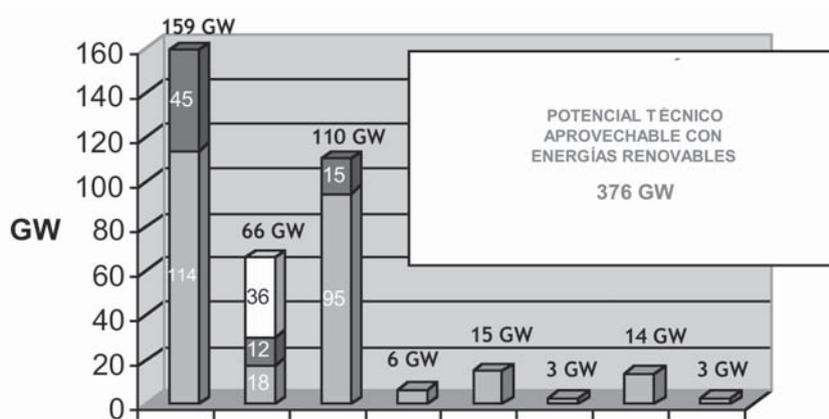
Escenario de penetración de las tecnologías renovables para el abastecimiento de la demanda energética eléctrica hasta el 2040 (EREC, 2004)



Como puede apreciarse, las previsiones más optimistas concedían en el año 2004 a las energías renovables hasta un 22% de participación en la generación o producción eléctrica en el año 2010, un 34% en 2020, un 55% en el 2030 y hasta un 82% en 2040, otorgando la mayor participación a la solar fotovoltaica y a la eólica. Hoy en día las previsiones que se manejan para la Unión Europea supe-

ran dichos pronósticos. En la Unión Europea los objetivos marcados⁴ establecen claramente como prioridades estratégicas el incremento de la generación eléctrica con energía renovable y la disminución del consumo de combustibles fósiles y de tecnologías de producción eléctrica que resulten contaminantes. En España, en el año 2007 el 22% de la generación eléctrica ha procedido de fuentes renovables. El objetivo para el año 2012 es alcanzar el 30% y, si se cumplen las nuevas exigencias que la Unión Europea está considerando en su nueva Propuesta de Directiva, España deberá encontrarse entre el 45% y el 50% de electricidad generada con fuentes renovables en el año 2020⁵. El propio Gobierno español ha realizado valoraciones muy recientes sobre el potencial de aprovechamiento de cada tecnología renovable en la península Ibérica, y en ella destacan también la solar y la eólica, con gran diferencia respecto al resto (gráfico 4). El incremento previsto para las energías renovables en la planificación española para el período 2008-2016 así como la disminución pronosticada para las tecnologías nuclear y de carbón, claramente superadas por las energías renovables, confirman e intensifican las tendencias que se iniciaron con el Plan de Fomento de las Energías Renovables de 1998 y sus sucesivas revisiones al alza (gráfico 5)⁶.

GRÁFICO 4. España. Solar fotovoltaica y eólica, las más destacadas



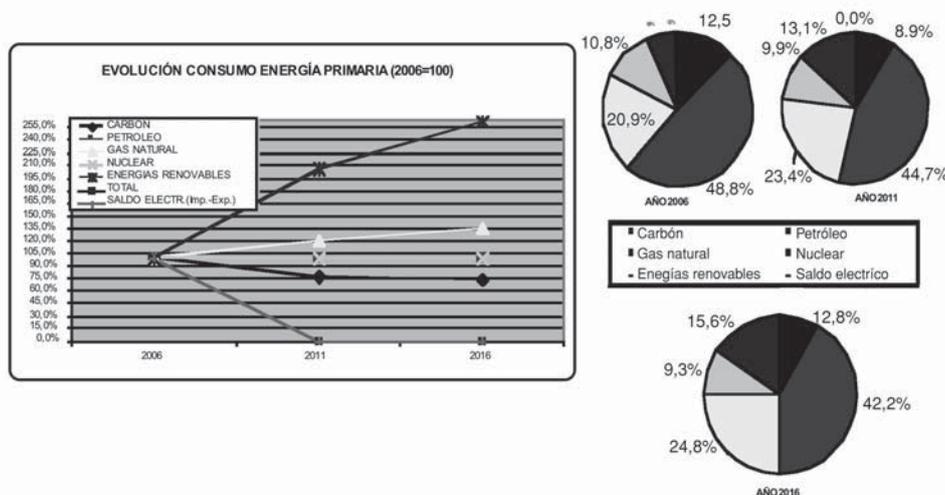
(4) 12% del consumo de energía primaria debe ser cubierto con energías renovables.

(5) 20% es el nuevo objetivo fijado para las energías renovables en 2020 en dicha Propuesta de Directiva, y se discute ahora la cuantificación del mismo en la generación eléctrica, la distribución de objetivos entre cada Estado miembro y los mecanismos regulatorios más idóneos para alcanzarlos.

(6) El Plan de Energías Renovables 2005-2010 contemplaba una potencia instalada de 2039 MW de biomasa en el año 2010 y le otorgaba un cierto protagonismo para alcanzar los objetivos renovables, pero en el año 2006 la potencia instalada era de 527 MW. El nuevo RD 661/2007 incrementa muy notablemente la retribución de este tipo de tecnologías que emplean biomasa, sobre todo con la biomasa procedente de cultivos energéticos, lo que previsiblemente incremente su producción, pero su potencial sigue siendo muy limitado comparado con el resto de tecnologías renovables.

GRÁFICO 5. España. Las renovables crecen y superarán a la generación con carbón en 2011

	2006		2011		2016		%2011/2006	%2016/2011	%2016/2006
	ktep .	Estruct . %	ktep .	Estruct . %	ktep .	Estruct . %	anual	anual	anual
CARBON	18480	12,8	13911	8,9	13221	8,0	-5,5	-1,0	-3,1
PETROLEO	70864	48,9	69521	44,7	69601	42,2	-0,4	0,0	-0,2
GAS NATURAL	30298	20,9	36396	23,4	40948	24,8	3,7	2,4	3,1
NUCLEAR	15669	10,8	15375	9,9	15375	9,3	-0,4	0,0	-0,2
ENERGIAS RENOVABLES	9852	6,8	20303	13,1	25806	15,6	15,6	4,9	10,1
SALDO ELECTR.(Imp. - Exp.)	-282	-0,2	0	0	0	0			
TOTAL	144681	100,0	155506	100,0	164952	100,0	1,4	1,2	1,3



¿Moda? ¿Lucha contra el cambio climático? ¿Preocupación por la creciente dependencia energética exterior para el suministro con los combustibles fósiles? ¿Interés en desarrollar un sector industrial y tecnológico que se impondrá a nivel mundial? ¿Un poco de todo? Sean cuales sean las causas, las oportunidades están ahí. Y no sólo al alcance de los países desarrollados; China, India, incluso Brasil, comienzan a ocupar los primeros puestos mundiales en la nueva potencia instalada para generación eléctrica mediante energía eólica o solar o en la producción de biocombustibles, al tiempo que desarrollan tejido industrial propio en relación con dichas tecnologías, fácilmente accesibles y transferibles si existe el marco regulatorio adecuado.

Es también cierto que junto a las oportunidades conviven las incertidumbres, que tampoco son exclusivas de los países en vías de desarrollo: la inseguridad regulatoria, con cambios constantes de modelo retributivo; la revisión de objetivos en función de los compromisos internacionales; la evolución del desarrollo tecnológico y sus costes; la preocupación por la dependencia energética exterior y la seguridad del suministro; la mayor o menor ambición en la lucha contra el cambio climático; el mayor o menor acierto en las estrategias de ahorro y eficiencia energética; los avances de la denominada «generación distribuida» y la «economía del hidrógeno»; o el mayor o menor éxito del *lobby* nuclear en su intento de ofrecer la tecnología de fisión nuclear como alternativa a los combustibles fósiles y a las propias energías

renovables. Son muchos los factores que se combinan para alumbrar el nuevo escenario energético del siglo XXI y el papel que en él jugarán las energías renovables. En los siguientes epígrafes se comentarán brevemente algunos de ellos así como los modelos y principios regulatorios que han demostrado ser más eficaces y eficientes para el fomento de las energías renovables.

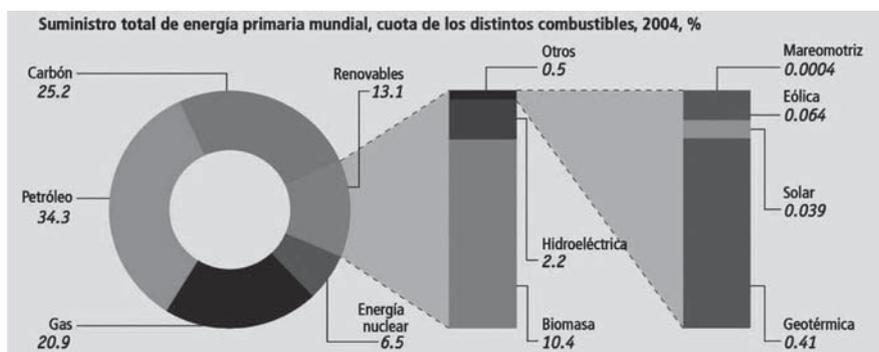
2. El contexto energético global. Situación actual y prospectiva

El contexto energético internacional general previsto para las próximas décadas, se caracteriza por tres rasgos principalmente: se producirá un incremento muy significativo de la demanda energética, especialmente por la presión de países emergentes como China e India; ese incremento de la demanda energética será cubierto con un mayor consumo de combustibles fósiles y carbón; y el mayor consumo de combustibles fósiles y carbón agravará la situación de dependencia energética exterior de los países desarrollados, incrementará los precios e intensificará el fenómeno del calentamiento global, empeorando sus consecuencias. La presión sobre los recursos no renovables (hidrocarburos y carbón) y su creciente importancia para garantizar el suministro eléctrico (por la mayor participación en el *mix* de generación eléctrica de las Centrales Térmicas de Ciclo Combinado y la cogeneración, que utilizan como materia prima el gas) va a tener también incidencia en el rol desempeñado por cada país en el escenario de las relaciones internacionales.

En Latinoamérica, el incremento del precio de los combustibles fósiles está suponiendo un escenario de bonanza para los países exportadores de la región (Venezuela, Colombia, México, Bolivia) y una desfavorable coyuntura para los importadores como Chile (64% como porcentaje de su propio consumo), Perú (23%), Brasil (15%)⁷, que incentiva aún más los esquemas de poder e influencia geoestratégica desde los más favorecidos por la actual coyuntura hacia los menos favorecidos. Por ello, el flujo de capital proveniente de la existencia de reservas de hidrocarburos y de los altos precios en los mercados internacionales está jugando un papel cada vez más decisivo para el establecimiento de compromisos políticos y económicos entre los gobiernos de la región, y lo está haciendo renegando de los planteamientos de mercado que habían imperado desde la década de los noventa.

Si atendemos a la actual situación de las energías renovables en el contexto energético mundial, la primera conclusión que cabe extraer es que todavía hay poca energía limpia en el mundo, un 13,1% del total de suministro de energía primaria (grafico 6).

(7) Brasil intentará alcanzar su autoabastecimiento a partir de los biocombustibles y de los recientes descubrimientos de importantes reservas de crudo y gas en su territorio, lo que puede constituirle en país exportador a partir de ahora.

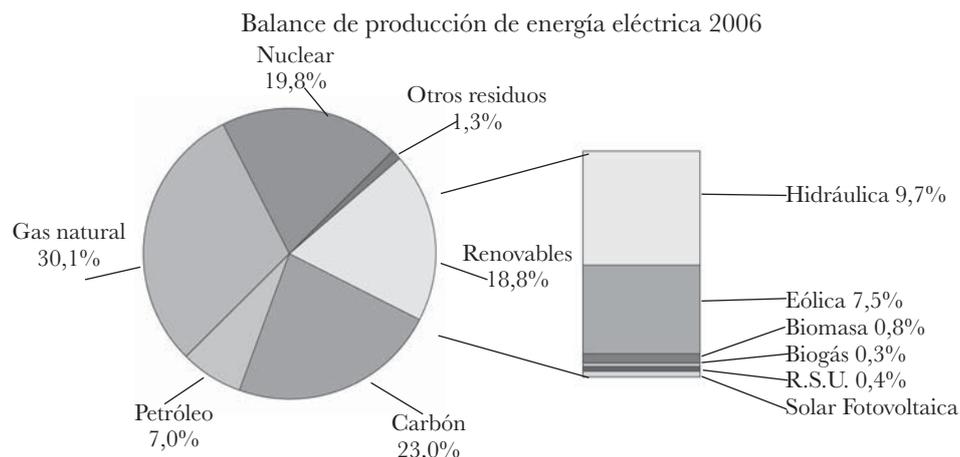
GRÁFICO 6. *Poca energía limpia*

Pero para realizar un análisis algo más profundo es preciso desagregar los datos. Así, se observa que en la contribución al consumo de energía primaria, la cuota correspondiente a las energías renovables está integrada casi en su totalidad por una cuota de 10,4% de biomasa y una cuota de 2,2 % de energía hidroeléctrica. Sin embargo, si se analiza la contribución del *mix* de tecnologías renovables no al consumo primario de energía sino a la generación de energía eléctrica, la primacía de la biomasa es claramente desplazada por la generación hidroeléctrica. A día de hoy, la hidroeléctrica es la energía renovable más extendida a nivel mundial, y a principios de 2006 la capacidad instalada era de 816 GWe, de los que 750 GWe correspondían a grandes instalaciones hidroeléctricas. Esto implica que cerca del 89% de la potencia eléctrica mundial instalada con origen en fuentes renovables corresponde precisamente a este tipo de instalaciones. Pero la tendencia en los países desarrollados, como se ha comentado anteriormente, se orienta a una mayor potenciación de las energías renovables no convencionales, fundamentalmente, de la energía eólica y de la energía solar.

En relación con la energía eólica, cabe señalar que la producción eléctrica mundial con recurso eólico ha crecido durante los últimos cinco años un 25% anual. Dos terceras partes de la capacidad eólica instalada en el mundo están en Europa (fundamentalmente en Alemania, España y Dinamarca) y de dicha nueva capacidad instalada en Europa, el 86% se ha instalado en los dos últimos años. A nivel mundial se espera un crecimiento del 21% anual para los próximos años, hasta alcanzar un volumen de nuevas instalaciones anuales de 25.000 MW. Por su parte, la energía solar fotovoltaica ha crecido a nivel mundial un promedio de un 41% anual en los tres últimos años. El entorno fotovoltaico está rebosante de anuncios de nuevas empresas y aumento de capacidad de producción a nivel mundial, y la industria del sector aspira a instalar 20.000 MW sólo en España hasta el 2020. Si tomamos como referencia el caso de España, puede comprobarse que ya en 2006 la energía eólica y la gran hidráulica compartían el liderazgo en la generación de fuentes renovables (gráfico 7), aunque en el año 2007 la eólica ocupa ya el primer lugar, con 13.000 MW, que han generado una producción hasta noviembre de 2007 de 23.195 GW, lo que supone algo más del 10% de la generación eléctrica total, superando a la generación hidroeléctrica de la gran hidráulica (algo más del 9%). La producción generada mediante fuentes renovables (22%) supera la generada

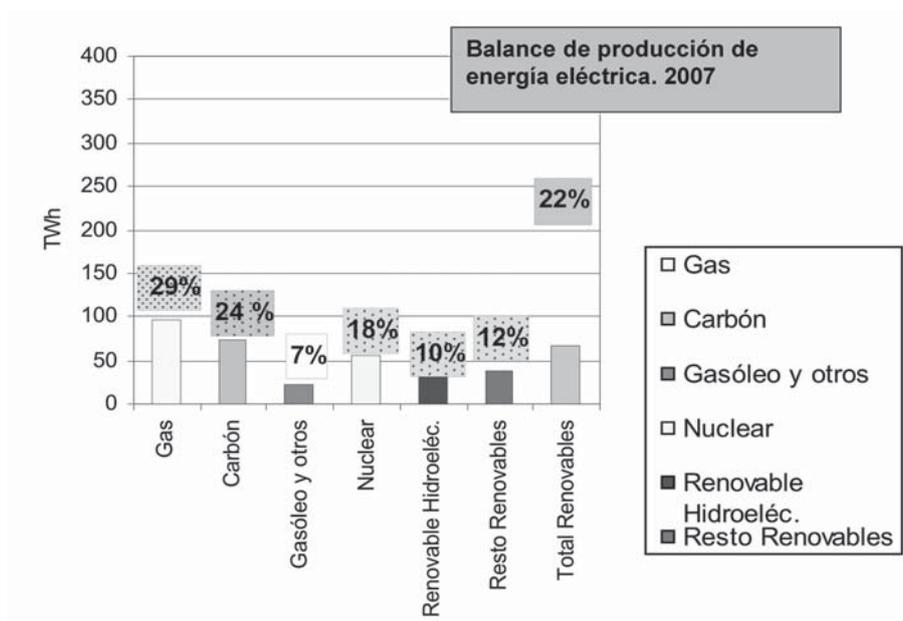
por la tecnología nuclear (18%) y se acerca a la generada en centrales térmicas de carbón (24%) (gráfico 8).

GRÁFICO 7. Actualmente, la hidráulica y la eólica comparten protagonismo



Fuente: IDAE.
Ministerio de industria, Turismo y Comercio

GRÁFICO 8. ... y juntas superan a la generación nuclear



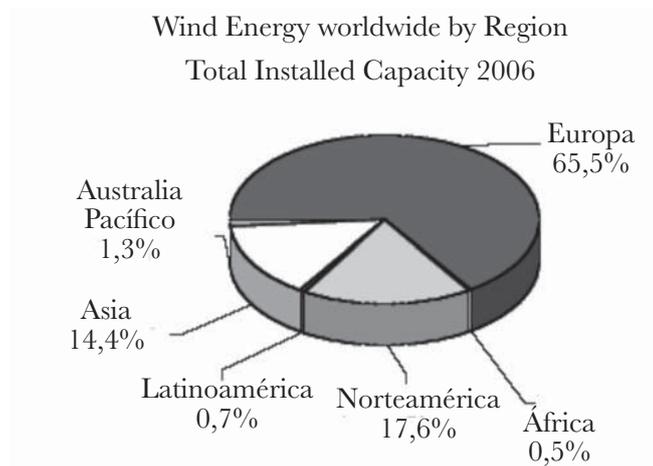
Sin embargo, no es ésa la evolución que se pronostica para las regiones menos desarrolladas, que parecen ir en la dirección contraria (cuadro 1).

CUADRO 1. *Para el resto del mundo la energía renovable parece no ser una prioridad*

	Mundo	UE	EE.UU.	China	África subsahariana	Asia del Sur	América Latina
2000	12%	6%	5%	17%	62%	39%	23%
2030	7%	9%	5%	6%	21%	9%	18%
Consumo de energía renovable en el total energético de cada país en 2000 y 2030 (en %)							

El pronóstico de futuro analizado por regiones arroja una menor contribución de las energías renovables al consumo de energía primaria, con la excepción de la Unión Europea, que incrementará su porcentaje del 6% en el año 2000 al 9% en el año 2030⁸. En términos absolutos, África será la región que aportará mayor contribución (un 21% en 2030, frente al 62% actual), seguida de América Latina (un 18%, frente al 23% actual). Si se detalla más el estudio de la situación en Iberoamérica se confirma la situación globalmente adjudicada a las regiones menos desarrolladas; crece el consumo de combustibles fósiles y su participación en el *mix* energético, al tiempo que disminuye la contribución de las energías renovables con un predominio casi absoluto de la energía hidroeléctrica y la biomasa. La «Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sostenible» estableció como objetivo que la zona, considerada en su conjunto, logre que al menos el 10% del consumo de energía provenga de fuentes de uso renovable. A finales de 2002, aunque dicho objetivo se superaba ampliamente, dado que las fuentes de energía renovable aportaban más de la cuarta parte de la oferta total de energía, también se comprobaba que se trata de fuentes de energía que evidencian la falta de desarrollo de una infraestructura adecuada. En la región, la energía hidroeléctrica aporta el 22%, la leña casi el 6%, los productos de caña algo más de un 4%, en tanto las biomásas y la geotermia aún son marginales, ya que no superan el 1%. La participación del conjunto de las fuentes renovables en la oferta total de energía muestra una tendencia levemente negativa, reduciéndose de 25.7% en 2002 a 24.8% en 2004 (por la patente reducción de la generación hidroeléctrica en el período en Brasil, Uruguay, Colombia y México). La energía eólica, que es la más eficiente actualmente y prácticamente una tecnología convencional más en los países desarrollados, es marginal en Iberoamérica (gráfico 9), con la excepción de Brasil, lo que permite que aparezca por primera vez un país iberoamericano entre los 20 primeros países del mundo en energía eólica instalada (cuadro 2).

(8) Obsérvese que dicho pronóstico es incluso muy conservador, ya que los vigentes objetivos de la Unión Europea son alcanzar el 12% del suministro de la demanda primaria de energía y la nueva propuesta lo eleva al 20% en el año 2020.

GRÁFICO 9. *La energía eólica es marginal en Latinoamérica*CUADRO 2. *Brasil emerge, como China e India, como potencia eólica*

Ranking total 2006	Country	Additional capacity 2006 [MW]	Growth rate 2006 %	Total capacity end 2006 [MW]	Total capacity end 2005 [MW]	Ranking total 2005
1	Germany	2.194	11,9	20.622	18.428	1
2	Spain	1.587	15,8	11.615	10.028	2
3	USA	2.454	26,8	11.603	9.149	3
4	India	1.840	41,5	6.270	4.430	4
5	Denmark	8	0,3	3.136	3.128	5
6	China	1.333	105,3	2.599	1.260	8
7	Italy	405	23,6	2.123	1.718	6
8	United Kingdom	610	45,1	1.963	1.353	7
9	Portugal	694	67,9	1.716	1.022	11
10	France	810	106,9	1.567	757	13
11	Netherlands	336	27,5	1.560	1.224	9
12	Canada	776	113,8	1.459	683	14
13	Japan	354	34,0	1.394	1.040	10
14	Austria	146	17,8	965	819	12
15	Australia	238	41,1	817	579	15
16	Greece	184	32,1	758	573	16
17	Ireland	251	50,6	746	496	18
18	Sweden	54	10,6	584	510	17
19	Norway	55	20,4	325	270	19
20	Brazil	208	729,6	237	29	34
	Rest	730	48,4	2.238	1.508	
TOTAL		15.216	25,8	74.246	59.030	

En definitiva, todos los datos anteriores, parecen permitir concluir que los pronósticos vaticinan que el incremento global de combustibles fósiles provenga del consumo de los países menos desarrollados (que reducen su contribución global al capítulo de fuentes renovables), mientras los países desarrollados reducen su consumo de combustibles fósiles e incrementan la contribución global de energías renovables, fundamentalmente, de renovables no convencionales (eólica, solar, geotermia...). Sin embargo, grandes países emergentes como China, India y Brasil parecen querer contar también en el nuevo escenario de fomento de energías renovables que parecía reservado para los países desarrollados. ¿Por qué? Se analizará en los siguientes epígrafes.

3. La seguridad de suministro y las energías renovables. ¿Problema o solución?

Si atendiéramos a la disponibilidad de recursos energéticos tecnológicamente disponibles en el mundo, las energías renovables, en general, y la energía solar, en particular, destacarían como el recurso idóneo para atender las necesidades de desarrollo a nivel mundial. Según el Departamento de Energía de Estados Unidos, el país podría atender todas sus necesidades de energía utilizando tan sólo el 1,6% de su territorio con instalaciones de células solares. Estudios científicos estiman que bastaría cubrir con colectores solares un 0,5% de la superficie de los desiertos cálidos de la Tierra para satisfacer la demanda eléctrica mundial, y que con la energía disponible en los desiertos se cubre más de 700 veces el consumo primario de energía del mundo entero. La comparación de la capacidad de la energía solar con las tecnologías hoy disponibles para atender la demanda global de energía, frente a la capacidad de las tecnologías convencionales e incluso respecto al resto de tecnologías renovables es realmente llamativa (gráficos 11 y 12).

GRÁFICO 10. *La energía solar y los recursos fósiles*

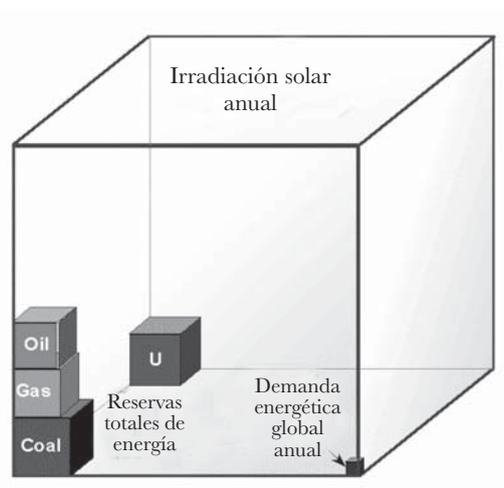
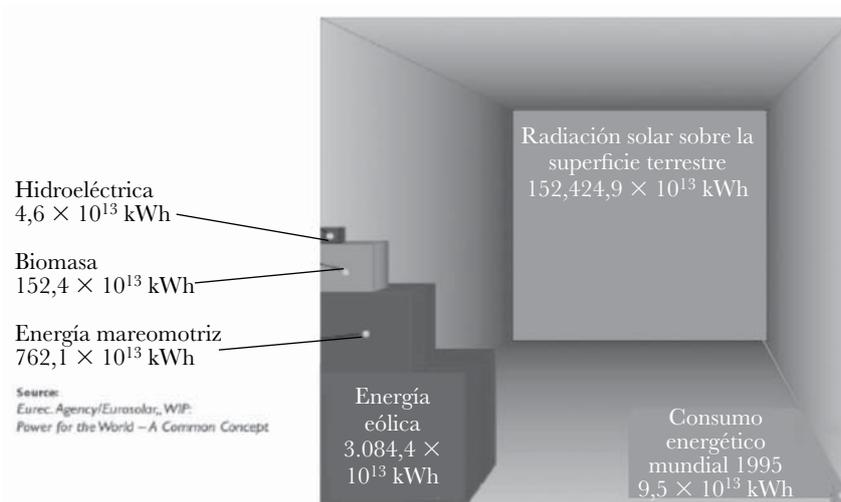


GRÁFICO 12. *La energía solar y el resto de recursos renovables*

Pero la disponibilidad de recurso natural no es el único factor que ha de ser tenido en cuenta. El grado de capacidad de cada tecnología para contribuir a la seguridad de suministro y su coste de producción constituyen factores determinantes para escoger entre las distintas alternativas posibles. Los principales inconvenientes de las energías renovables, dentro de la red de generación de energía eléctrica a escala mundial, han sido, tradicionalmente, la limitación en potencia nominal y la discontinuidad en la generación y suministro. El primer factor ya va siendo neutralizado por dos efectos claros; por un lado, el aumento en la potencia susceptible de ser generada en las nuevas plantas (parques eólicos, plantas fotovoltaicas o termosolares, etc.) debido a los correspondientes avances tecnológicos; y, por otro, la disminución de la centralización de la producción derivada del mayor desarrollo de la denominada «generación distribuida». En cuanto a la continuidad en la generación y suministro, el reto fue asumido por el sector tecnológico e industrial y hoy en día se incorporan mecanismos de control de los «huecos de tensión» tanto en equipos nuevos como en la mayoría de los existentes, con incentivos económicos para la incorporación de esta nueva tecnología. También se ha intentado encontrar una forma de almacenar temporalmente y de manera eficiente la energía producida, con objeto de desacoplar la oferta de la demanda, mediante el almacenamiento intermedio por medio de volantes de inercia o de baterías eléctricas convencionales. Sin embargo, si bien estos avances logran aumentar la eficiencia de las fuentes de energía renovable, no salvan su problemática por completo ni su inherente naturaleza intermitente. Ahora bien, ¿incapacita esta peculiaridad de las energías renovables para que puedan contribuir de manera efectiva a la seguridad del suministro?

La seguridad de suministro se obtiene de la diversificación de fuentes de generación y de su adecuada combinación y complementariedad entre ellas. Desde esa

perspectiva, es innegable que las fuentes renovables también contribuyen eficazmente a la seguridad y garantía de suministro de un sistema eléctrico integrado. La elevada participación que la Unión Europea está otorgando a las energías renovables en su matriz de generación eléctrica evidencia que las energías renovables no ponen en riesgo la seguridad de suministro, sino todo lo contrario. Es obvio que a una fuente energética de alta dispersión y aleatoriedad como la eólica o la solar no se le puede exigir un seguimiento de la demanda que permita en todo momento su cobertura, pero de ello no puede concluirse que su funcionamiento no es predecible y, por ello, programable junto con la producción proveniente de otras fuentes de generación distintas. Se han desarrollado modelos y procedimientos para predecir la generación de origen eólico con un horizonte de setenta y dos horas y, por supuesto, para asumir los procedimientos que el mercado eléctrico establece (veinticuatro horas de antelación y existencia de seis intradiarios), lo que ha permitido reducir los costes por los desvíos entre la predicción y lo realmente producido ⁹.

Incluso, desde la perspectiva del concepto de seguridad y garantía de suministro que ha quedado expresado, es evidente que en el caso de países sin recursos fósiles suficientes para cubrir su demanda o sin tecnología nuclear y recursos de uranio autóctonos, las energías renovables contribuyen una seguridad y garantía de suministro de mejor calidad, mucho más sólida y más predecible y estable en el tiempo, que la ofrecida por las tecnologías de generación convencionales. Las energías renovables aportan capacidad de generación autóctona y diversificada, disminuye la dependencia exterior, permite el desarrollo tecnológico e industrial propio, no genera riesgos adicionales ni de terrorismo ni de almacenamiento de residuos, y utiliza recursos naturales renovables y por tanto ilimitados. Ninguna de estas bondades puede predicarse de las tecnologías convencionales. Por ello, los diseños regulatorios que no reconocen esa contribución y excluyen a las energías renovables de pagos por garantía de potencia o por reserva de capacidad ¹⁰ están penalizando de forma injusta a este tipo de tecnologías respecto a las tecnologías convencionales que si lo perciben. Un mecanismo objetivo que permitiría valorar la efectiva contribución a la garantía de suministro pudiera consistir en la fijación de un precio máximo del precio del MWh en el mercado diario a partir del cual debe entrar en operación la reserva de capacidad remunerada, y si no lo hace, se le aplicaría una penalización. La decisión de concurrir o no a ese sistema de pago por capacidad, sería responsabilidad de cada titular de cada instalación, en función de su mayor o menor capacidad para cumplir con las obligaciones de potencia que

(9) La normativa española establece penalizaciones económicas a los productores con tecnologías renovables en instalaciones con potencia superior a 1 MW que no cumplan su programación. A partir de 1 de enero de 2009, la obligación afectará a las instalaciones con potencia superior a 50 kW. Esa situación incentiva la agrupación de las pequeñas instalaciones en torno a un representante (figura creada por RD 6/2000) para que se produzca una programación agrupada y los desvíos se computen respecto al saldo neto resultante de la agrupación.

(10) La normativa actual en España ha excluido de los denominados «pagos por capacidad» (anteriormente denominados «garantía de potencia»), a la potencia «no gestionable», pero no define el período temporal que permite dicha calificación, quedando a la interpretación y negociación caso a caso con el Operador del Sistema. Además, la energía renovable discontinua puede considerarse no gestionable al alza en tiempo real, pero si resulta gestionable a la baja, contribuyendo a la adecuada regulación entre oferta y demanda.

previsiblemente iban a serle requeridas y no de la decisión unilateral del Operador del Sistema sobre la potencia que ha de considerarse gestionable o no.

Además de lo anterior, las principales críticas, necesidades y requerimientos introducidos hacia las fuentes de energía renovable que se centraban en el objetivo de mejorar la operación del sistema para facilitar la continuidad de suministro han partido de un único escenario, que entonces era el único previsible; la aportación, prácticamente en exclusiva, de la generación renovable de origen eólico, ya que ha sido este tipo de generación renovable la que ha adquirido el mayor (y casi único) protagonismo de desarrollo en los últimos años. Todas las estimaciones internacionales sobre el futuro a corto, medio y largo plazo, permiten concluir que ya no va a seguir siendo la eólica la única fuente renovable significativa en la generación eléctrica. Por lo tanto, ya existen otras alternativas que deben ser seriamente consideradas a fin de incrementar la capacidad de incorporación de energía al sistema procedente de distintas fuentes renovables que se complementan en sus discontinuidades, lo que permitirá mejorar su operación y maniobrabilidad. En el trabajo del Instituto de Investigación de la Universidad de Comillas, que lleva por título *Renovables 100%*, se analizan las posibilidades de integración de operación en el sistema peninsular español y su viabilidad económica, en un escenario 100% renovable, precisamente aprovechando la complementariedad de cada tipo de tecnología, considerando incluso distintos escenarios y su coste económico para el Sistema. Existen múltiples combinaciones y variables que permiten considerar un *mix* «óptimo» desde el punto de vista de la operación del sistema con el mínimo coste posible ¹¹.

Por otro lado, la utilización de la producción eléctrica excedentaria de las fuentes renovables en situaciones de tensión que obligue a su desconexión de la red, puede emplearse en actividades de producción de materia prima «renovable» que suponga un cierto modo de almacenamiento de energía. Es el caso del empleo de dicha energía excedentaria en la producción de hidrógeno (ya existe un prototipo en operación en España, a partir de energía eólica) o en el bombeo de agua para su posterior utilización para la generación hidroeléctrica. El hidrógeno, del que se dice que es limpio, renovable y eficiente, empleado conjuntamente con pilas de combustible, puede producir calor y electricidad teniendo como único residuo agua pura. Pero es preciso llamar la atención sobre la circunstancia de que el hidrógeno será o no «limpio» en la medida en que lo sea su producción; y las pilas de combustible serán o no una fuente de energía renovable en tanto que lo sea el origen renovable o no del hidrógeno las alimenta.

(11) Escenarios previstos para el año 2050, con arreglo a las variables que se contienen en el Informe citado. Los estudios destacan, entre otras cosas, que la suma de los techos de capacidad de cada tecnología renovable alcanzaría para cubrir hasta 56,42 veces la demanda peninsular de electricidad prevista para el 2050 y que para cubrir la demanda, un posible parque de generación, con un sobredimensionamiento del 178% y 180.000 MW de potencia instalada combinando distintas tecnologías renovables, ocuparía tan sólo un 5,3% del territorio, con costes asumibles y más favorables que respecto al escenario tendencial, y con herramientas más que suficientes para asegurar la continuidad del suministro.

4. El desarrollo sostenible y la contribución de las energías renovables al cumplimiento de los objetivos marcados

Si técnica y tecnológicamente existen soluciones que mitigan y llegan a neutralizar el problema de la discontinuidad de la generación eléctrica mediante fuentes renovables, el siguiente análisis debe venir referido al coste económico de dichas soluciones. Ya se ha visto en el epígrafe anterior que diversos estudios consideran que el coste económico de dichas soluciones es incluso inferior al que se deriva del escenario tendencial basado en las tecnologías convencionales de consumo de combustibles fósiles y de energía nuclear. Sin embargo, el discurso clásico del sector tradicional viene afirmando lo contrario; que las energías renovables son caras, de la misma forma que viene afirmando que ponen en peligro la seguridad del suministro.

La realidad es que, como toda tecnología incipiente, las tecnologías renovables, cuando aún no han alcanzado su maduración tecnológica, resultan ser más caras que las tecnologías convencionales, con décadas de desarrollo, operación y explotación tras de sí. Pero hoy en día, algunas tecnologías renovables, como la eólica, han alcanzado ya un grado de madurez tecnológica suficiente como para competir eficazmente con las tecnologías convencionales. Otras, como la solar o la biomasa, pueden alcanzarla muy pronto. Entonces, si es así, ¿por qué se sigue apoyando la generación producida con dichas tecnologías mediante primas o tarifas, en lugar de dejarlas competir con las convencionales mediante estrictos mecanismos de mercado?

La pregunta ofrece muchas respuestas, pero una de ellas tiene que ver con la estructura de los costes que realmente se internalizan en cada una de las tecnologías. Así, la principal ventaja competitiva de las tecnologías renovables, su nulo o escaso impacto ambiental comparado con las tecnologías convencionales, resultaba neutralizada hasta ahora porque las tecnologías convencionales no estaban obligadas a internalizar en su estructura de costes los importantes impactos ambientales que generan. Y dichos costes no sólo guardan relación con las emisiones de CO₂; los vertidos de petróleo o la problemática del almacenamiento de los residuos nucleares van a ser costes que deban internalizarse cada vez con mayor frecuencia ¹².

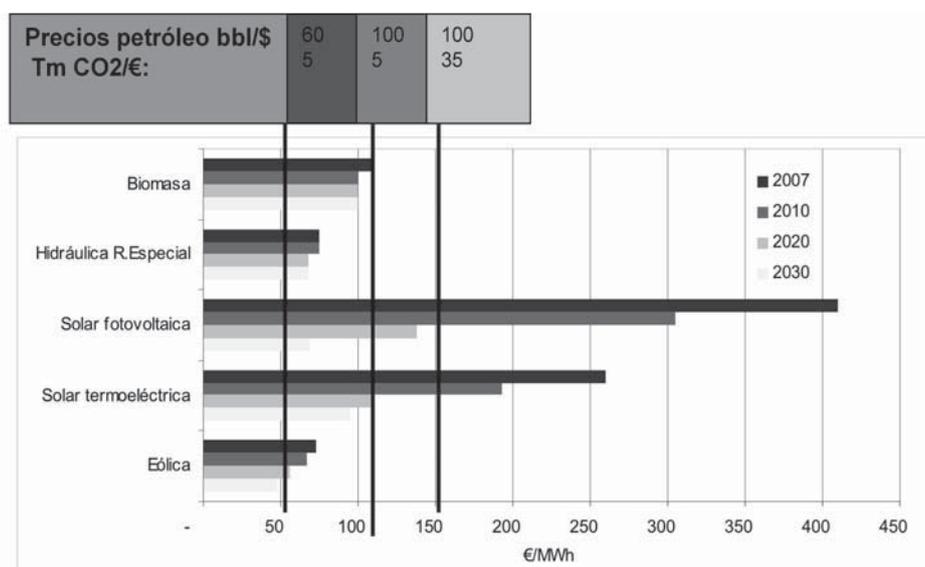
Hasta ahora, los mayores avances para la internalización de los costes medioambientales de las tecnologías convencionales se han producido en relación con las emisiones de CO₂ a la atmósfera. Para reducir las emisiones se ha diseñado por los organismos internacionales competentes un mecanismo de mercado que permita valorar e internalizar los costes incurridos por cada una de las tecnologías como consecuencia de las emisiones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero (GIS) generadas en el proceso de producción. La asignación de derechos de emisión¹³ de CO₂ por instalaciones, la creación de mercados internacionales para su

(12) Por primera vez en Francia, un tribunal reconoce los daños al medio ambiente, condenando a la petrolera TOTAL al pago de 192 millones de euros, como responsable del desastre ecológico por el hundimiento del buque «Erika». La CNE de España se ha pronunciado recientemente sobre la necesidad de que la internalización de los costes de almacenamiento de los residuos nucleares no se limiten a setenta años, ya que los residuos tienen una vida de miles de años (Informe 35/2007, de 20 de diciembre).

(13) Un derecho de emisión es el derecho a emitir una tonelada de carbono equivalente a la atmósfera.

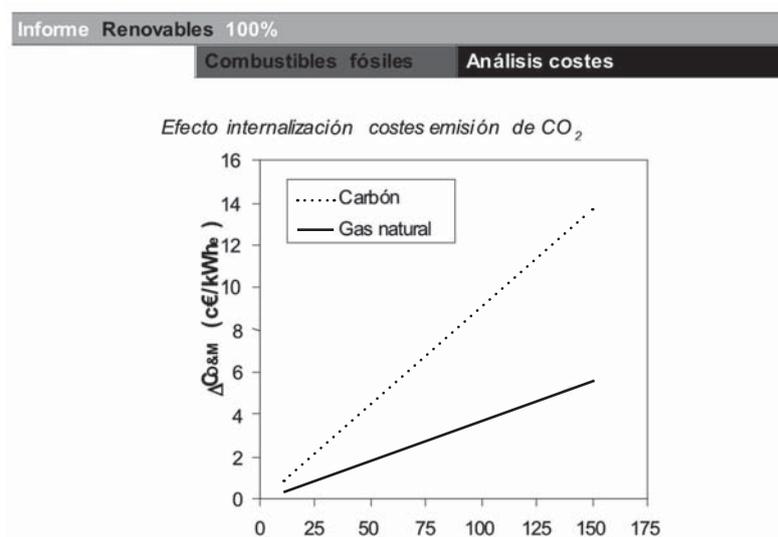
negociación, y el establecimiento de cupos máximos de emisión para los distintos países firmantes del Protocolo facilita la formación de un precio de mercado para la Tm CO₂. El precio de la Tm CO₂ estará en función de los objetivos más o menos ambiciosos que se establezcan para la reducción de emisiones y, a su vez, el precio de generación de electricidad con tecnologías que empleen combustión de gas o carbón, será mayor o menor en función del mayor o menor precio de la Tm CO₂ (gráfico 12). Esta variación de precios puede hacer ya hoy, plenamente competitivas algunas tecnologías renovables frente a la central térmica de ciclo combinado de gas (gráfico 12) o frente a la central térmica de carbón (cuadro 3).

GRÁFICO 12. Coste de generación por tecnologías respecto a coste de Ciclo Combinado con distintos escenarios de coste de CO₂ y petróleo



Por otro lado, si las previsiones barajadas vienen a demostrar que las energías renovables pueden ser competitivas en precio con la Central Térmica de Ciclo Combinado y con la Central Térmica de Carbón, es evidente que esa competitividad será mayor con la reducción de costes que se espera en las distintas tecnologías «verdes» (*vid.* gráfico 1) y que no es esperable en las tecnologías convencionales¹⁴.

(14) Para la tecnología explotable comercialmente que hoy puede considerarse más cara, la fotovoltaica, se prevé en España, tal y como recoge la propuesta del sector «Fotovoltaica 20», que se llegue a equiparar su coste de generación con el precio doméstico de la electricidad antes de 2020. En esa fecha la tecnología habrá atravesado un umbral de su curva de aprendizaje que puede implicar su despliegue masivo como una de las tecnologías de generación de referencia.

Gráfico 13. Variación precio coste generación con gas y con carbón, en función del precio de la Tm CO₂

Fuente: Greenpeace.

5. Energías renovables, mercado y eficiencia económica

Para diseñar un marco regulatorio que fomente las energías renovables hay que ser realistas, considerar su coste y si éste es viable en el país considerado. Pero igualmente realista es que para considerar dicho coste no se recurra sólo al capítulo de «gastos» sino que también se tenga en cuenta el capítulo de «ingresos» o de ahorros que se derivan de la contribución de la producción eléctrica mediante tecnología basada en recursos renovables. En definitiva, debe valorarse su eficiencia económica considerando costes y beneficios en modelos de mercado.

Uno de los ingresos o ahorros más significativos es el que guarda relación con la minoración de precios en el mercado mayorista de electricidad. El mecanismo regulatorio diseñado en España obliga al productor de energía renovable a ofertar a precio cero o precio aceptante, y luego el sistema liquida a dicho productor por diferencias el precio obtenido en mercado, más la prima o más la diferencia hasta la tarifa regulatoriamente establecida para cada tecnología renovable¹⁵, según la opción de mercado o de tarifa escogido por el productor. Como consecuencia de la agregación de la producción eléctrica renovable a la curva de oferta de producción eléctrica total, la tecnología marginal convencional más cara es desplazada y no llega a fijar precio para toda la producción total eléctrica casada con la curva de oferta. El sector eólico español ha calculado un ahorro final para el sistema de

(15) En España, el productor de energía renovable puede optar por recibir una retribución fundada en el precio del mercado mayorista diario (precio mercado más prima), o bien, acogerse a la tarifa fijada con independencia de dicho precio de mercado, pero en ambos casos la energía producida contribuye a desplazar la curva de demanda (demanda real *vs.* demanda aparente) para casar el precio del resto de la energía que concurre al mercado diario mayorista.

CUADRO 3. Coste de producción de cada tecnología con precios del crudo y del CO₂ cotizados en contratos de «futuros» para 2008

Tecnología	Vida útil (años)	Tasa descuento %	Factor de utilización (horas/año)	Coste específico inversión (€/kW)	Coste fijo inversión (€/MW año)	Coste fijo inversión (€/MWh)	Coste fijo medio inversión (€/MWh)	Coste variable O&M (€/MWh)	Costes combustible (€/MWh)	Coste total sin CO ₂ (€/MWh) (c)	Emisión específica (t CO ₂ /MWh)	Coste Medio CO ₂ (€/MWh)	Coste total (€/MWh)
CCGT	25	8,50	7.000	500	48,3	5,5	6,9	5,0	32,4	44,3	0,380	8,7	53,0
GICC	25	8,50	7.000	1.300	125,5	14,3	17,9	10,0	23,8	51,7	0,760	17,5	69,2
Nuclear Avanzado (**)	40	8,50	8.000	1.720	151,2	17,3	18,9	7,5	3,6	30,0	0,000	0,0	30,0
Carbón supercrítica	35	8,50	7.000	1.020	91,4	10,4	13,1	6,0	22,8	41,9	0,820	18,9	60,7
Carbón convencional	35	8,50	7.000	985	88,2	10,1	12,6	6,0	32,3	50,9	0,900	20,7	71,6
Fuclóleo	35	8,50	7.000	900	80,6	9,2	11,5	3,0	60,2	74,7	0,740	17,0	91,7
Turbina de gas	20	8,50	1.500	315	32,8	3,7	21,9	5,0	55,8	82,7	0,550	12,7	95,4
Eólico	20	8,50	2.100	920	95,7	10,9	45,6	6,0	0,0	51,6	0,000	0,0	51,6
Precio medio CO ₂ (€/tCO ₂)													23

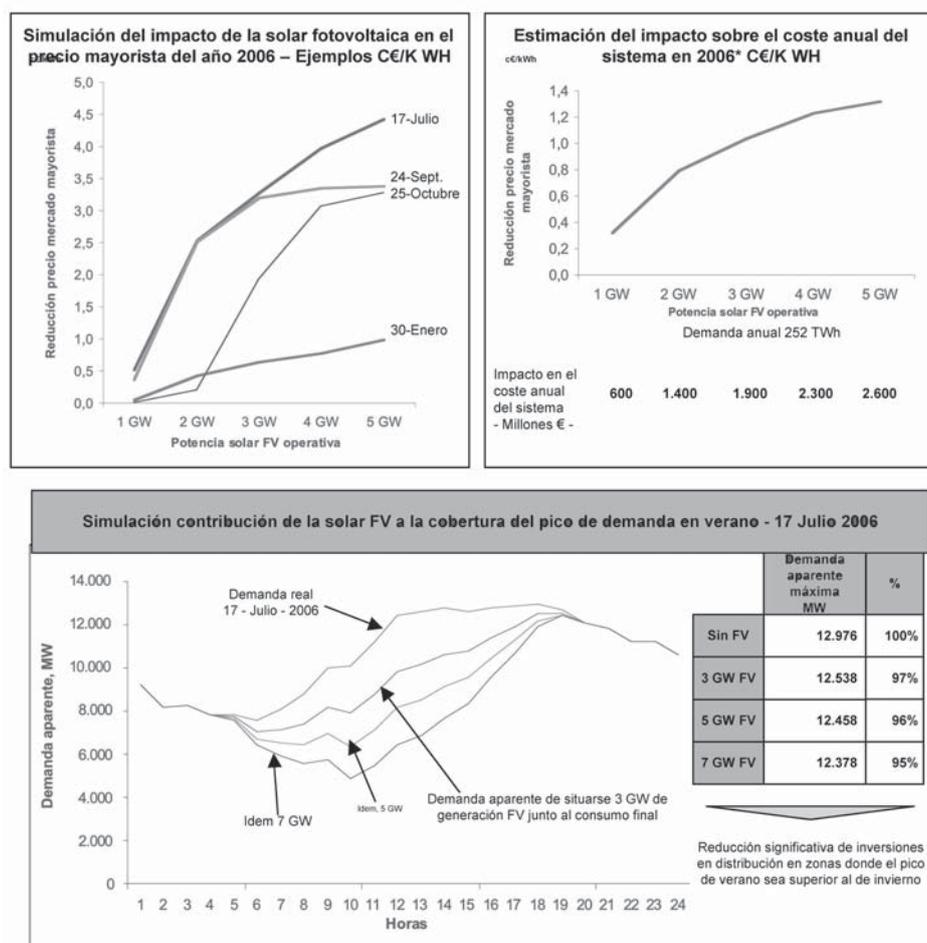
(*) Elaboración propia

(**) No incluye el coste de desmantelamiento y de gestión de residuos.

Fuente: REE

entre 800 y 1.400 millones de euros¹⁶ por este efecto en el ejercicio 2006. El sector fotovoltaico también ha realizado sus propias estimaciones¹⁷ (gráfico 14).

GRÁFICO 14. *Estimaciones del sector fotovoltaico español sobre el ahorro para el sistema por efecto de disminución de precio en el mercado mayorista diario*



Otro ingreso o ahorro muy significativo guarda relación con la idoneidad de determinadas tecnologías para generalizar la denominada «generación distribuida». Este tipo de microgeneración distribuida, por su escasa dimensión y proximidad al punto de consumo, resulta más eficiente, más gestionable, más respetuosa medioambientalmente y al alcance de todos. Además, permite significativos ahorros para el sistema en la medida en que al no precisar su transporte a lugares de consumo

(16) Estimaciones de la Asociación Empresarial Eólica (AEE).

(17) Estudio de consultoría realizado por Arthur D. Little en 2007, por encargo de APPA y ASIF.

distantes del lugar de generación de la electricidad, evita las pérdidas del fluido eléctrico que tienen lugar en su tránsito a través de la red¹⁸. La industria fotovoltaica ha calculado los ahorros o «ingresos» para el sistema español, por este concepto, en 2.677 Gwh o 271 millones de euros anualmente, si llegaran a cumplirse sus previsiones de 20.000 MW instalados en 2020. Además de lo anterior, se evita la construcción de nuevas infraestructuras de transporte y distribución allí donde aún no se han realizado ya que la producción se realiza *in situ* con estas instalaciones de generación híbridas y modulares. El coste de las infraestructuras gasistas del período 2008-2012 en España está previsto en 10.127 millones de euros y las infraestructuras eléctricas en el mismo período, 8.872 millones de euros. Si con pequeña generación distribuida pudiera ahorrarse un 10% de la infraestructura prevista, la cifra de ahorro alcanzaría casi los 2.000 millones de euros.

En definitiva, puede ser cada vez más común, —y puede serlo mucho más en el futuro— la conexión de generación «distribuida» en líneas de distribución de baja tensión, lo que plantea todo un desafío regulatorio, ya que aunque es cierto que no siempre las líneas de distribución están adecuadamente diseñadas para ello, muchas veces la supuesta falta de capacidad no es sino una barrera de entrada que la compañía distribuidora pretende establecer contra un nuevo tipo de generación que atenta a los intereses de la compañía generadora verticalmente integrada en su grupo empresarial. Por ello, para hacer posible el fomento de la generación distribuida es imprescindible garantizar el libre acceso en las redes de distribución, en particular para aquellos consumidores libres que adquieren o producen la energía de manera independiente del grupo empresarial de la compañía distribuidora propietaria de la red. Y de la misma forma constituye un desafío regulatorio el fomento de la generación distribuida incluso no conectada a la red, ya que los beneficios y ahorros que produce para el sistema integrado (ahorro de infraestructuras y de pérdidas en el transporte) son incluso mayores que en el caso de generación conectada a la red. El diseño regulatorio existente en España, por ejemplo, no camina en la dirección adecuada, ya que excluye de las tarifas y primas a la generación de fuentes renovables que no esté conectada a la red.

Por último también es conveniente señalar que existen otros beneficios para el sistema eléctrico, de difícil cuantificación. Por ejemplo, las empresas eléctricas tradicionales en España sólo poseen un 50% del negocio eólico (es posible que el porcentaje sea, incluso, mucho menos significativo en el caso de la solar fotovoltaica), por lo que energía eólica, la solar y en general las energías renovables, abren mayores posibilidades a la comercialización independiente, posibilidades que se ven potenciadas con los mercados a plazo, las obligaciones de etiquetado de la producción y comercialización eléctrica y el sistema de garantías de origen de energía renovable, que permitirá a los comercializadores y a los consumidores elegir el tipo de energía (contaminante o limpia) que quieren comercializar y consumir. Además, la posibilidad de exportar las garantías de origen da lugar a que la producción de energía renovable que se genere, por ejemplo, en España se pueda remunerar por los consumidores, por ejemplo, de Luxemburgo, lo que incentiva aún más el

(18) Las pérdidas de energía en la transmisión en España se estiman en un 9% (1,5% en transporte y 6,5% en distribución). Los ratios en iberoamérica son muy superiores, dependiendo de los países y zonas consideradas.

desarrollo de la industria nacional, ya que no está limitada por los objetivos de planificación nacionales.¹⁹

6. El papel de las energías renovables en los procesos de integración regional

De acuerdo con un reciente informe de la Agencia de Información de la Energía de Estados Unidos, el 64% de la potencia instalada en los países menos desarrollados en los últimos cinco años es de origen térmico, el 31% hidráulica, el 4% nuclear y sólo el 1% es de origen renovable no hidráulica, principalmente biomasa. Esta tendencia no es la que se observa en los países más desarrollados, que están incrementando fuertemente su apuesta por las energías renovables no convencionales (eólica, solar, marina...) y su contribución a la matriz de generación eléctrica, en detrimento de los combustibles fósiles. No es probable que lo estén haciendo por motivos solamente altruistas. La competitividad de los países en este siglo XXI de economías globales tendrá una directa relación con la competitividad de su vector energético de desarrollo y con su capacidad de integrarse en marcos regionales supranacionales. El fomento de las energías renovables, además de las ventajas expuestas en epígrafes anteriores, guarda estrecha relación con la transformación de la economía productiva hacia modelos de desarrollo sostenible, que ofrecen oportunidades de crecimiento también en otros mercados. En España, la industria eólica ha invertido más de 15.000 millones de euros en los últimos años y ha creado más de 35.000 empleos directos y más de 90.000, entre directos e indirectos, constituyendo gran número de empresas (más de 300) algunas de ellas líderes en el mundo en este sector. El sector fotovoltaico ha consolidado en España un sector industrial que actualmente también es líder a nivel mundial, con más de 600 empresas y más de 5.000 empleados directos, y que aspira a crecer hasta alcanzar los 56.000 empleos en el año 2020²⁰. La industria de tecnología solar termoeléctrica estima posible la creación de 10.000 empleos directos en el año 2010 y una inversión en el período 2005-2010 de 2.163 millones de euros, que seguramente va a superarse ampliamente²¹.

Estas oportunidades no sólo están al alcance de los países desarrollados, sino también de los países en vías de desarrollo que cuenten con un volumen de recursos naturales aprovechables, voluntad política para su fomento y promoción y decidido compromiso por facilitar entornos regulatorios que permitan la recuperación de

(19) Obviamente, en caso de exportación de la garantía de origen, la generación renovable que la respalda no cobra la retribución en el país de origen, ni la generación así producida computa en el objetivo fijado en el país de origen.

(20) Recientemente se ha inaugurado en España por la compañía Luzentia la planta que ocupa el primer lugar en el ranking internacional de potencia fotovoltaica instalada conectada a red (20 MW), con una inversión de 180 millones de euros, una superficie ocupada de 100 hectáreas y 200 plantas solares de 100 kW de potencia cada una, con capacidad para atender el consumo de 20.000 viviendas. Además se están generando proyectos de fabricación de paneles que han permitido elevar la producción nacional de los 30 MW en 2001 a los 400 MW anuales actuales.

(21) Sólo la compañía española Abengoa prevé invertir 2.000 millones de euros en los próximos años en nuevas plantas termoeléctricas, con 400 MW en España, 50 MW en Argelia y 20 MW en Marruecos. Además, pondrá en marcha la segunda planta del mundo por capacidad de producción de espejos cilindroparabólicos.

la inversión con retornos razonables. El caso de China e India es un buen ejemplo de ello, ya que no sólo han comenzado a liderar el mercado de mecanismos de desarrollo limpio (MDLs), desplazando a la región iberoamericana, sino que están aprovechando las oportunidades de transferencia tecnológica, ocupando lo primeros puestos en mundiales en nuevas instalaciones de energía renovable con compañías nacionales propias y colocadas entre las 10 primeras mundiales en sectores como el eólico y el solar (cuadro 4).

CUADRO 4. *El desarrollo en renovables, no sólo al alcance de los países desarrollados*

Top Five Countries	#1	#2	#3	#4	#5
Annual amounts or capacity additions in 2005					
Annual investment	Germany/China (equal)	United States	Germany	United States	Spain
Wind power	United States	Germany	Spain	Japan	India
Solar PV (grid-connected)	Germany	Japan	United States	Spain	China
Solar hot water	China	Turkey	Germany	India	Austria/Greece/Japan/Australia
Ethanol production	Brazil/United States		China		Spain/India
Biodiesel production	Germany	France	Italy	United States	Czech Republic
Existing capacity as of 2005					
Renewables power capacity (excl. large hydro)	China	Germany	United States	Spain	India
Large hydro	United States	China	Brazil	Canada	Japan/Russia
Small hydro	China	Japan	United States	Italy	Brazil
Wind power	Germany	Spain	United States	India	Denmark
Biomass power	United States	Brazil	Philippines	Germany/Sweden/Finland	
Geothermal power	United States	Philippines	Mexico	Indonesia/Italy	
Solar PV (grid-connected)	Germany	Japan	United States	Spain	Netherlands
Solar hot water	China	Turkey	Japan	Germany	Israel

Fuente: AIE

Brasil, por ejemplo, hace décadas que apostó por los biocombustibles y hoy el 30% del consumo nacional de turismos se abastece con bioetanol de producción propia, por lo que ha reducido su dependencia energética, y creado una industria nacional con tecnología de vanguardia en el sector, al tiempo que se propiciaba un desarrollo agrario alternativo al tradicional. La India se ha convertido en la cuarta potencia mundial en energía eólica, con fabricantes locales de aerogeneradores que exportan al mundo entero.

Del análisis de la situación en Iberoamérica se desprende que, en general, el problema no reside tanto en los objetivos de incremento de la participación de las energías renovables no convencionales en el *mix* de generación, sino en los instrumentos que se están diseñando para alcanzarlos. El denominador común de la situación es que los proyectos basados en fuentes de energía renovable no están alcanzando la dimensión suficiente como para atraer la atención de la inversión internacional en el sector y siguen ocupando, con dignas excepciones como en el caso de Brasil o más recientemente México, un espacio marginal en el desarrollo energético de los países iberoamericanos. Ello se debe a que la mayoría de los países presentan situaciones dispares en relación al desarrollo del marco regulatorio vigente del sector energético en general y del relativo a la generación eléctrica basada en fuentes de energías renovables, en particular, en relación con la normativa vigente en los países más desarrollados.

La asimetría en el interior de la región iberoamericana es también muy acusada, agravada por la circunstancia de que los procesos de integración regional de los mercados energéticos, tanto en gas como en electricidad, que se venía experimentando durante la década de los noventa y principios de este siglo, ha experimentado una clara ralentización, como consecuencia de una mayor ideologización de las cuestiones energéticas en las relaciones y compromisos internacionales de la zona. Mientras algunos países ya han iniciado el desarrollo de un sistema para el fomento de proyectos basados en fuentes de energías renovables, otros continúan sin definir políticas tendentes a impulsarlos²². Estas diferencias mejoran la posición de aquellos países con una mayor implementación de normativa orientada al fomento de las energías renovables, ya que resultan más atractivos para aumentar las inversiones en este tipo de tecnologías provenientes de países obligados por el Protocolo de Kioto, pero puede no ser suficiente, porque la dispersión regulatoria y la inseguridad jurídica creciente en la Región, la hace menos competitiva que otras zonas, como el Sur de Asia o el Norte de África. La escasa dimensión, mediante un goteo de proyectos dispersos y centrado en la obtención de derechos de emisión mediante mecanismos de desarrollo limpio (MDLs), eleva los costes de inversión en los proyectos (poca capacidad instalada y poca producción) y genera problema de evacuación de la energía producida, ya que el Sistema eléctrico no se prepara ni diseña regulatoriamente para gestionar una energía que resulta ser totalmente anecdótica y marginal.

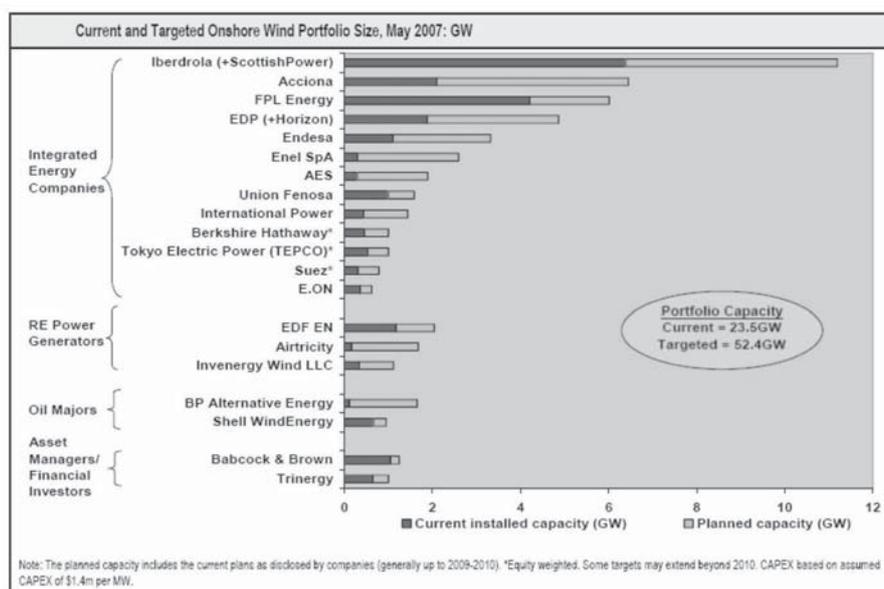
La competencia de Asia y del Norte de África para captar la inversión europea va a ser muy fuerte. Cuentan con recursos naturales abundantes, necesidades energéticas crecientes y voluntad política para captar la inversión europea y de otros países desarrollados. Además, la proximidad geográfica del Norte de África al Sur de Europa permite el desarrollo de infraestructuras de conexión, eléctricas y gasistas (Proyecto Medgaz, Proyecto Galsi) que no son posibles con la región latinoamericana²³. Pero Iberoamérica sigue conservando una baza estratégica que debe saber aprovechar y que guarda relación con el papel que están desarrollando en el sector a nivel mundial los países europeos de la comunidad iberoamericana, Portugal y España. España, en particular, ocupa un lugar de privilegio en el escenario mundial de energías renovables no convencionales. Tres cuartas partes de la capacidad eólica mundial instalada se encuentra en Europa, y España es el cuarto

(22) Brasil, fundamentalmente mediante el programa PROINFA; Argentina mediante la Ley 25019, de régimen de promoción para la energía eólica y solar y la Ley 26910, Ley de fomento nacional para el uso de fuentes renovables para la producción de energía eléctrica; México, mediante normativa que regula el Modelo de contrato de Interconexión para fuentes intermitentes de energía Renovable y metodología para el cargo para los servicios de transmisión de los mismos, así como la nueva Ley para el Aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía; Uruguay, mediante el Decreto 77/006 referente a la contratación de energía eléctrica a la red nacional generada a partir de fuentes renovables y autóctonas (energía eólica, biomasa y pequeñas hidroeléctricas); Chile, mediante nueva regulación recién aprobada que pretende aumentar la contribución de las ERNC (energías renovables no convencionales) a la matriz de generación eléctrica.

(23) En relación con la Región del Magreb, Europa del Sur ha comenzado un nuevo proceso de integración regional con el denominado Foro Euromediterráneo de la Energía (MEDREG) que agrupa a los países mediterráneos del Sur de Europa (España, Italia, Francia, Portugal, Grecia, Chipre, Bosnia Herzegovina, Turquía, Eslovenia) y del Norte de África y Oriente Medio (Argelia, Marruecos, Túnez, Egipto, Líbano, Jordania, Israel, y Autoridad Palestina).

país del mundo en capacidad instalada de generación eléctrica mediante energía renovable y el segundo en energía eólica instalada, con tres empresas españolas entre las cinco primeras del ranking mundial (cinco entre las ocho primeras), con empresas con fortalezas tecnológicas, técnicas y financieras, con experiencia en la gestión de este tipo de activos, con presencia industrial en toda la cadena de valor y con fuerte vocación internacional (gráfico 15).

GRÁFICO 15. *Las empresas de generación españolas son líderes en energía eólica a nivel mundial*



Fuente: New Energy Finance

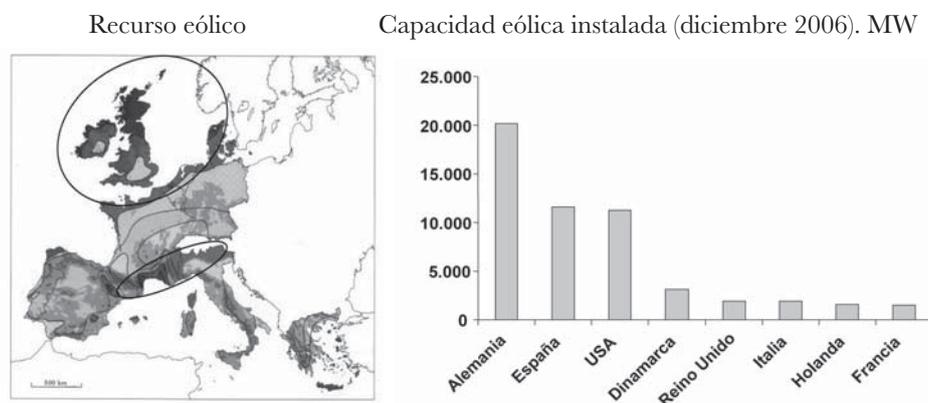
Además las compañías españolas prevén importantes transferencias tecnológicas, con la consiguiente creación de empleo y tejido industrial, hacia los países de ubicación de la nueva potencia eólica que instalen.

7. Marcos regulatorios para el fomento de las energías renovables. Opciones y principios inspiradores de cada uno de ellos

En el capítulo del diseño regulatorio que fomente la generación mediante energías renovables también Europa en general, y España en particular, tienen experiencia que ofrecer, con aciertos y errores, de la que es posible extraer conclusiones útiles. Las alternativas han oscilado hasta ahora entre tres modelos; el modelo de certificados verdes negociables; las ayudas fiscales; y el modelo de tarifas y primas. En los sistemas de tarifas y primas, los productores reciben un precio fijo (tarifa) o un incentivo sobre el precio obtenido en el mercado (prima), que se fijan por el regulador y para períodos plurianuales (más de quince años, como mínimo), para

garantizar un período de estabilidad retributiva que permita recuperar los costes de la inversión. En los sistemas de certificados, se obliga a que un porcentaje de la electricidad que compran las compañías distribuidoras a los productores proceda de fuentes renovables y si los agentes no cumplen, deben sufragar un fondo destinado a retribuir los proyectos renovables. Los modelos de ayuda fiscal, contemplan desgravaciones y subvenciones en la inversión. De acuerdo con la Comunicación de la Comisión de la UE al Parlamento Europeo, de 7 de diciembre de 2005, la mayoría de los países han elegido el sistema de promoción denominado *Feed-in Tariff* o de tarifa regulada, en el que el regulador fija la tarifa o prima para la retribución de la energía eléctrica procedente de las fuentes renovables (además de un objetivo de planificación indicativo, no obligatorio) y el mercado determina la cantidad de energía eléctrica generada con estas fuentes, y es el modelo que se muestra globalmente como más efectivo y más eficiente, dados los elevados precios y la escasa implantación de nuevas instalaciones en el resto de sistemas de promoción ²⁴. El acierto en el diseño del marco regulatorio es trascendental. Puede apreciarse que la mayor instalación eólica no se ha producido en aquellos lugares con mejores recursos eólicos y mayores retribuciones (ejemplo, Reino Unido), sino en donde han existido marcos regulatorios de apoyo adecuados, aunque el recurso eólico era más escaso y la retribución por proyecto, menor (Alemania, España) (gráfico 16). El sistema basado en créditos fiscales, resulta más económico pero menos efectivo en el cumplimiento de los objetivos trazados (gráficos 17 y 18).

GRAFICO 16. *El adecuado diseño regulatorio puede suplir la insuficiencia de recursos naturales o económicos*



(24) En particular, la propia Comisión de la Unión Europea destacaba al sistema regulatorio español vigente en aquellas fechas (RD 436/2004), con los precios y potencias instaladas hasta el año 2004, como uno de los más efectivos y, al mismo tiempo, más eficientes, junto al de Alemania y al de Dinamarca. Hoy en día el nuevo marco retributivo de las energías renovables en España está definido en el Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, y ya está ofreciendo algunos problemas de inadecuado diseño. Por ejemplo, a los pocos meses de su entrada en vigor se están pretendiendo la modificación del marco normativo que afecta a la energía solar fotovoltaica, porque se considera excesivo su actual ritmo de expansión. Los constantes cambios del marco regulatorio son el peor modelo para el fomento de las energías renovables.

GRÁFICO 17. *Los créditos fiscales, lo más barato*

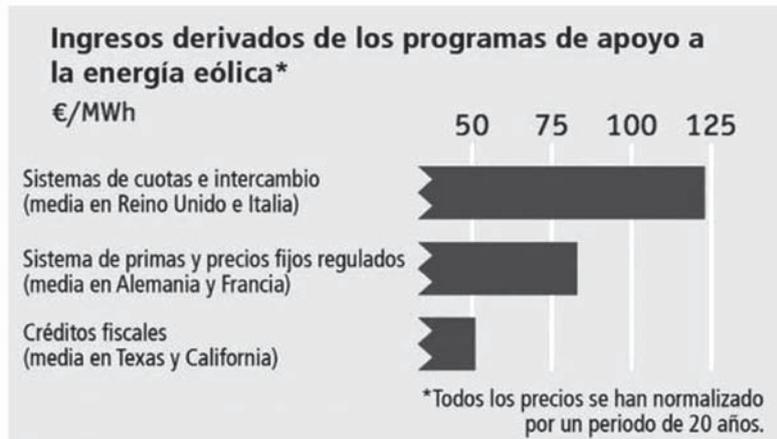
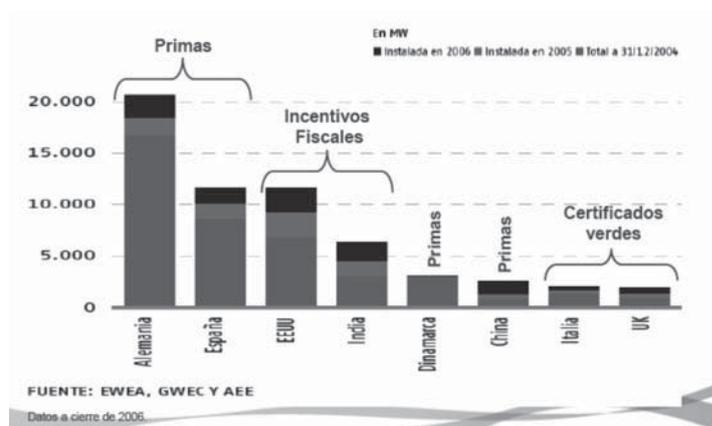
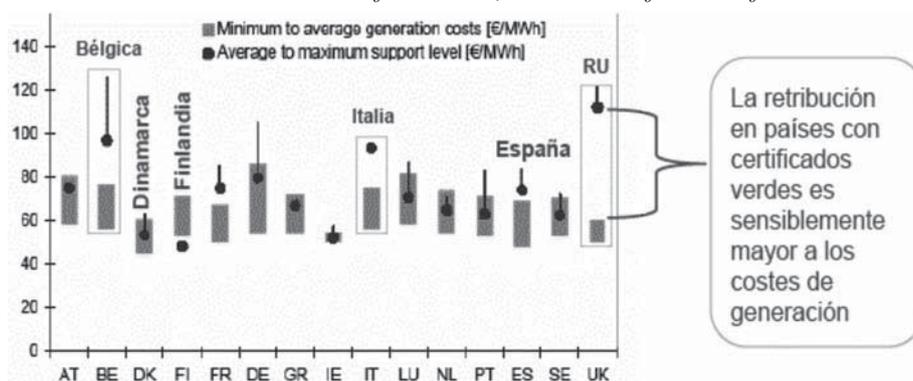


GRÁFICO 18. *Pero las primas y tarifas, lo más eficaz y eficiente*



Como puede verse, el sistema de certificados verdes se ha demostrado complejo, ineficaz (no se han alcanzado los objetivos establecidos) e ineficiente (el precio resultante es más caro porque se reparte el fondo entre pocos proyectos) (gráficos 18 y 19).

GRÁFICO 19. *Los certificados verdes, hasta ahora ineficaces e ineficientes*

Fuente: *Communication from the Commission: «The support of electricity from renewable energy sources», dic. 2005.*

Sin embargo, el sistema de certificados verdes parece encontrar gran acogida en los entornos financieros internacionales porque supone una nueva línea de negocio para dichos mercados financieros con potencial de futuro²⁵. Aunque la cuestión de los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDLs) es tratada con mayor profundidad en otro artículo de esta obra, si resulta conveniente realizar aquí unas mínimas reflexiones sobre su utilidad y eficacia como instrumento de fomento de las energías renovables. Los derechos de emisión de CO₂ y sus mercados de negociación nos permiten una «curva de aprendizaje», una gradual concienciación sobre la interconexión actual del mundo de la energía y el desarrollo económico a nivel global: todo lo que hacemos tiene una «huella de CO₂» que afecta globalmente a la Humanidad y a la vida en el planeta. Pero tanto los sistemas de certificados verdes negociables (MDLs incluido), como el sistema de créditos o incentivos fiscales, aunque pueden ser útiles como instrumento de acompañamiento a marcos de fomento activos, resultan insuficientes, ineficaces e ineficientes por sí solos (gráfico 20).

Para definir marcos de fomento activo, lo realmente esencial es diseñar un marco regulatorio sectorial que se base en los cuatro principios fundamentales que deben configurar una regulación eficaz y eficiente para el fomento de las energías renovables: 1.º, Principio de planificación indicativa.; 2.º, Principio de estabilidad regulatoria; 3.º, Principio de integración en la operación del Sistema, y 4.º, Principio de integración en mecanismos de mercado.

EL PRINCIPIO DE PLANIFICACIÓN INDICATIVA

Se concreta en la necesidad de definir unos objetivos de planificación, con carácter indicativo, y establecer un marco retributivo que incentive la iniciativa privada para alcanzarlos. La consideración del *mix* adecuado de tecnologías reno-

(25) En el año 2006 se vendieron derechos de emisión por valor de 22.500 millones de euros (30.400 millones de dólares) mientras el sistema de certificados demuestra no ser eficaz hasta ahora para obtener resultados; las emisiones europeas en su conjunto no están disminuyendo.

vables atendiendo a su grado de complementariedad, coste y potencial de futuro, permitirá una optimización del sistema eléctrico integrado y considerado de manera global, que potencie sus ventajas para los sistemas integrados y considere la hibridación, la generación distribuida y la microgeneración y las posibilidades inducidas de almacenamiento (producción de hidrógeno, bombeo, desalación...). Asimismo, debería considerarse el coste comparativo teniendo en cuenta datos reales que internalicen todos los costes y todos los beneficios de cada tecnología. Incentivar en exceso una tecnología o renunciar a la planificación, dejando en la decisiones de mercado a corto plazo y a la valoración de los costes actuales, qué tipo de tecnología renovable se desarrolla, acabará descompensando el modelo y haciéndolo ineficiente (problemas de integración en la operación del sistema; pérdidas de transporte; dispersión de la inversión necesaria para mejorar curva de aprendizaje en tecnologías emergentes, etc.). Los nuevos objetivos de la Unión Europea ya consideran establecer la definición por tecnologías y grado de eficiencia en la obtención del recurso ²⁶.

La principal problemática en contra del principio de planificación indicativa, está surgiendo en relación con el establecimiento de límites de potencia instalada en el sistema con derecho a la retribución²⁷, ya que puede dar lugar a distorsiones e ineficiencias que impidan la adecuada toma de decisiones inversoras por parte de los promotores. Además de lo anterior, existen una serie de aspectos contemplados en regulaciones no sectoriales, que pueden distorsionar el principio de la planificación indicativa, y de la suficiencia retributiva. Las obligaciones impuestas en España, por ejemplo, en relación con el Código de Edificación²⁸, nuevo impuesto IBI²⁹ o la consideración hipotecaria de la maquinaria (aerogeneradores, paneles fotovoltaicos, etc.) como bienes inmuebles, puede alterar el cálculo de suficiencia retributiva que se realiza en la regulación sectorial eléctrica.

(26) Tal y como estaba anunciado, la Comisión Europea ha adoptado en enero de 2008 un amplio paquete de propuestas para cumplir el compromiso del Consejo Europeo de luchar contra el cambio climático e impulsar la energía renovable: una propuesta para modificar la Directiva del régimen para el comercio de derechos de emisión en la Unión Europea; una propuesta relativa al reparto de esfuerzos para cumplir el compromiso independiente de la Comunidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en sectores que no están cubiertos por el régimen comunitario de comercio de derechos de emisión de la Unión Europea (como el transporte, la construcción, las pequeñas instalaciones industriales, la agricultura y los residuos); una propuesta de Directiva destinada a fomentar la energía renovable para contribuir a alcanzar los dos objetivos citados en materia de emisiones. Los objetivos para el 2020 en el caso de España son: reducir las emisiones en un 10% (para sectores fuera del ETS) y alcanzar un 20% de la energía final consumida a partir de fuentes de energía renovables.

(27) Innovación contenida en el RD 661/2207, al establecer unos Registros de Potencia instalada, que alcanzar unos porcentajes (un 85%) de la prevista en la planificación, da lugar a unos indefinidos procedimientos de revisión que están generando incertidumbre y aceleraciones del ritmo inversor seguidos de bruscas desaceleraciones.

(28) Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, que obliga a la instalación de tecnología fotovoltaica en determinado tipo de edificaciones.

(29) El hecho de que las instalaciones renovables pasen a pagar Impuesto de Bienes Inmuebles como Bienes Inmuebles de Características Especiales (Bices), según reciente Sentencia del Tribunal Supremo que declara nulo un inciso del artículo 23.2 del Real Decreto 417/2006 por el que sólo se consideraban como Bices las instalaciones acogidas al régimen general (nucleares, ciclos combinados, plantas de carbón, etc.), va a suponer un deterioro de la rentabilidad de dichas instalaciones.

EL PRINCIPIO DE ESTABILIDAD REGULATORIA

Exige marcos normativos con vocación de permanencia, seguridad jurídica y mecanismos de revisión claros y transparentes. Las instalaciones de producción con energía renovable suelen ser intensivas en capital y tienen plazos de recuperación largos. Su regulación debe tratar, por tanto, de minimizar el riesgo regulatorio, otorgando seguridad jurídica y predictibilidad a los incentivos económicos durante la vida útil de las instalaciones. Por ello, los mecanismos de revisión y actualización de la retribución, que permitan aprovechar para el sistema los ahorros de la evolución de la curva de aprendizaje de cada tecnología, deben fundarse en el principio de irretroactividad, aplicando las revisiones sólo para las nuevas instalaciones. Este tipo de garantías recogidas en la regulación permiten una financiación más barata, con menor coste de los proyectos y menor impacto en la tarifa eléctrica que finalmente paga el consumidor.

La principal problemática en relación con el principio de estabilidad regulatoria que se está observando en España, es que se está produciendo en los últimos tiempos un fenómeno preocupante de excesivos cambios legislativos del marco de fomento de las energías renovables, lo que está dando lugar a sucesivos y superpuestos regímenes transitorios, con distintas opciones y alternativas en cada uno de ellos, que complican el conocimiento de las posibilidades de producción con fuentes renovables, y excluye por esa vía a los pequeños promotores, con menos recursos para contratar profesionales especializados que puedan orientarles en la actual maraña legislativa y reglamentaria.

INTEGRAR EN LA OPERACIÓN DEL SISTEMA

Como se ha comentado en apartados anteriores, la regulación de las energías renovables no debe desconocer los problemas que se derivan de la energía renovable de carácter discontinuo (eólica, radiación solar...) para su integración en la red y la adecuada operación del sistema. Existen soluciones técnicas, que adquieren mayor eficiencia si se consideran un *mix* de tecnologías renovables de alto grado de complementariedad y se establecen mecanismos regulatorios y tecnológicos que permitan la agregación de la energía producida, minimizando las pérdidas por desvíos en la programación comprometida y los problemas de huecos de tensión³⁰.

En relación con la problemática relacionada con la adecuada integración en el sistema de la energía producida con discontinuidad, no puede dejar de señalarse que en ocasiones un deficiente diseño regulatorio viene a agravar la situación. La inexistencia de reserva de capacidad y las nuevas obligaciones de obtención de un punto de conexión con carácter previo a la solicitud de acceso a la red, está dificultando

(30) El Operador del Sistema cuenta en España con un Centro de Control de Régimen Especial (CECRE) centralizado, al que deben estar conectadas en tiempo real todas las instalaciones de generación renovable con potencia instalada superior a 10 MW, para que el Operador del Sistema pueda recibir información y dar instrucciones con arreglo a un procedimiento de operación específico (PEO 3.7). Para ello, la red se articula en torno a 21 centros de control descentralizados, al que se conecta la energía producida en cada zona por las unidades «no gestionables» (eólica, solar, hidráulica fluyente), lo que permite la gestionabilidad «agregada» de más de 11.000 MW eólicos y más de 4.000 MW de otras energías renovables.

tando el ejercicio de libertad de establecimiento para la producción eléctrica por parte de la generación con fuentes renovables, así como provocando ineficiencias en el uso y desarrollo de la red. La CNE tiene un encargo del Gobierno español³¹ para realizar una propuesta de regulación de las condiciones de conexión a las redes de transporte y distribución, por parte de las instalaciones del denominado Régimen Especial (que engloba instalaciones de producción con origen en fuentes renovables y otras con origen en otras fuentes, pero que aportan eficiencia energética) con el fin de mejorar el actual diseño regulatorio.

INCENTIVAR LA INTEGRACIÓN VOLUNTARIA EN EL MERCADO

Finalmente, el cuarto principio que debe inspirar un marco regulatorio que pretenda ser eficaz y eficiente para el fomento de las energías renovables, guarda relación con la necesidad de que la producción eléctrica procedente de fuentes renovables se incorpore a mecanismos de mercado de venta de la electricidad. El incremento del número de agentes dinamiza el mercado, tanto el mayorista como el minorista, y la introducción de nuevos mecanismos de transacción, con la entrada en vigor del sistema de garantía de origen³², obligaciones de etiquetado³³ de la energía eléctrica comercializada y los mercados de venta de energía eléctrica a plazo (futuros y derivados), facilita nuevas posibilidades de comercialización de la producción de origen renovable, que podrá fomentarse por la propia elección libre de los consumidores³⁴. En junio de 2007, el 96% de la energía eólica se encontraba en mercado. Ya se ha visto en apartados precedentes que las posibilidades hoy de contar con mecanismos de mercado en los sistemas eléctricos de Iberoamérica es desigual según el país analizado. Cuanto más significativos sean los avances en esa dirección mayores serán las condiciones objetivas creadas para facilitar el fomento de las energías renovables.

La problemática que surge de vincular la producción renovable al mercado, con una retribución adicional, se concreta en que la volatilidad del precio del mercado mayorista diario puede derivar en que la retribución de las renovables llegue a resultar insuficiente o excesiva. El RD 661/2007 introduce en ese sentido limitaciones retributivas respecto a la legislación anterior (RD 436/2004, de 13 de marzo), al establecer un techo o *Cap* y un suelo o *Floor*, a la retribución de la producción del

(31) Disposición Adicional Séptima del RD 871/2007, de 29 de junio («BOE» núm. 156, 30 de junio de 2007).

(32) Orden ITC 1522/2007, de 24 de mayo, por la que se establece la regulación de la garantía de origen de la electricidad procedente de fuentes de energía renovables y de cogeneración de alta eficiencia y Circular CNE 2/2007, de 29 de noviembre.

(33) El artículo 110 bis del Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, en la redacción dada por el Real Decreto 616/2007, de 11 de mayo, sobre fomento de la cogeneración y Propuesta de Circular CNE, que será analizada por el Consejo de la CNE el 31 de enero de 2008.

(34) Por ello, carece de sentido y supone una clara discriminación, la exclusión de la posibilidad de concurrir al mercado que se contiene en la normativa española para la generación fotovoltaica, cuando si se permite al resto de la generación de Régimen Especial, lo que limita las posibilidades de comercialización de aquélla (futuros, derivados y bilaterales) y de ofertar regulación a la baja al sistema.

Régimen Especial (en el que se incluyen las renovables) que decida acogerse a la opción retributiva de mercado (gráficos 20 y 21).

GRÁFICO 20. Estrategia retributiva de mercado para la eólica
Evolución prima según el precio del mercado

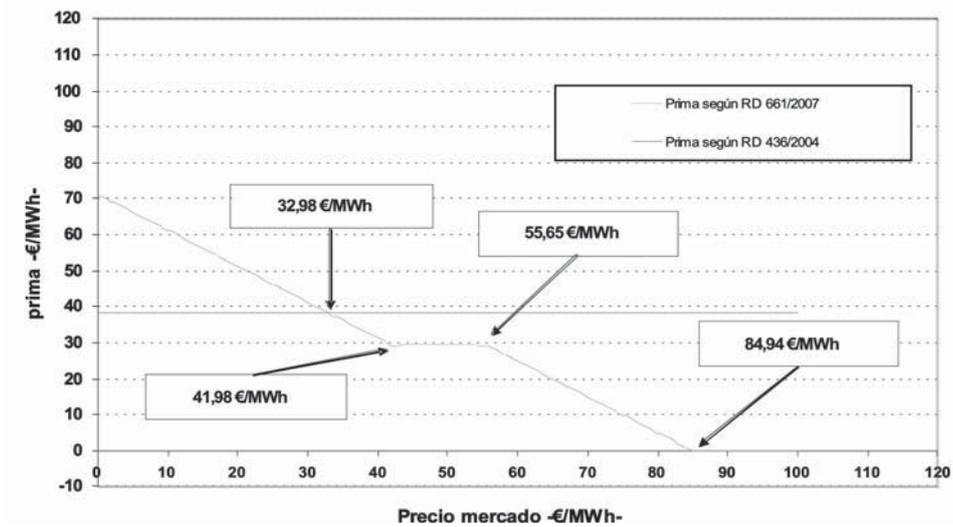
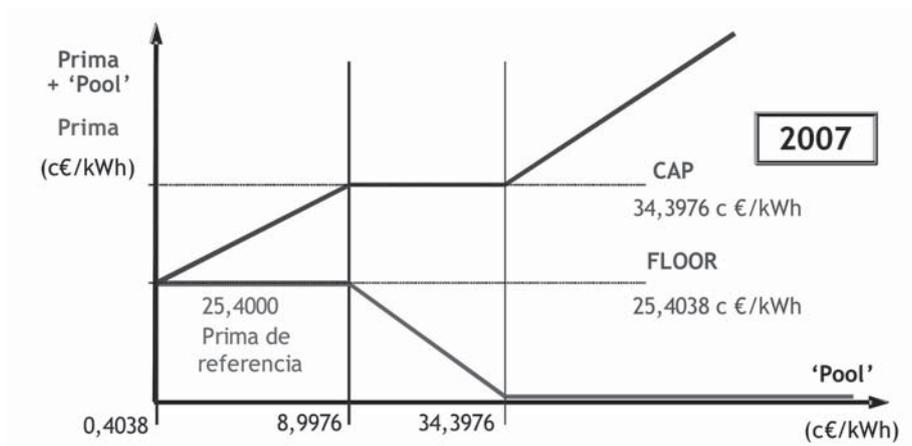


GRÁFICO 21. ... y para la solar termoelectrica



8. Conclusiones

Las necesidades derivadas de los objetivos de reducción de la dependencia energética exterior y de la lucha contra el cambio climático, presentan un escenario en el que los países desarrollados ejecutarán políticas orientadas a una progresiva sustitución de los combustibles fósiles por un abanico de nuevas tecnologías basadas en energías limpias para la generación eléctrica, capaces de contribuir eficazmente a la garantía de suministro, y sostenibles económicamente. Hoy ya son plenamente competitivas algunas de ellas (minihidráulica, eólica, biomasa), pero el grado de desarrollo de cada tecnología, de su curva de aprendizaje y de su grado de complementariedad con otras, aconseja la definición de objetivos de matrices o *mix* de generación diversificadas y optimizadas atendiendo a las peculiaridades de cada país o de cada región integrada. Asimismo, el desarrollo de marcos normativos que promuevan la generación distribuida, la hibridación de distintas tecnologías renovables (eólica, solar...), la microgeneración y los mecanismos de almacenamiento intermedio (bombeo, producción de hidrógeno...) serán también un instrumento esencial de desarrollo de las tecnologías limpias.

Las necesidades de inversión necesarias sólo podrán captarse en competencia con las necesidades de capital demandadas en las distintas regiones del mundo, por lo que los procesos de integración regional que den mayor dimensión a los mercados y que se doten de marcos regulatorios atractivos para los inversores privados, serán factores esenciales de la evolución que puede preverse para las próximas décadas. Los marcos regulatorios que han demostrado ser más eficaces y eficientes para el fomento de las energías renovables son aquellos que se basan en el sistema de tarifas y primas (con fundamento en los principios de planificación indicativa, estabilidad regulatoria, integración en la operación del sistema y fomento de la incorporación a mecanismos de mercado), mientras que los sistemas de incentivos fiscales o de certificados verdes negociables sólo resultan útiles como instrumentos de apoyo y complemento de aquél. España, además de estar emocional e históricamente vinculada a la región iberoamericana, cuenta con recursos financieros, tecnológicos, empresariales y humanos, así como con experiencia regulatoria, para contribuir al fomento de los recursos renovables en la zona y compartir transferencias tecnológicas que permitan la creación de empleo y tejido industrial en un sector productivo con gran potencial de presente y de futuro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABENGOA, «Soluciones al cambio climático global», *Boletín interno*, Madrid, diciembre 2007.
- ANTA, Javier, «Costes de inversión, rentabilidad e incentivos de la energía solar fotovoltaica», *Presentación de ASIF Jornada sobre Perspectiva actual y evolución de las energías renovables en España*, CNE, Madrid, 11 de diciembre 2007.
- APPA (Asociación de Productores de Energías Renovables), «Biocarburantes y desarrollo sostenible. Mitos y realidades», *Documentos APPA*, septiembre 2007.
- ARRAIZA, José María, Presentación Fundación Energía sin Fronteras Jornada sobre *Las energías renovables en el desarrollo energético de Iberoamérica*, Casa de América, Madrid, 23 de octubre de 2007.

- Asociación Española de Operadores Petrolíferos (AOP), *Eficiencia, seguridad y sostenibilidad. Requerimientos para la introducción de los biocarburantes*, noviembre 2007.
- BECERRIL, Carmen, Presentación de ACCIONA en Jornadas sobre MDLs organizadas por el Centro Internacional de Formación Financiera y el Club Español de la Energía, Madrid, 2006.
- BENAVIDES, Pablo, «Geopolítica y Energía: Crisis de hoy y de mañana en el abastecimiento energético», *Cuadernos de Energía*, marzo 2007.
- COHEN, Robin, y SCRIMGEOUR, Alastair, «Afrontar los riesgos: estructurar la inversión para la construcción de nuevas centrales nucleares», *Cuadernos de Energía*, octubre 2006.
- Comisión Europea, *European research spending for renewable energy sources*, EC, Luxemburgo, 2004.
- *Propuesta de Decisión del Parlamento Europeo y del Consejo referente al séptimo programa marco de la Comunidad Europea para la investigación, desarrollo tecnológico y actividades de demostración (2007 a 2013)*, COM (2005)119.
- Consejo Mundial de la Energía, «La industria energética revela su modelo para abordar el cambio climático», *Mensaje del Consejo Mundial de la Energía 2007*.
- CUADRADO, Asier, «Biocombustible, ¿hay letra pequeña?», *Energiadiario.com*, 22 octubre 2007.
- DEL CASTILLO, Gonzalo, Presentación AOP sobre biocarburantes, Jornada sobre *Perspectiva actual y evolución de las energías renovables en España*, CNE. Madrid, 11 de diciembre 2007.
- DUNCAN, Emma, «Las empresas ante el cambio climático. Haciendo limpieza». *Papeles de Cuadernos de Energía*, 2007.
- European Energy Challenges, *Homage to Mrs Loyola de Palacio, Former Vice-President of the European Commission*, Hotel Miguel Angel, Madrid, 2007.
- FERNÁNDEZ ROZADO, Carmen, Presentación «Los Mecanismos de Desarrollo Limpio y el mercado de emisiones» en Jornada sobre *Las energías renovables en el desarrollo energético de Iberoamérica*, Casa de América, Madrid, 23 de octubre de 2007.
- FERRANDO, Fernando, «La energía eólica: realidades y retos», *Cuadernos de Energía*, abril 2004.
- FORTE, Francisco Javier, Presentación APPA sobre microgeneración eólica, Jornada sobre *Perspectiva actual y evolución de las energías renovables en España*, CNE, Madrid, 11 de diciembre 2007.
- FERRERONS, David, Presentación «La Caixa», «Financiación de proyectos de Energía eólica. Project Finance y alternativas de financiación», Presentación en Jornada *Energía Eólica 2010*, Madrid, 11 y 12 de diciembre 2007, IIR España.
- FIESTAS, Ramón, Presentación de AEE sobre «Costes de inversión, rentabilidad e incentivos de la energía eólica», Jornada sobre *Perspectiva actual y evolución de las energías renovables en España*, CNE, Madrid, 11 de diciembre 2007.
- Fundación «Energía sin fronteras», *Memoria 2006*.
- GONZÁLEZ, Eduardo, «Foro Nuclear», Nuclear España, *Revista de la Sociedad Nuclear Española*, julio-agosto 2007.
- GOODWIN, Kevin, «La Energía en perspectiva», *BP Statistical Review of World Energy 2007*.
- Greenpeace, GARCÍA ORTEGA, Jose Luis y CANTERO, Alicia, *Renovables 2050. Un informe sobre el potencial de las energías renovables en la España Peninsular*, Madrid, julio 2005, 2.ª edición, noviembre 2007.
- Instituto de Investigaciones Tecnológicas (IIT), España, *Renovables 100%. Un sistema eléctrico renovable para la España peninsular y su viabilidad económica*, octubre 2006.
- GSÄNGER, Stefan. Presentación de World Wind Energy Association en Jornada *Energía Eólica*, 2010, Madrid, 11 y 12 de diciembre de 2007, IIR España.

- IGLESIAS, Enrique V, «Las energías renovables dentro de la matriz energética de Iberoamérica», *Cuadernos de Energía*, octubre 2006.
- «Fuentes Renovables de energía en América Latina y el Caribe: dos años después de la conferencia de Bonn», *Cuadernos de Energía*, octubre 2006.
- ISELL, Paul, «El gas, un asunto conflictivo en América Latina», *Cuadernos de Energía*, marzo 2006.
- JOUSTEN, Frederic, EGL España, Presentación en Jornada *Energía Eólica 2010*, Madrid, 11 y 12 de diciembre 2007, IIR España.
- LABORDE, Marcelo, Presentación «Régimen Jurídico de las actividades de transporte y distribución eléctrica» en V Curso ARIAE *Aspectos jurídicos de la energía y funcionamiento de los sectores de la energía*, 21 de noviembre de 2007, Cartagena de Indias, Colombia.
- LAGUNAS, Ana Rosa, Presentación CENER sobre la generación solar fotovoltaica, Jornada sobre *Perspectiva actual y evolución de las energías renovables en España*, CNE, Madrid, 11 de diciembre 2007.
- LLARDEN, Antonio, «Infraestructuras gasistas actuales y futuras», *Cuadernos de Energía*, marzo 2007.
- MACIÁ TOMÁS, Francisco, Presentación sobre «Planificación de los sectores de electricidad y gas 2008-2016», Consejo Consultivo de Electricidad CNE, Madrid, 9 de enero de 2008.
- MANDIL, Claude, «Los desafíos de un futuro dominado por los combustibles fósiles», *Cuadernos de Energía*, abril 2004.sw
- MARGARIT, Jaume, Presentación de IDAE sobre «Costes de inversión, rentabilidad e incentivos de la energía solar termoelectrica», Jornada sobre *Perspectiva actual y evolución de las energías renovables en España*, CNE, Madrid, 11 de diciembre 2007.
- MÉNDEZ, Carmen, «Crecimiento y Globalización», *Gas Actual*, junio-agosto 2007.
- MIRANDA, Rafael, «El Libro Verde sobre seguridad de suministro, La visión de Eurelectric», *Cuadernos de Energía*, octubre, 2006.
- «Los mercados regionales como paso intermedio previo a un mercado único europeo», *Cuadernos de Energía*, diciembre 2007.
- Naciones Unidas, Informe realizado por la Comisión Económica para América Latina y El Caribe (CEPAL) coordinado por Manlio F. Coviello, «Fuentes Renovables de Energía en América Latina y El Caribe. Dos años después de la conferencia de Bonn», septiembre de 2006.
- NEBREDÁ PÉREZ, Joaquín M, «Aspectos Jurídicos de la Producción Eléctrica en Régimen especial. Puesta al día de la Ley 82/1980 al Real Decreto 661/2007, Normativa estatal y autonómica comentada, a septiembre de 2007», Thomson Civitas, 2007.
- NIETO SAINZ, Joaquín, «Cambio climático y Protocolo de Kyoto: efectos sobre la salud, el empleo y el medio ambiente», *Cuadernos de Energía*, marzo 2006.
- PERAZA, Alejandro, Presentación «El caso México» en Jornada sobre *Las energías renovables en el desarrollo energético de Iberoamérica*, Casa de América, Madrid, 23 de octubre de 2007.
- PIÑA, Carlos, Presentación «Energías Renovables No Convencionales (ERNOC) en Chile», en Jornada sobre *Las energías renovables en el desarrollo energético de Iberoamérica*, Casa de América, Madrid, 23 de octubre de 2007.
- PriceWaterhouseCoopers, *El mundo en 2050. Crecimiento global y políticas de cambio climático*, Club español de la Energía, 2007.
- RAMOS, Juan Jesús, Presentación de la Asociación Española de Valoración Energética de la Biomasa, Jornada sobre *Perspectiva actual y evolución de las energías renovables en España*. CNE, Madrid, 11 de diciembre de 2007.

- RIFKIN, Jeremy, «La Tercera Revolución Industrial. Nuevos modelos energéticos para frenar el cambio climático», *Conferencia Aula Biodiversidad*, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, 5 de diciembre de 2007.
- RIVERA, Gonzalo, «Financiación de proyectos y sostenibilidad», *Cuadernos de Energía*, octubre 2006.
- RODRÍGUEZ, Javier, «Beneficios de la energía eólica», *Energía y Empresa*, septiembre 2007.
- ROJAS, Luis Alfonso, Presentación «Régimen Jurídico de Generación de Energía Eléctrica. Caso colombiano», V Curso ARIAE *Aspectos jurídicos de la energía y funcionamiento de los sectores de la energía*, 21 de noviembre de 2007, Cartagena de Indias, Colombia.
- ROSENZWEIG, Francisco, Presentación «Organismos e instrumentos de regulación» V Curso ARIAE *Aspectos jurídicos de la energía y funcionamiento de los sectores de la energía*, 19 de noviembre de 2007, Cartagena de Indias, Colombia.
- ROSSETTI, Domenico, «Energías Renovables en Europa: cifras, políticas, investigación y desarrollo tecnológico», *Cuadernos de Energía*, marzo 2006.
- RUIZ, Valeriano, «Las tecnologías electrosolares de media y alta temperatura: situación y perspectivas», *Cuadernos de Energía*, marzo 2006.
- SÁENZ DE MIERA, Gonzalo, «Pobreza, brecha energética y energías renovables», *Cuadernos de Energía*, marzo 2007.
- SÁNCHEZ VALVERDE, Julia, Presentación Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, Jornada sobre *Perspectiva actual y evolución de las energías renovables en España*, CNE, Madrid, 11 de diciembre 2007.
- SÁNCHEZ, Marta, Presentación Linkters «Estructuras jurídicas y contractuales en la financiación de proyectos eólicos», Presentación en Jornada *Energía Eólica 2010*, Madrid, 11 y 12 de diciembre 2007, IIR España.
- SANTAMARÍA, Ángeles, Presentación «La experiencia de Iberdrola en el desarrollo de las energías renovables» en Jornada sobre *Las energías renovables en el desarrollo energético de Iberoamérica*, Casa de América, Madrid, 23 de octubre de 2007.
- SORIA, Enrique, CIEMAT, Presentación sobre la generación microeólica, Jornada sobre *Perspectiva actual y evolución de las energías renovables en España*, CNE, Madrid, 11 de diciembre 2007.
- TALAVAN, David, Presentación Neo Energía, Presentación en Jornada *Energía Eólica 2010*, Madrid, 11 y 12 de diciembre 2007, IIR España.
- TELLEZ, Félix, Presentación CIEMAT-PSA sobre la generación solar termoeléctrica, Jornada sobre *Perspectiva actual y evolución de las energías renovables en España*, CNE, Madrid, 11 de diciembre 2007.
- TOHARIA, Manuel, «Cambio climático: el mito y la realidad», Seguridad Nuclear, *Revista del Consejo Seguridad Nuclear de España*, CSN, I trimestre 2007.
- VIDELA, Pedro, «El duro camino hacia el crecimiento. El futuro de América Latina», *Revista Antiguos Alumnos del IESE (España)*, octubre-diciembre 2007.
- WILLSTEADT, Heikki, Presentación WWF Adena en Jornada sobre *Las energías renovables en el desarrollo energético de Iberoamérica*, Casa de América, Madrid, 23 de octubre de 2007.
- ZERVOS, Arthouros, «Desarrollo de la Energía Eólica», *Cuadernos de Energía*, marzo 2006.