

Perspectivas y posibles escenarios de las renovables en el sistema eléctrico español

Francisco Javier Balbás García

Prospects and possible scenarios of renewables in the Spanish electricity system

RESUMEN

Ante la intensa crisis económica, se ha precisado adecuar técnica y económicamente el sistema eléctrico español. Esto ha repercutido de forma negativa en el desarrollo de las energías renovables durante los últimos años. Describiendo las sinergias existentes entre las energías renovables y los demás factores, con su posible evolución, se presentan las perspectivas del sistema eléctrico y la importancia de las medidas de eficiencia en la generación de energía.

Recibido: 28 de julio de 2015

Aceptado: 24 de octubre de 2015

ABSTRACT

In an intense economic crisis the Spanish electrical system has been required to be adapted technically and economically. This has supposed a negative impact on the development of renewable energy in recent years. Explaining the correlations between renewables and other factors, with its possible evolution, the prospects of the electrical system and the importance of efficiency measures in power generation are presented.

Received: July 28, 2015

Accepted: October 24, 2015

Palabras clave

Energías renovables, sistema eléctrico español, déficit de tarifa, eficiencia energética, electricidad

Keywords

Renewable energies, Spanish electrical system, tariff deficit, energetic efficiency, electricity



Foto: Pedro Sala / Shutterstock.

Introducción

Las líneas marcadas por Europa en el PANER 2011-20 (PANER, 2010) presentaban un escenario en 2020 en el que la energía renovable tendría una presencia destacada en el sistema eléctrico. También se valoraba la contribución al alza del gas natural en detrimento, principalmente, del fuel y del carbón. España se plantea llegar al año 2020 con un planteamiento similar al europeo, pero durante el camino se ha visto obligada a estructurar su sistema eléctrico técnica y económicamente.

Las iniciativas desarrolladas en los últimos años (REE, 2015) pretenden aportar al sistema eléctrico mayor consistencia técnico-económica para no tener, por ejemplo, unos sobrecostes por contratos de interrumpibilidad, unos sobrecostes insulares de producción o una necesidad de centrales de apoyo para cubrir la imprevisibilidad de determinadas tecnologías (CNMC, 2015). Se pretende mejorar las infraestructuras eléctricas entre islas y con los países vecinos para poder disponer de mayor dinamismo en las posibilidades del suministro eléctrico. Al incrementar la capacidad de transmisión con países del entorno

se posibilita el intercambio eléctrico en ambas direcciones, de tal forma que esto pueda servir tanto para cubrir cortes imprevistos de energía eléctrica o incrementos de demanda en horas punta, como para posibilitar un nuevo mercado para suministrar energía excedentaria, la cual, es originada bien por la imprevisibilidad de algunas tecnologías o bien por el exceso de capacidad de generación en España.

Todas estas iniciativas conllevan un sobrecoste inicial de inversión pero se entiende que una vez amortizadas estas, los beneficios aportados se podrán transformar en inversiones de otras índoles. De hecho, y teniendo en cuenta la necesidad de introducir criterios de eficiencia económica en el desarrollo de la red de transporte, el operador del sistema, REE, realizará un análisis coste-beneficio para cada una de las nuevas actuaciones estructurales de la red de transporte siguiendo los principios generales de la metodología coste-beneficio elaborada por ENTSO-E (European Network of Transmission System Operators for Electricity) para la Comisión Europea, adaptados a las particularidades del sistema eléctrico español (planificación energética, 2014).

Por otro lado, se espera finalizar con el sobrecoste de la moratoria nuclear en 2020 (CNMC, 2015) y reducir los costes asociados al carbón nacional, con la reducción de las minas de extracción y la reconversión de las correspondientes centrales térmicas a centrales de gas. También se valora el progresivo cierre de algunas centrales térmicas dada su escasa rentabilidad (planificación energética, 2014) (Consejo Europeo, 2010) (Key World Energy, 2015) no instalando ningún nuevo grupo térmico durante el periodo 2015-20.

Como se observa, todo lo comentado son costes de carácter temporal, pues se estima que a medio plazo tendrán su liquidación final. Pero todo ello sumado a la compleja situación económica y a un déficit de tarifa acumulado de 31.732 millones de euros en mayo de 2014 (informe marco, 2014) animaron al Gobierno español a la supresión de los incentivos para la construcción de nuevas instalaciones con derecho a retribución (Ley 24, 2013) con carácter temporal, que evitara la generación de más déficit tarifario y mientras, plantear un nuevo sistema de retribución más sostenible para afrontar objetivos futuros.

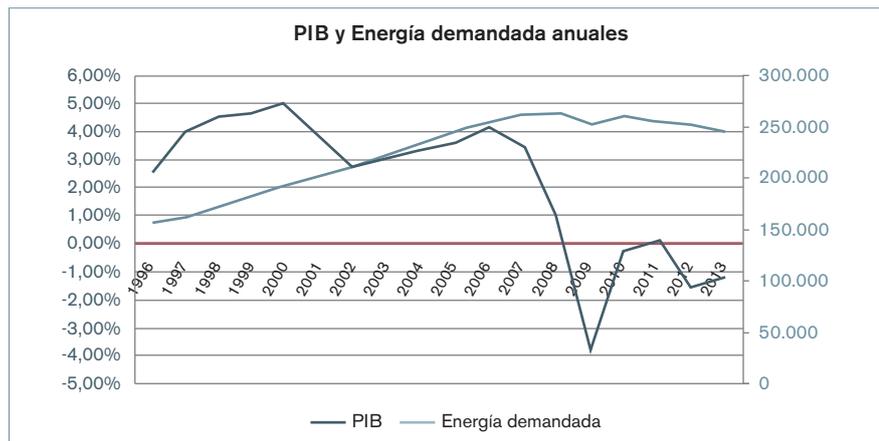


Figura 1. PIB y energía demandada en España anualmente (REE, 2015) (INE, 2015).

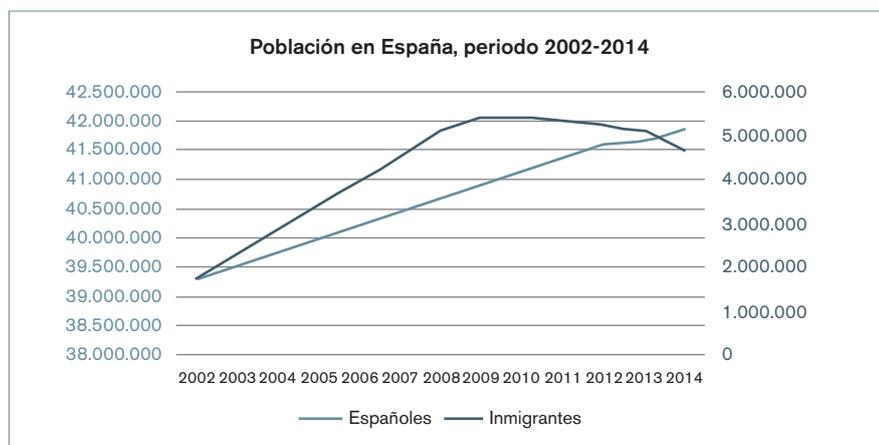


Figura 2. Evolución de la población española durante el periodo 2002-14 (INE, 2015).

A continuación se van a desglosar los factores influyentes en las perspectivas de la evolución de la demanda energética. Posteriormente, se presentan las sinergias existentes entre las energías renovables y el sistema eléctrico español. Para concluir se remarca la necesidad imperiosa por parte de los sistemas de generación con fuentes renovables de mejorar su eficiencia productiva para hacer frente a las reducidas retribuciones que se plantean en próximos escenarios.

Sistema eléctrico español, renovables y eficiencia

Evolución de la demanda de energía eléctrica y factores relacionados

Estudios realizados sobre la evolución de la demanda energética de un país (PANER, 2010) (informe marco, 2014) presentan como factores relacionados con su magnitud la variación porcentual del producto interior bruto (PIB), la evolución demográfica y su consumo energético asociado y las medidas

adoptadas en referencia a la eficiencia energética¹.

El principal factor que considerar, de los tres expuestos, es la variación porcentual del PIB nacional (véase la figura 1 para el caso de España [REE, 2015] [informe marco], 2014). En dicha figura se comprueba que en la mayor parte de los casos, cuando la variación porcentual del PIB nacional se mantiene positiva, la demanda energética evoluciona favorablemente. En cambio, con una variación del PIB negativa, la demanda energética decrece, en el caso de que fuera nula, o bien cambia de tendencia o se mantiene plana. También se experimenta una respuesta en la tendencia de la demanda energética cuando a mediados del año 2009 la variación del PIB cambia bruscamente su tendencia, pero en este caso particular de rebote también se observa un paralelismo de ambas tendencias.

Cuando se analiza la relación entre la evolución demográfica y la demanda energética se puede observar para

el caso de España (figura 2) un detalle importante. Si se descompone la población española entre españoles de origen e inmigrantes, se comprueba que existe un estrecho paralelismo entre el número de inmigrantes y la variación del PIB nacional, desplazado en el tiempo del orden de 2 a 3 años, posiblemente asociado a la variación de las oportunidades laborales. En cambio, exceptuando una leve tendencia de decrecimiento en el año 2012, la tendencia de los españoles ha variado muy levemente en la última década. Por tanto, se puede establecer que la tendencia demográfica, en especial de la inmigración, depende del PIB pero incrementa la influencia de este último sobre la demanda energética puesto que el consumo energético asociado a la inmigración también desciende.

Por último, al respecto de la eficiencia energética, se observa que también se encuentra influida por la variación del PIB nacional (ADEME, 2012), lo cual establece que un PIB positivo se relaciona con un incremento positivo del ahorro de energía por la aplicación de medidas de eficiencia energética para disminuir el consumo, lo cual, a su vez, reduce la demanda energética. Por tanto, esta triple correlación entre PIB-eficiencia-demanda presenta la eficiencia energética desde el punto de vista del consumidor como causante de un efecto amortiguador en la repercusión de la variación del PIB sobre la demanda energética (informe marco, 2014). El cumplimiento de los objetivos de la Unión Europea referidos a la eficiencia energética, exige que, para el conjunto de la energía final, la intensidad energética² (WEC, 2004) (Enerdata, 2010) (consumo de energía final/PIB) disminuya el 1,6% de media anual de forma sostenible hasta 2020, pero dada la situación coyuntural de recuperación económica, se estima por parte del Gobierno español que es más apropiado calcular una intensidad energética más reducida. En el desglose de las energías, la intensidad eléctrica final (consumo de electricidad/PIB) baja significativamente en el periodo de previsión a 2020, un 0,5% anual (informe marco, 2014).

Por tanto, después de las observaciones expuestas y para una estimación genérica a corto-medio plazo, se puede estimar una continuidad en la

tendencia poblacional de origen y unas medidas de eficiencia energética que influirán amortiguando levemente la repercusión de la variación del PIB. En definitiva, se debe centrar el estudio de la evolución de la demanda energética, principalmente, en la variación porcentual del PIB nacional (informe marco, 2014).

A principios de 2015, los organismos internacionales preveían un remonte de la economía internacional y un crecimiento al alza del PIB español³, lo cual, como se ha comprobado, estará asociado a un incremento de la demanda energética. Al mismo tiempo, el precio del barril de crudo Brent pasó de costar 114,46 dólares a 45,13 en aproximadamente seis meses (EIA, 2015). Suponiendo una positiva repercusión de la vuelta de Irán como país exportador de crudo, se prevé una estabilización en precios de mercado más razonables que los habidos en los últimos años (figura 3). Por tanto, parece ser que las medidas adoptadas y las nuevas situaciones económicas coyunturales se traducirán en una mejora que permitirá afrontar nuevos retos u objetivos.

Energías renovables en el sistema energético

Si se desea valorar la evolución del déficit de tarifa para determinar el futuro escenario del sistema eléctrico a medio o largo plazo, es harto complicado, puesto que hay factores muy determinantes en las tendencias que afectan notablemente al sistema eléctrico, ejemplos que se encuentran en las decisiones políticas o en aspectos sociales, todo lo cual obliga a revisar los planes energéticos cada 4-5 años o cuando las necesidades lo requieran. De hecho, hay redactada una primera propuesta de planificación energética, *Plan de desarrollo de la red de transporte de energía eléctrica, 2015-2020* (planificación energética, 2014) en la que se establecen nuevos objetivos a 2020, menos optimistas que los planteados en el PANER 2011-20, pero adaptados a las situaciones coyunturales experimentadas y que representan la imposibilidad existente en el cumplimiento de los objetivos marcados al inicio (tabla 1). En Alemania, en julio de 2014, también se realizó una reforma de la Ley Erneuerbare-Energies-Gesetzes (EEG) (Bundes-

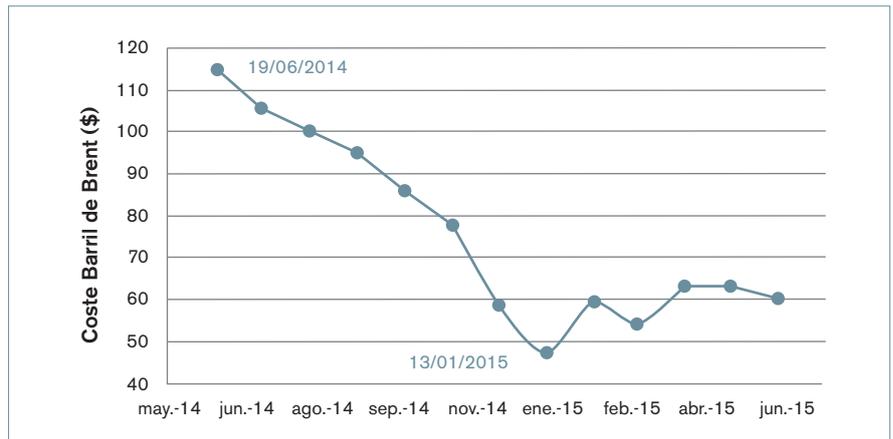


Figura 3. Evolución del precio del barril de crudo Brent EE UU (indicado en FOB, Free On Board). (EIA, 2015).

| Tecnología | PANER 2011-20 (MW) | PLAN 2015-20 (MW) |
|----------------------------|--------------------|-------------------|
| Hidroeléctrica total | 16.662 | 17.492 |
| Fotovoltaica | 8.367 | 6.030 |
| Solar-concentrada | 5.079 | 2.511 |
| Eólica onshore (terrestre) | 35.000 | 29.478 |
| Biomasa, residuos, biogás | 1.587 | 1.293 |

Tabla 1. Comparativa de perspectivas de generación de energía renovable, según tecnologías, para el 2020. (PANER, 2010) (planificación energética, 2014).

| Factores condicionantes | Repercusión | Órgano competente |
|-------------------------------------|------------------------|---------------------|
| Contribución renovable a la demanda | Déficit | Gobierno y Europa |
| Retribución por MWh | Déficit y rentabilidad | Gobierno y Europa |
| Total MWh renovables generados | Déficit y rentabilidad | Gobierno e inversor |

Tabla 2. Factores condicionantes, repercusión y órganos o entidades involucradas en el déficit de tarifa y la rentabilidad de la inversión.

gesetzblatt 33, 2014) reduciendo las expectativas a 2020, pero manteniendo la misma disposición hacia las tecnologías de generación eléctrica renovable. Por ejemplo, se reducen las expectativas de energía eólica offshore para 2020 de 10 a 6,56 GW. En el caso español, partiendo de la potencia instalada en 2012 y apostando principalmente por las tipologías más maduras o con menor retribución (Esteban, 2013) se experimenta una reducción de las expectativas inicialmente generadas del 46% en el caso de la eólica terrestre y del 63% en el caso de la solar fotovoltaica.

Ahora bien, lo que sí es posible representar es la estrecha relación encontrada entre el déficit de tarifa con, por una parte, la contribución de las renovables en la demanda energética total y, por otra parte, con la cuantía total de las retribuciones correspondientes. La contribución de las renovables y la demanda energética están a su vez muy asociados puesto que al tener prioridad de acceso se entiende que la magnitud de energía renovable será la misma independientemente de la demanda que exista. Por tanto, a menor demanda se tendrá mayor contribución de las renovables en el suministro de energía.



Foto: Joseph Sohm / Shutterstock.

La cuantía de las retribuciones a las renovables, las cuales representan la mayor parte de las retribuciones aportadas (CNMC, 2015), dependen principalmente de dos factores: la cuantía de la retribución por megavatio hora generado (€/MWh) y la totalidad de los megavatios hora suministrados, ambos por cada tecnología renovable.

Por otro lado, se tiene que la cuantía de las retribuciones está íntimamente relacionada con la rentabilidad de la inversión para los inversores de las empresas energéticas. Es decir, cuanto mayor es la retribución aportada a las empresas energéticas, mayor es el interés de estas por invertir en las instalaciones. En cambio, y al mismo tiempo, mayor es la posibilidad de incrementar el déficit tarifario.

Un ejemplo de las sinergias presentadas se tiene con el recorte establecido por el Gobierno a las retribuciones a las renovables a fecha de enero de 2015. A raíz de este recorte las empresas energéticas han dejado desiertos varios concursos para la construcción de centrales aun teniendo la preasignación concedida con anterioridad, lo cual hace patente la intensa repercusión existente (Bogás, 2013). Por tanto, cuando se reducen las retribuciones significativamente, el interés inversor también decrece notablemente. Para describir las posibles sinergias existentes entre los factores condicionantes (la contribución a la demanda de las ener-

gías renovables, la retribución establecida a su producción y el total de la correspondiente energía generada) sobre el déficit de tarifa y la rentabilidad, así como los órganos decisorios sobre cada una de ellas, se presenta la tabla 2.

Si se tiene en cuenta que la contribución de las renovables al sistema eléctrico es una decisión medio establecida entre el Gobierno español y la Unión Europea plasmada en los planes energéticos y que la retribución específica asignada a cada tecnología es cuestión principalmente del Gobierno, animado por la Unión (Directiva Europea, 2009), se estima que el único factor condicionante, de los tres presentados, en el que el inversor puede decidir libremente, es en los megavatios-hora generados por sus instalaciones y sus características de producción.

La rentabilidad de la inversión, aparte de otros muchos factores, dependerá principalmente de la retribución recibida, pero también del coste que le supone al inversor generar dicho megavatio hora. Cuanto mayor sea la retribución recibida, el inversor tendrá mayor interés en instalar nuevas centrales. Al reducirse la retribución recibida, los ingresos se deben compensar con un aumento de los MWh generados o una reducción del coste del MWh generado, ambas tareas relacionadas con la eficiencia productiva de la central generadora (Balbás, 2014) y en especial de las existentes.

Perspectivas y posibles escenarios

De todo lo expuesto, y valorando una continuidad de la tipología del sistema y un incremento de la contribución de las energías renovables, bajo el cumplimiento vinculante de los objetivos establecidos, se pueden obtener las siguientes conclusiones:

La retribución específica asignada a las renovables va a estar muy condicionada por el PIB, la demanda energética y la contribución de las renovables al sistema eléctrico. Además, va a ser el arma principal que el gestor correspondiente utilice para frenar el déficit de tarifa, al igual que se utiliza el incremento de la factura eléctrica al consumidor.

Por tanto, mientras no haya otros ingresos adicionales al sistema eléctrico, vía Presupuestos Generales del Estado, que valoren otras aportaciones que realizan las energías renovables, como la generación de empleo o en mayor medida que en la actualidad, las ventajas ecológicas (Deloitte, 2012), el inversor deberá optar por las vías de mejora de su rentabilidad desde una perspectiva propia y relativa a sus instalaciones, aumentando la eficiencia productiva de las mismas.

Aunque a principios de 2015 existan nuevos mercados exteriores al español para los inversores en sistemas de generación renovable, como la energía eólica *offshore*, en el Mar del Norte (McGarley & Cowdroy, 2010)

o energía eólica *onshore* en países asiáticos o sudamericanos principalmente (WEO, 2013), en España, se estima que habrá nuevas retribuciones para el cumplimiento de los objetivos nacionales en el año 2020, y los inversores puedan volver a sentir atraídos por el mercado nacional. Según el PANER 2011-20, la planificación energética, *Plan de desarrollo de la red de transporte de energía eléctrica*, 2015-2020 y el refuerzo realizado en el sistema de transporte de energía eléctrica (REE, 2015) es de suponer que desde el órgano gestor se fomentará el incremento de capacidad productiva dando especial importancia a la mejora de la señal y gestión de la energía eléctrica generada y al aprovechamiento del mallado eléctrico existente, cuestiones ambas, favorecedoras técnica y económicamente para el sistema eléctrico.

Posiblemente, la bonanza de las inversiones en energías renovables que vierten energía a la red haya finalizado o disminuya significativamente, para comenzar algunas de las tecnologías, especialmente aquellas con menor retribución, eólica terrestre, minihidroeléctrica y biomasa (CNMC, 2015) (Esteban, 2013) que se genera en una segunda etapa de explotación, en la que pasen a tratarse como tecnologías de generación tradicionales con una pequeña retribución específica u otras alternativas como subvenciones a la construcción inicial. También es de suponer una menor capacidad para instalar de las instalaciones de energías renovables que precisen mayor retribución, puesto que si no es así no se podrá hacer frente al incremento de los costes retributivos y el consecuente aumento del coste de la energía para el consumidor.

Por tanto, a partir de ahora la eficiencia productiva en la generación de energía eléctrica mediante recursos renovables toma suma importancia, y se precisa incrementar los beneficios de la central para compensar la posible falta de retribución. Estos beneficios se podrían recoger bien reduciendo los costes de inversión y/o explotación de la central sin pérdida de seguridad o bien de aumentar la eficacia generadora o rendimiento de la instalación, es decir, la ratio formada por la energía generada entre la potencia instalada, lo cual posibil-

itaría un aumento de los ingresos (Balbás, 2014). Además, si se llegase a condicionar la prioridad de acceso para las energías renovables a la igualdad de condiciones en el mercado, aún sería más importante reducir el coste de producción por megavatio-hora de dichos procesos de generación.

Por último, si se plantea un escenario a más largo plazo, todo lo establecido anteriormente posiblemente tenga mayor fundamento puesto que, por un lado, las previsiones demográficas de origen (INE, 2012) son más bien poco alentadoras⁴ y, por otro lado, el incremento de las medidas de eficiencia energética y autogeneración pronostican una menor repercusión de la variación positiva del PIB sobre la demanda energética (Key World Energy, 2015). Pero, además, con el decremento poblacional y el aumento de las medidas de eficiencia energética, existirá una mayor repercusión en una hipotética variación negativa del PIB sobre la demanda energética, lo cual unido al propuesto aumento de la contribución de las energías renovables al sistema eléctrico, hagan todavía más necesario una mayor autonomía de las energías renovables de las retribuciones percibidas (Balbás, 2014). Este aspecto se puede plantear, por parte de los inversores, mediante la reducción de costes de producción y el aumento de la productividad, tal como se ha comentado con anterioridad.

De hecho, el 13 de abril de 2015 el Ministerio de Industria, Energía y Turismo presentó a la Comisión Nacional del Mercado y la Competencia, CNMC, una propuesta (Proyecto de Orden, 2015) en la que se regula el procedimiento de asignación del régimen retributivo específico de una convocatoria para 200 MW a partir de biomasa y 500 MW de tecnología eólica. En dicha propuesta, y en conformidad con lo comentado anteriormente, primero se anima a la mejora de la eficiencia de las instalaciones existentes y, segundo, presenta un estándar de "instalación tipo" fijado para la inversión inicial más próximo a los costes de las turbinas que a los costes totales del proyecto, de modo que la convocatoria puede resultar más atractiva para las ampliaciones, remaquinaciones⁵ o repotenciaciones de parques eólicos existentes que para instalaciones nuevas.

Conclusiones

La crisis internacional ha puesto de manifiesto que alcanzar unos objetivos que aporten independencia energética y sostenibilidad ambiental no va a ser tarea fácil y menos desde el punto de vista económico, dado que se precisa de una adecuación del sistema que acarrea sobrecostes económicos. En España, previsiblemente, las ventajas de una nueva coyuntura evitarán nuevos incrementos significativos de la factura eléctrica, pero difícilmente puedan acarrear una reducción del coste de la electricidad a corto-medio plazo, debido principalmente a que en la actualidad existe un significativo déficit acumulado, que también ha resultado limitante al desarrollo de las energías renovables. Se estima que una vez resuelto el déficit y acondicionada la red eléctrica, se vuelva a fomentar la generación mediante recurso renovable para hacerla más atractiva a los inversores y cumplir los objetivos vinculantes de los planes energéticos establecidos.

Se ha presentado el PIB como principal factor influyente en la evolución de la curva de la demanda energética sin minusvalorar en un futuro el efecto amortiguador de las medidas de eficiencia energética realizadas por los consumidores.

Se ha previsto que la curva de la demanda de energía crecerá en menor proporción que la contribución de las energías renovables, debido, en parte, a las medidas de eficiencia energética adoptadas por los consumidores. Además, tal como se ha establecido, si la potencia instalada de energía renovable se incrementa, con el correspondiente incremento de contribución de energía a la curva de demanda, el margen de maniobra en la retribución aportada será aún más reducido y una hipotética nueva reducción del PIB causaría un mayor impacto negativo.

Por tanto, según lo establecido es de suma importancia que el inversor se independice en lo posible de las retribuciones recibidas buscando con medidas de eficiencia energética en la generación tanto de las nuevas instalaciones como de las existentes una reducción de costes operativos o un mayor aprovechamiento de los recursos existentes.

Como futura línea de estudio y avallada con la propuesta presentada por

el Ministerio de Energía y Turismo, se tienen la remaquinación y la repotenciación eólica como medidas de eficiencia energética muy adecuadas tanto para el inversor como para el sistema eléctrico español.

Notas

- 1 Las medidas adoptadas para fomentar la autogeneración eléctrica y la eficiencia energética tendrán la misma repercusión respecto a la evolución de la curva de la demanda de energía eléctrica, puesto que ambas medidas implican una reducción de la demanda de energía eléctrica al sistema, por parte de los consumidores o usuarios finales.
- 2 Para evaluar los resultados aportados en los distintos países por las políticas y medidas de eficiencia energética efectuadas, también se utiliza el "Índice de Eficiencia Energética, ODEX", creado mediante el Proyecto ODYSSE-MORE y con una base de datos realizada desde el año 1990. Dicho índice desglosa los campos tratados, en transporte, doméstico, industria y servicios para tener mayor conocimiento de la influencia de las variables. Además, extrae del índice factores influyentes en los precios, cambios estructurales, el PIB, etc.
- 3 Por un lado, el Fondo Monetario Internacional (FMI) y, por otro, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) estiman una variación del PIB español para 2015 del 2% y del 1,7%, respectivamente.
- 4 Las previsiones establecidas por el Instituto Nacional de Estadística son una reducción progresiva de la población española, cuantificándose en el -2,46% para el año 2022, en el -2,75% para 2032, en el -2,39% para 2042 y en el -2,84% para 2052, resultando en una población total de 41.558.096 a 1 de enero de 2052.
- 5 Se denomina remaquinación a la acción de cambiar las máquinas generadoras de una central por otras de mejores prestaciones pero de similar potencia de generación.

Bibliografía

- ADEME, Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Énergie (2012). *Energy efficiency in the European Union : trends and policies Lessons from the ODYSSEE MURE project*. ADEME, Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Énergie, 27 rue Louis Vicat 75737 Paris, Cedex 15 (France). Disponible en Web: <http://www.ademe.fr/> (Consultado el 17 de febrero de 2015).
- Balbás F.J. (2014). "Una Estrategia Combinada: Cumplir Objetivos 20/20 y Apoyar a la Industria Nacional". *La Sustitución de los Aerogeneradores y la Repotenciación*. Jornadas Técnicas, Asociación Empresarial Eólica, AEE, 21-22 de octubre de 2014, Madrid, España.
- Bogas Gálvez J. (2013). *Influencia de la Política Energética en la Economía del País*. Conferencia de Clausura del Máster de Finanzas de la Energía, 2013. Club Español de la Energía, Paseo de la Castellana, 257, 1a Planta, 28046 Madrid, España. Disponible en Web: <http://www.enerclub.es/> (Consultado el 5 de febrero de 2015).
- Bundesgesetzblatt, Nr. 33 (21 Juli 2014). *Gesetz zur grundlegenden Reform des Erneuerbare-Energien-Gesetzes und zur Änderung weiterer Bestimmungen des Energiewirtschaftsrechts*. p. 1066-1132. Bundesanzeiger verlag (Deutschland). Disponible en: <http://www.bgbl.de/> (Consultado el 2 de mayo de 2015).
- CNMC, Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (Marzo de 2014). *Informe*

- marco sobre la demanda de energía eléctrica y gas natural, y su cobertura. Horizonte 2013-2017*. CNMC, Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, C/ Alcalá, no 47, 28014 Madrid, (España). Disponible en Web: <http://www.cnmc.es/> (Consultado el 18 de abril de 2015).
- CNMC, Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (2015). *Informes*. CNMC, Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, C/ Alcalá, no 47, 28014 Madrid, (España). Disponible en Web: <http://www.cnmc.es/> (Consultado el 14 de julio de 2015).
- Parlamento Europeo y del Consejo (2009). *Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE*. Diario Oficial de la Unión Europea, número 140 de 5 de junio de 2009, páginas 16 a 62. IDAE, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 28046 Madrid (España). Disponible en Web: <http://www.idae.es> (consultado el 5 de febrero de 2015).
- Consejo Europeo (2010). *Decisión del Consejo, de 10 de Diciembre de 2010, relativa a las ayudas estatales destinadas a facilitar el cierre de minas de carbón no competitivas*. Diario Oficial de la Unión Europea, número 336, de 21 de Diciembre de 2010, páginas 24 a 29. IMRC, Instituto para la Reestructuración de la Minería y el Carbón, Pº de la Castellana, 160, planta 7ª, 28071 Madrid (España). Disponible en Web: <http://www.irmc.es/> (Consultado 23 de enero de 2015).
- Deloitte (diciembre, 2012). *Impacto Macroeconómico del Sector Eólico en España*. Deloitte España, Plaza de Pablo Ruiz Picasso, 1, Torre Picasso, Madrid 28020 (España). Disponible en Web <http://www.aeeolica.org/> (Consultado el 10 de mayo de 2015).
- EIA, Energy Information Administration (2015). EIA, U.S. Energy Information Administration, 1000 Independence Ave., SW Washington, DC 20585 (U.S.A.). Web: <http://www.iea.gov/> (Consultado el 15 de julio de 2015).
- Enerdata (2010). *Definition of ODEX indicators in ODYSSEE data base, March 2010*. Enerdata, Headquarters 47 av. Alsace Lorraine 38000 Grenoble (France). Disponible en Web: <http://www.odyssee-mure.eu/> (Consultado el 13 de marzo de 2015).
- Esteban Bolea M. T. (2013). *Renewable energies in electricity supply in Spain*. International Federation of Consulting Engineers, International Congress (Barcelona, 15-18 September 2013). FIDIC, International Federation of Consulting Engineers, CH-1215 Geneva (Switzerland) Disponible en http://www.congrex-switzerland.com/fileadmin/files/2013/fidic2013/Presentations/FIDIC_Sustainability_MariaTeresaEstebanBolea.pdf (Consultado el 22 de noviembre de 2014).
- IEA, International Energy Agency (Junio 2013). *WEO Special Report: Redrawing the Energy-Climate Map*. IEA, International Energy Agency 9 rue de la Fédération 75739 Paris Cedex 15 (France). Disponible en Web: <http://www.iea.org/> (Consultado el 20 de junio de 2015).
- IEA, International Energy Agency. *Key World Energy Statistics 2015*. IEA, International Energy Agency 9 rue de la Fédération 75739 Paris Cedex 15 (France). Disponible en Web: <http://www.worldenergyoutlook.org/> (Consultado el 24 de mayo de 2015).
- INE, Instituto Nacional de Estadística (2012). *Proyecciones de Población 2012*. INE, Instituto Nacional de Estadística, Madrid (España). Disponible en Web: <http://www.ine.es/> (Consultado el 20 de abril de 2015).

- INE, Instituto Nacional de Estadística, Madrid (España). Disponible en Web: <http://www.ine.es/> (Consultado el 12 de mayo de 2015).
- Ley 24/2013, de 26 de Diciembre, del Sector Eléctrico. Boletín Oficial del Estado número 310, de 27 de Diciembre de 2013, páginas 105198 a 105294. Agencia Estatal de Boletines Oficiales del Estado. Disponible en: www.boe.es (Consultado 31 de enero de 2015).
- McGarley P. and Cowdroy S., (July 2010). *European Offshore Grid Site Requirements and Connection Report Senergy Econnect Project: 2335*. European Commission, 24-26, rue Jean-André de Mot / Jean-André de Motstraat B -1049 Brussels (Belgium). Disponible en Web: <https://ec.europa.eu/energy/> (Consultado el 10 de noviembre de 2014).
- Ministerio de Industria, Energía y Turismo e IDAE, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (2010). *Plan de Acción Nacional de Energías Renovables de España 2011-2020 PANER*. Ministerio de Industria, Energía y Turismo, Madrid (España). Disponible en Web: <http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EnergiaRenovable/> (Consultado el 20 de noviembre de 2014).
- Ministerio de Industria, Energía y Turismo (noviembre, 2014). *Planificación energética. Plan de desarrollo de la red de transporte de energía eléctrica, 2015-2020, primera propuesta*. Ministerio de Industria, Energía y Turismo, Madrid (España). Disponible en Web: <http://www.minetur.gob.es/energia/planificacion/> (Consultado el 12 de febrero de 2015).
- Ministerio de Industria, Energía y Turismo, Secretaría de Estado de la Energía (2015). *Proyecto de Orden por el que se regula el procedimiento de asignación del régimen retributivo específico en la convocatoria para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de biomasa situadas en el sistema eléctrico peninsular y para instalaciones de tecnología eólica y se aprueben sus parámetros retributivos*. Clúster de la Energía en Extremadura. Parque Científico y Tecnológico de Extremadura, Campus Universitario de Badajoz, Avda. de Elvas s/n – 06006 – Badajoz (España). Disponible en Web: <http://www.energiaextremadura.org/> (Consultado el 20 de julio de 2015).
- REE, Red Eléctrica Española (2015). *Anuarios*. REE, Red Eléctrica Española, Paseo del Conde de los Gaitanes, 177, 28109 Alcobendas, Madrid (España). Disponible en Web: <http://www.ree.es/> (Consultado el 10 de junio de 2015).
- WEC, World Energy Council (2004). *Eficiencia Energética: Estudio Mundial Indicadores, Políticas, Evaluación Informe del Consejo Mundial de la Energía en colaboración con ADEME, Julio 2004*. CACME, Comité Argentino del Consejo Mundial de la Energía, Av. Córdoba 658 6º - Piso Oficina 61, Buenos Aires (Argentina). Disponible en Web: <http://www.cacme.org.ar/> (Consultado el 10 de febrero de 2015).

Francisco Javier Balbás García

balbasfj@unican.es

Ingeniero técnico industrial, especialidad de electrónica industrial) y doctor en Ingeniería Industrial por la Universidad de Cantabria. Máster oficial en investigación en ingeniería industrial (módulo electro-energético). Profesor asociado del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Energética, de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación de la Universidad de Cantabria. Profesor del Máster en Tecnología de Instalaciones de la Edificación GTED-UC de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de Cantabria. Gerente en la empresa Ingeniería y Servicios Anjaca.
