
ESTUDIO
MACROECONÓMICO
DEL IMPACTO DEL
SECTOR EÓLICO
EN ESPAÑA

2016/17

INFORME ELABORADO POR

Deloitte.

ESTUDIO
MACROECONÓMICO
DEL IMPACTO DEL
SECTOR EÓLICO
EN ESPAÑA

2016/17

INFORME ELABORADO POR

Deloitte.

ÍNDICE

1. RESUMEN EJECUTIVO	5
1.1. El Sector Eólico en el periodo 2016-2017	6
1.2. El futuro del Sector Eólico	9
2. OBJETO Y METODOLOGÍA	13
2.1. El estudio	13
2.2. Metodología	13
2.2.1. Contribución Directa del Sector Eólico al Producto Interior Bruto (PIB) de España	14
2.2.2. Efecto arrastre del Sector Eólico en el Producto Interior Bruto de España	16
2.2.3. Contribución del Sector Eólico al empleo	17
2.2.4. Contribución del Sector Eólico al empleo por efecto arrastre	18
2.2.5. Esfuerzo en I+D	18
2.2.6. Balanza fiscal	18
3. EL SECTOR EÓLICO EN LA ACTUALIDAD	19
3.1. La energía eólica en el mundo	19
3.2. La energía eólica en España	23
3.3. Repotenciación y extensión de vida	28
4. EL SECTOR EÓLICO A LO LARGO DE LA CADENA DE VALOR	31
4.1. La cadena de valor del Sector Eólico	31
5. EVOLUCIÓN DEL SECTOR EÓLICO EN ESPAÑA	38
6. LAS SUBASTAS: DISEÑO, IMPLICACIÓN Y DESARROLLO	41
6.1. Primera subasta 14 de enero de 2016	41
6.2. Segunda subasta 17 de mayo de 2017	44
6.3. Tercera subasta 26 de julio de 2017	46
6.4. Estimación de las necesidades de materiales derivadas de las subastas	49
7. IMPACTO SOCIOECONÓMICO DEL SECTOR EÓLICO EN ESPAÑA	50
7.1. Contribución directa del Sector al Producto Interior Bruto	50
7.2. Contribución al Producto Interior Bruto de los diferentes subsectores de actividad	54
7.3. Impacto indirecto del Sector Eólico en otras actividades económicas	60
7.4. Impacto del Sector Eólico en el empleo	62

8. IMPACTO FISCAL DEL SECTOR EÓLICO EN ESPAÑA	65
8.1. Balanza fiscal	65
8.2. Los impuestos y tributos y los productores del Sector Eólico	66
9. LA RELEVANCIA DEL SECTOR EÓLICO ESPAÑOL EN EL EXTERIOR	68
9.1. El impacto del Sector Eólico en la exportaciones	68
10. IMPACTO DEL SECTOR EÓLICO EN TÉRMINOS DE DEPENDENCIA ENERGÉTICA Y BENEFICIOS MEDIOAMBIENTALES	71
10.1. Emisiones de CO ₂ evitadas por la generación eólica en España	72
10.2. Importaciones de combustibles fósiles evitadas por la generación eólica	73
11. ESFUERZO DEL SECTOR EÓLICO EN I+D	76
11.1. Gastos del Sector Eólico en I+D	76
11.2. Evolución del número de patentes del Sector Eólico en España	77
12. COMPETITIVIDAD EN COSTES DE LA GENERACIÓN EÓLICA VS LAS SEÑALES DE PRECIO DEL MERCADO ELÉCTRICO	78
12.1. Evolución del LCOE eólico 2005-2017	78
12.2. El impacto del Sector Eólico en los precios del mercado mayorista de la electricidad	81
12.3. El impacto del Sector Eólico en la formación del precio del <i>pool</i>	82
12.4. Estimación del impacto de las subastas de potencia eólica en la formación del precio del <i>pool</i>	83
13. ESCENARIOS A 2020, 2030 Y 2050: LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN ESPAÑA Y SUS IMPLICACIONES PARA LA ENERGÍA EÓLICA	86
13.1. Escenarios que se plantean	86
13.2. La eólica en la transición energética de España	91
14. CONCLUSIONES	93
14.1. Impacto socioeconómico de la energía eólica en España	93
14.2. El futuro del sector	95
Anexo 1: Metodología y cálculo de la energía sustituida en España	97
Anexo 2: Evolución del marco regulatorio aplicable a la energía eólica	99
Anexo 3: Lista de asociados de la Asociación Empresarial Eólica	101
Índice de figuras y tablas	107

1.

RESUMEN EJECUTIVO

Desde el Protocolo de Kioto (1997), pero de forma más decidida con el Acuerdo de París (2015), que han firmado 195 países hasta la fecha y ratificado 178 a fecha de redacción de este documento, es clara la preocupación a nivel mundial por el cambio climático. Esto supone que todos los países deberán realizar esfuerzos con el fin de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. En el caso de los países de la Unión Europea, existen objetivos clave de reducción de al menos un 20% las emisiones de gases de efecto invernadero en 2020 con respecto a 1990, una reducción de al menos un 40% en 2030 con respecto a 1990, y una reducción de entre el 80% y el 95% en 2050.

Esta fuerte reducción de las emisiones debe basarse en varios pilares, tales como la eficiencia energética o la electrificación de la demanda, pero la generación de electricidad mediante energías renovables es sin duda uno de los más importantes.

España fue pionera en el desarrollo de estas tecnologías, destacando a nivel de potencia instalada y con compañías que eran líderes mundiales en todas las actividades de la cadena de valor. Para ello, **España contaba con un marco regulatorio estable y favorable, que aseguraba una retribución apropiada para los promotores de parques eólicos.** El desarrollo de energía eólica en España permitió reducir la dependencia energética de España de terceros países (que ha bajado del 80% de 2006 al 72,3% actual), ha contribuido a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y ha ayudado a reducir el precio en el *pool* eléctrico. La potencia instalada ha alcanzado los 23.092 MW en 2017, alcanzando una cobertura de la demanda anual de más del 20%¹ en algunos años.

Las empresas españolas de la cadena de valor de la energía eólica constituyeron un **tejido empresarial dinámico, innovador y líder mundial en innovación y en la tecnología, con la generación de empleo muy especializado y bien remunerado.** Muchas de estas empresas desarrollan con éxito su actividad en el extranjero, donde cuentan con una alta reputación. **Es difícil encontrar en la historia económica de España una experiencia industrial tan exitosa y relevante.**

No obstante, en el periodo comprendido entre 2012 y 2015, se han producido varios cambios regulatorios (la conocida como Reforma Energética), que han supuesto la modificación de las reglas de juego según las cuales se retribuye a los parques. Esto, unido al exceso de potencia, ha determinado que los incrementos de potencia hayan sido mínimos desde 2013 (entre 2013 y 2017 se ha instalado una tercera parte de la potencia total instalada en 2012). Por otro lado, **los activos han perdido valor, y nuevos actores han entrado en el Sector Eólico.**

1. En 2013 la producción eólica alcanzó 54.708 GWh, lo que supuso una cobertura de la demanda del 21%.

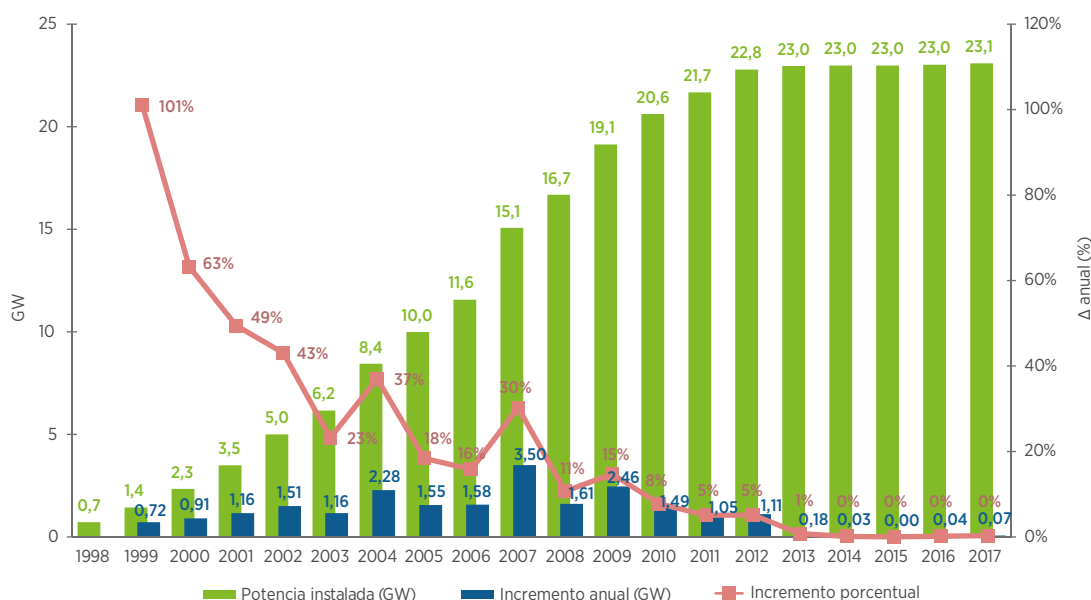
Las subastas que se han desarrollado en 2016 y 2017, que suponen la instalación de 4.608 MW hasta 2020, son una oportunidad para el crecimiento del mercado. Durante los últimos años, los agentes han logrado mantener su actividad gracias a actividades de operación y mantenimiento y a la actividad en el extranjero. **Las subastas van a tener un efecto positivo, aunque el reducido plazo existente para instalar la potencia subastada arroja dudas en algún caso sobre la factibilidad de su cumplimiento.**

1.1. EL SECTOR EÓLICO EN EL PERIODO 2016-2017

Este informe analiza los dos últimos años del Sector Eólico en España, 2016 y 2017, junto con el periodo anterior 2012-2015, caracterizados por los efectos de la reforma energética y los cambios regulatorios que afectan a la retribución de la energía eólica, lo que ha afectado a las principales magnitudes económicas:

- En el periodo analizado, se ha paralizado la instalación de potencia eólica en España: en 2012 –último año en que el sector se desarrolló al amparo del marco anterior– se instalaron 1.110 MW, pero en el resto de los años del periodo analizado, el aumento de potencia ha sido mínimo: 176 MW en 2013, 28 MW en 2014 –años en los que se pusieron en marcha parques fruto de la inercia del periodo anterior–, 0 MW en 2015, 38 MW en 2016 y 66 MW en 2017. A finales de 2017, España contaba con **23.092 MW**.
- En 2017, la generación eólica fue de 47.628 GWh, lo que supone una cobertura de la demanda del 18%. En 2013, la eólica fue la primera tecnología del Sistema Eléctrico Español durante un ejercicio completo –lo que ocurría por primera vez en el mundo– y la producción alcanzó los 54.596 GWh, con una cobertura de la demanda del 21%.

Potencia eólica instalada en España, acumulada e incremento anual (1998-2017)²



- La contribución total del Sector Eólico al PIB en el periodo 2012-2017 fue de 16.379 millones de €₂₀₁₅ (3.437 millones en 2017), con una evolución distinta según los subsectores.

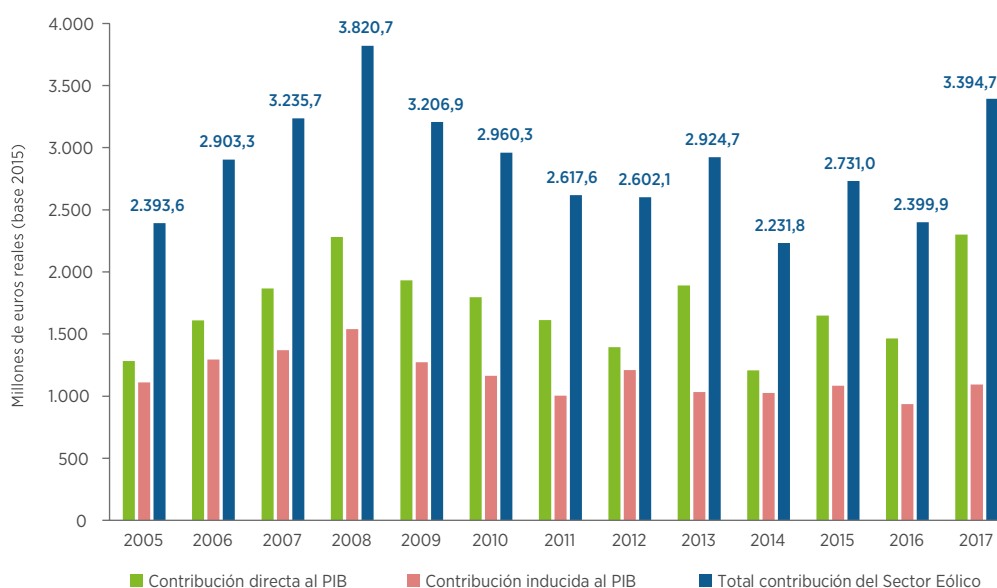
2. Fuente: Asociación Empresarial Eólica

Los ingresos de los productores de energía se ven sujetos a las variaciones del precio del mercado mayorista de la electricidad, lo cual supone una alta volatilidad en los mismos. De esta forma, también su contribución al PIB es muy variable, dado que los costes de un parque eólico no varían en la misma medida que el precio. En 2017, dado que recibieron unos ingresos medios de 81,01 €/MWh, los ingresos ascendieron a 4.205 millones de €₂₀₁₅. No obstante, en 2016 dichos ingresos fueron de 3.102 millones de €₂₀₁₅, un 36% menos, con un ingreso medio de 58,53 €/MWh. Pese a ello, la generación eléctrica fue similar. A su vez, en 2015 los ingresos fueron de 3.550 millones de €₂₀₁₅, un 13% superiores a los de 2016 (447 millones de €₂₀₁₅).

Los fabricantes de Equipos y Componentes han visto una ligera recuperación de su actividad, tras el mínimo de 2012. Esto se debe a la modificación en sus modelos de negocio, enfocándose hacia el exterior, a donde exportaron la mayor parte de su producción. También están ofreciendo servicios de suministro de repuestos, y la prestación de servicios de operación y mantenimiento. En 2017, la facturación fue inferior en 49 millones de €₂₀₁₅ respecto a la de 2015.

Por último, el sector de los Proveedores de servicios ha aumentado su contribución un 33% en 2017 respecto a 2016, alcanzando los 305 millones de €₂₀₁₅. El sector de Estructuras Offshore, por su parte, ha presentado en 2017 una contribución similar a la de 2017, de unos 36,0 millones de €₂₀₁₅.

Evolución de la contribución al PIB del Sector Eólico en términos reales
(contribución directa + inducida en otros sectores de actividad) (base 2015)

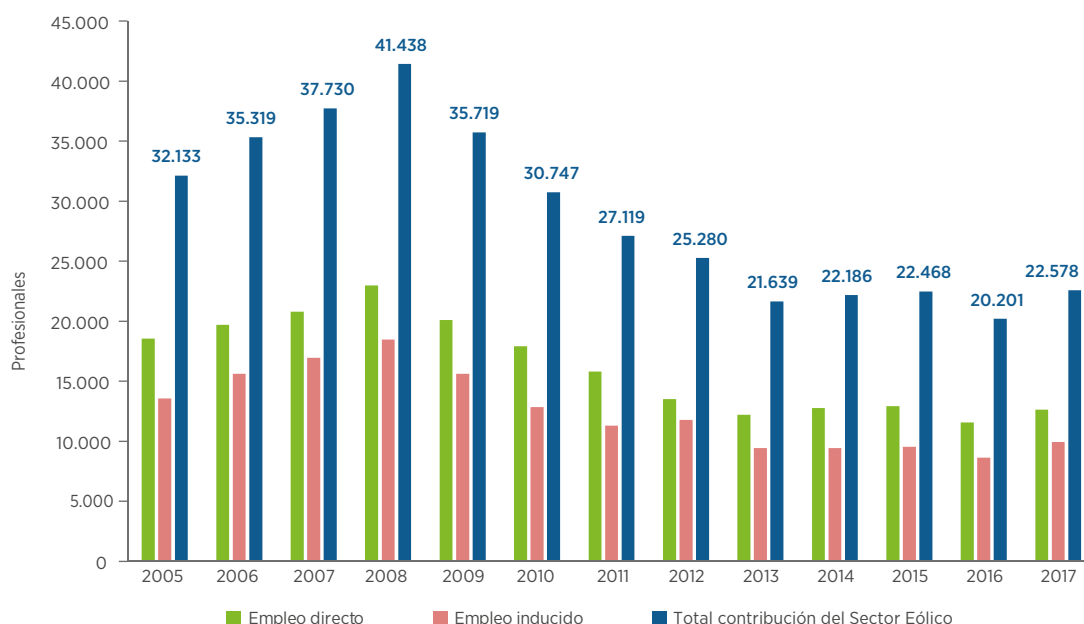


- En 2017 el sector empleaba, directamente o de forma inducida, a 22.578 personas (el máximo se alcanzó en 2008, con 41.438 puestos de trabajo, y el mínimo en 2016, con 20.201). Las contrataciones se han mantenido en valores muy bajos desde 2013, como consecuencia de la poca actividad constructiva y a la incertidumbre producida por la reforma energética.

El Sector Eólico ha contribuido a la recuperación del empleo que se observa en España durante los últimos años.

- Las exportaciones de los últimos seis años sumaron 15.909 millones de €₂₀₁₅. En 2017, las exportaciones supusieron 2.391 millones de €₂₀₁₅, siendo España el cuarto exportador del mundo de aerogeneradores, sólo superada por China, Dinamarca y Alemania. En 2016 fue el tercero, superando a Alemania.

Evolución del empleo directo e indirecto del Sector Eólico en España



Por otro lado, la energía eólica tuvo otro impacto positivo con respecto de la balanza de pagos, debido a la sustitución de importaciones de combustible fósil (alrededor de **11.971 millones de €₂₀₁₅** durante el periodo 2012-2017, de los que 2.888 millones de €₂₀₁₅ se ahorraron en 2016 y 2017).

En términos de **dependencia energética y emisiones de gases de efecto invernadero**, los datos del periodo 2012-2017 son los siguientes:

- Se sustituyó la producción de 298 TWh de electricidad con combustible fósil en el periodo 2012-2017 (48 TWh en 2016 y en 2017).
- Se evitó la emisión de **155 millones de toneladas de CO₂** (25 millones de toneladas de CO₂ en 2017).
- Se evitaron importaciones de **57 millones de toneladas equivalentes de petróleo por valor de 11.971 millones de €₂₀₁₅** en el periodo 2012-2017 (9,2 millones de teps en 2017, por 1.506 millones).

El análisis de la **balanza fiscal** permite comprobar que **soporta una carga muy importante respecto a su margen, encontrándose entre las principales salidas de caja**:

- Las empresas pagaron en los seis años analizados un total de **2.774 millones de €₂₀₁₅ en impuestos y tributos**, de los cuales 1.097 millones de €₂₀₁₅ se corresponden con 2016 y 2017 (606 en 2017).
- En el caso de los productores eólicos, por cada 1.000 € de ingresos, 160 € se dedican a pagos de impuestos y tributos, mientras que 137 € se generan como beneficio neto después de impuestos.
- Los tributos suponen más del doble que los gastos de personal. Sólo el impuesto del 7% sobre la generación supera por sí misma la partida destinada a las remuneraciones de los empleados.

Los impuestos que gravan la generación de energía eléctrica mediante parques eólicos: el impuesto sobre el Valor de la Producción de la Energía Eléctrica y los cánones eólicos establecidos por las comunidades autónomas, suponen una penalización al negocio de la generación eólica: por cada 1.000 € de ingreso, 108 € se dedican a satisfacer dichos tributos.

Es importante destacar también el efecto reductor que tiene la generación eólica sobre los precios de la electricidad y sobre los propios ingresos del sector. El uso de potencia eólica en lugar de combustibles fósiles ha supuesto **ahorros para el sistema valorados en 21.807 millones de € en el periodo 2012-2017**, debido a la reducción en el precio del *pool* del mercado eléctrico.

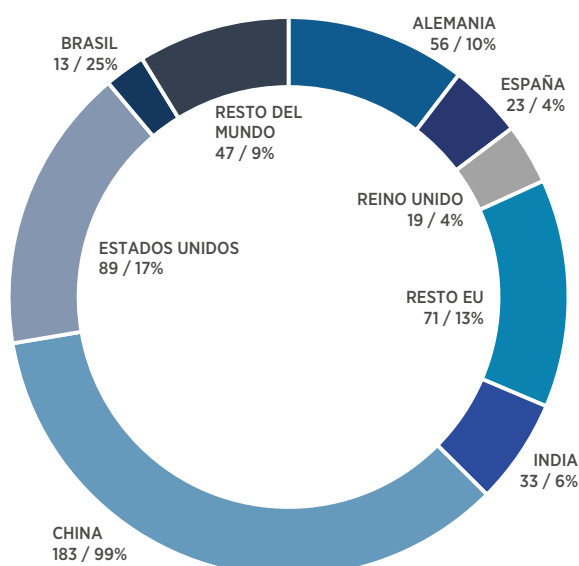
Para un consumidor medio residencial, con un consumo de 4.000 kWh/año, el ahorro ha sido de **351 €** en su factura de la luz.

Como conclusión, el sector ha sufrido años difíciles, consecuencia de la reforma de la regulación del sector eléctrico, que han afectado de forma importante a la retribución que percibían, así como a la predictibilidad y estabilidad de sus ingresos. Como consecuencia, la contribución al PIB se ha reducido, así como el empleo, y la carga fiscal se ha visto incrementada. El mínimo incremento de potencia que se ha producido durante los últimos años se ha visto compensado con una mayor actividad exportadora de las empresas del Sector Eólico, dado el importante incremento en las potencias instaladas de energía eólica a nivel mundial. La energía eólica es cada vez más competitiva, y sus costes continúan bajando. El Sector Eólico continúa teniendo una gran relevancia en España, ya que a su contribución en términos de contribución al PIB, generación de empleo y mejora de la balanza de pagos, debe añadirse la reducción en la dependencia energética y en los gastos en importaciones de combustibles fósiles, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes, y la reducción en los precios de la electricidad.

1.2. EL FUTURO DEL SECTOR EÓLICO

La potencia de energía eólica, tanto terrestre como marina, a nivel mundial, presenta crecimientos a ritmos superiores al 10% anual desde 1997. Esto es más relevante aún considerando la potencia alcanzada a finales de 2017, con 540 GW instalados, de los cuales 52 GW se instalaron ese año. España, que ha sido líder en la instalación de potencia eólica a nivel mundial, continúa teniendo una quinta posición en potencia instalada con un 4%, tras China (35%), Estados Unidos (17%), Alemania (10%) e India (6%), gracias al fuerte desarrollo del sector antes de la reforma energética.

Capacidad de generación instalada a nivel global en GW y porcentaje con respecto al total mundial en 2017



Las compañías españolas, por medio de las exportaciones, han conseguido mantener niveles de actividad y de relevancia considerables a nivel mundial, y **son capaces de aprovechar las oportunidades derivadas de los incrementos de potencia a nivel global que se espera instalar**. Según las previsiones de la Agencia Internacional de la Energía (AIE), la potencia eólica instalada ascenderá a 1.305 GW en 2040, lo que supondría un incremento del 142% (de 765 GW) respecto a 2017. A 2025, se espera una potencia instalada de 842 GW, con un incremento de 302 GW.

Los agentes del Sector Eólico español han alcanzado una reputación suficiente como para aprovechar estas oportunidades, y tienen experiencia demostrada en la actividad exterior y las exportaciones. No obstante, el mercado interno debería mantener un nivel de actividad alto, y sobre todo estable y predecible, para poder mantener el nivel tecnológico alcanzado.

EL FACTOR REGULATORIO

La reforma energética y, más concretamente, la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, podría tener consecuencias negativas adicionales en el futuro si se dan las siguientes circunstancias:

- **Un fuerte incremento en la penetración de energías renovables**, que pueden pujar a 0 €/MWh en el mercado mayorista de electricidad, **supone una reducción de los precios, y no se establecen precios suelo que garanticen que los inversores recuperan su inversión.**
- **No se modifica la regulación para eliminar los elementos que frenan el desarrollo de la potencia eólica.** La incertidumbre que supone la evolución de los parámetros retributivos establecidos en la nueva regulación es un elemento clave: **las empresas desconocen cuál será la rentabilidad de sus proyectos** más allá de los seis años que componen un periodo regulatorio y el propio sistema se encarga de **limitar las compensaciones que la ley les reconoce** por la imprevisible evolución de los precios del mercado, entre otras cosas.

Estos factores suponen no sólo la reducción de los ingresos de los productores eólicos, sino también la dificultad a la hora de predecirlos.

EL FACTOR INDUSTRIAL

El desarrollo de las últimas subastas de renovables, celebradas entre 2016 y 2017, han dado un fuerte impulso a la industria eólica con la adjudicación de un total de 4.607 MW eólicos, que deben instalarse antes de 2020. Hasta la celebración de las subastas, las fábricas del Sector Eólico presentes en 16 de las 17 comunidades autónomas españolas, se vieron obligadas a exportar el 100% de su fabricación en los últimos años.

La industria eólica ha reorientado su actividad para ser un *player* de referencia a nivel mundial, produciendo aerogeneradores para todo el mundo y cubriendo toda la cadena de valor del Sector Eólico. España es un país líder en tecnología eólica, fruto de una alta competitividad y gran calidad de fabricación, que ha hecho que el país sea el tercer productor mundial de aerogeneradores y uno de los hubs más importantes del mundo en tanto que cubre toda la cadena de valor.

Con el resultado de las subastas, se han generado perspectivas optimistas para la industria eólica. Para que el crecimiento de la aportación de la energía eólica sea factible es necesario tener en cuenta determinados factores, entre otros:

- **La existencia de un marco regulatorio estable y predecible a largo plazo** que garantice la seguridad jurídica a los inversores. La retribución prometida a las instalaciones no debería poder modificarse a lo largo del periodo de vida útil de las mismas, dado que la inversión y los modelos económico-financieros se realizaron en base a esa retribución. **La rentabilidad razonable que se establece en la regulación debe fijarse, y se deberían establecer precios suelo de mercado que permitan recuperar la inversión.**
- **La evolución de la demanda de electricidad:** la electrificación renovable de la economía debe ser uno de los pilares sobre los que se desarrolle el nuevo modelo de crecimiento económico de la demanda.
- Para cumplir con los objetivos en materia de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero a los que España se ha comprometido a nivel europeo,

es necesario fomentar un cierre ordenado y progresivo de las centrales eléctricas que usan combustibles más contaminantes, sustituyéndolos por nueva potencia renovable.

- **La necesidad de nuevos mecanismos de contratación de la electricidad:** el aumento de la penetración de la energía eólica, con un coste marginal muy bajo, deprime el precio del mercado mayorista, lo que beneficia a los consumidores domésticos e industriales, pero reduce los ingresos de las compañías que venden electricidad, incluidas las eólicas (efecto canibal). Este impacto será aún mayor si la demanda no aumenta. Desarrollar un modelo que evite la depresión en los ingresos de las empresas cuando aumente la penetración eólica es fundamental (por ejemplo, introduciendo la posibilidad de contratos a largo plazo).
- **Nuevos esquemas que incentiven la reactivación del mercado interno** con el objetivo de potenciar la actividad industrial. El sistema de subastas que existe en la actualidad no ofrece un incentivo claro para el desarrollo de energías renovables, considerando además que en las últimas no se ha establecido una retribución específica. **Su falta de planificación y el escaso periodo de tiempo para realizar las inversiones, supone dudas sobre la posibilidad de cumplir los plazos**, si no hay mejoras para facilitar los procesos administrativos necesarios para llevar a cabo las instalaciones.
- Impulso al desarrollo de actuaciones de I+D+i para mantener el liderazgo tecnológico de esta industria.
- **Mecanismos que faciliten** a los fabricantes de equipos y componentes y a los proveedores de servicios **la exportación y el desarrollo de actividad en el extranjero** para poder aprovechar su posición privilegiada en el desarrollo de potencia eólica a nivel global que se espera en los próximos años.

La necesidad de cumplir los objetivos europeos en materia de consumo de energía final a través de fuentes renovables en 2020 y 2030, y el Acuerdo de París son un importante factor de presión para los gobiernos. Hoy por hoy, son muchos los países en los que se debate sobre la posibilidad de eliminar o reducir al mínimo los incentivos a las energías renovables, de modo que se instalen recibiendo exclusivamente los ingresos del mercado.

Si se quiere apostar por un despliegue cada vez más ambicioso de las energías renovables, condición necesaria para la transición energética (al igual que la internalización de los costes de las tecnologías contaminantes), el concepto de incentivo seguirá estando presente, adoptando esquemas retributivos complementarios al mercado que sean suficientes para asegurar la financiación y ejecución de los proyectos.

La tecnología eólica ha permitido a España dar un primer paso importante en esta transición energética, al haber conseguido ya cubrir más del 20% de la demanda eléctrica. Pero **la electricidad supone sólo alrededor de un cuarto del consumo final de energía en nuestro país**, por lo que para llevar a cabo este proceso **es prioritario seguir incrementando la aportación eólica al mix eléctrico español, así como la electrificación de la economía española**.

Para determinar cuál puede ser el rol de la industria eólica española en este proceso de transición y el modo en que España puede afrontar el cumplimiento de sus compromisos internacionales, se han elaborado dos escenarios basados en los datos para España del Modelo PRIMES de la Comisión Europea:

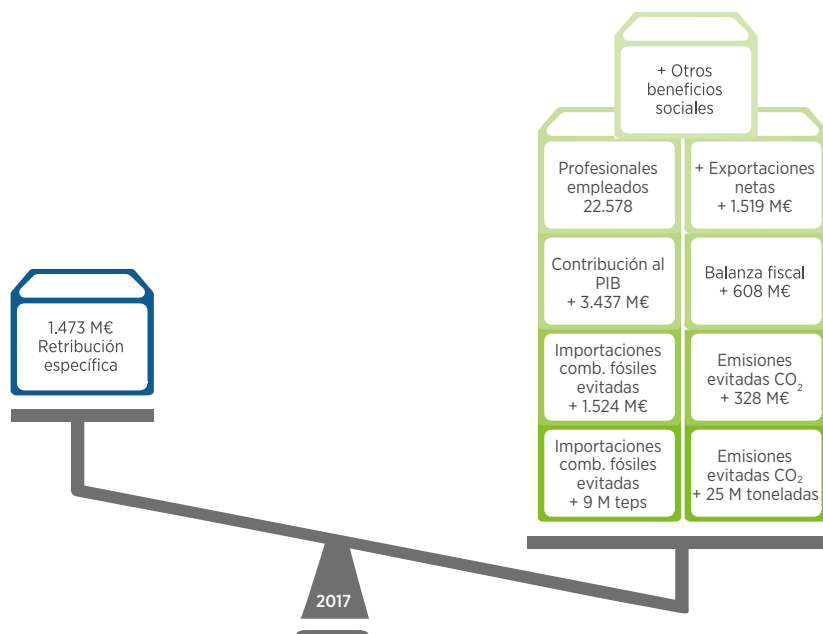
- **Escenario 1 (Modelo PRIMES):** Es un escenario basado en las políticas existentes. El PIB crece un 80% hasta 2050 pero la demanda eléctrica sólo lo hace en un 25%, alcanzando los 328 TWh en 2050. La eólica alcanza los 47.142 MW en 2050 con un ritmo de instalación anual de 219 MW de 2020 a 2030 y de 863 MW anuales de 2030 a 2050.
- **Escenario 2 (Modelo PRIMES modificado):** Es un escenario con un mayor crecimiento de la demanda eléctrica (del 40%, 348 TWh a 2050) debido a una mayor electrificación de la economía, especialmente del transporte. La eólica alcanza los 60.000 MW en 2050 con un ritmo de instalación anual de 1.000 MW.

Este segundo escenario tendría unos mayores beneficios no sólo para el sector, sino para el país en su conjunto:

- Se produciría una reactivación de la actividad industrial, con el consecuente efecto sobre el empleo: se crearían unos 13.000 empleos adicionales de cara a 2050.
- Un crecimiento sostenido y sostenible en el tiempo de la potencia eólica permitiría mejorar la posición competitiva (economías de escala, liderazgo tecnológico, profesionales cualificados, etc.) de las empresas españolas, lo que contribuiría al incremento de las exportaciones y mejorar la balanza de pagos en España.
- La actividad de mantenimiento de instalaciones tendría un papel aún más relevante.
- La aportación al PIB del sector sería más de 500 millones de € superior que en el Escenario 1 (un 13 % más).
- La independencia energética española mejoraría al reducirse las importaciones de combustibles fósiles en 6 millones de tep respecto al Escenario 1, y las emisiones de CO₂ serían inferiores en 15 millones de toneladas.

Como conclusión, pese al mínimo incremento de potencia que se ha producido en los últimos años, el Sector Eólico español está bien situado para aprovechar las oportunidades que surgen a nivel mundial. No obstante, para ello es imprescindible que la regulación sea clara, estable y apropiada, permitiendo que los inversores recuperen su inversión y sobre todo tengan una senda de ingresos predecible. Debe eliminarse la inestabilidad regulatoria y fijar objetivos de potencia eólica instalada ambiciosos para cumplir con los compromisos internacionales de España. El crecimiento de la potencia eólica debe ser sostenido en el tiempo, evitando periodos de fuertes inversiones seguidos de otros de parálisis, lo cual no permite a la industria mantener una actividad estable. De lo contrario, el Sector Eólico español irá perdiendo competitividad frente a otros países, y la posición de liderazgo alcanzada tras haber sido pioneros en el sector se perdería, reduciéndose la riqueza generada por el sector, así como el empleo.

La retribución de la eólica vs sus beneficios económicos, sociales y medioambientales en 2017³



3. Datos en euros nominales.

2.

OBJETO Y METODOLOGÍA

2.1. EL ESTUDIO

Desde 2008, la Asociación Empresarial Eólica publica los estudios de "Impacto Macroeconómico del Sector Eólico en España". En estos informes, se analiza el impacto que la industria eólica tiene sobre la economía española, incluyendo el efecto sobre el Producto Interior Bruto, el empleo, la balanza de pagos (en particular el impacto en las exportaciones), la recaudación fiscal, así como la contribución a mitigar la dependencia energética de terceros países y a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. El último de estos estudios, titulado "La Eólica en la Economía Española 2012-2015", analizaba estas variables, entre otras, para el periodo 2012-2015.

En este documento se actualiza el estudio con la información de la actividad del sector de los dos últimos ejercicios: 2016 y 2017, para cuantificar impacto en las siguientes variables:

1. Impacto directo del Sector Eólico sobre el Producto Interior Bruto de España, para el periodo 2012-2017.
2. Desagregación por subsectores del impacto directo sobre el Producto Interior Bruto: Promotores/productores, Fabricantes de equipos y componentes, Empresas de servicios complementarios y Fabricantes de estructuras para eólica marina.
3. Impacto indirecto del Sector Eólico sobre el Producto Interior Bruto de España (efecto arrastre).
4. Contribución del Sector Eólico al empleo en España: empleo directo e indirecto.
5. Impacto fiscal del Sector Eólico en España.
6. Relevancia del Sector Eólico con respecto a las exportaciones.
7. Contribución del Sector Eólico a la reducción de las emisiones de CO₂.
8. Reducción de la dependencia energética de España debido a la energía eólica.
9. Esfuerzo realizado por el Sector Eólico en actividades de Investigación y Desarrollo.
10. Impacto de la energía eólica sobre los precios del *pool* de electricidad.

2.2. METODOLOGÍA

La evaluación cuantitativa del estudio se ha realizado de acuerdo con los métodos que adoptan los organismos oficiales que publican ese tipo de información estadística.

2.2.1. CONTRIBUCIÓN DIRECTA DEL SECTOR EÓLICO AL PRODUCTO INTERIOR BRUTO (PIB) DE ESPAÑA

Los cálculos se realizan a partir de los métodos de estimación del PIB establecidos por la Organización de las Naciones Unidas (SNA93, System of National Accounts) y Eurostat (Fundamentos de SCN: Formulación de los elementos básicos).

En concreto, se estima la contribución del Sector Eólico a través de tres enfoques equivalentes:

- **Enfoque de la oferta o valor añadido**

La contribución al PIB se obtiene a partir de la información disponible en los estados financieros de las compañías del sector⁴, como la diferencia entre los ingresos de la producción y los gastos, en los que no se incluyen los gastos de personal, ni las amortizaciones.

- **Enfoque de la renta o retribución de los factores productivos**

La contribución al PIB se obtiene a partir de la información disponible en los estados financieros como suma de los importes que perciben los factores de producción, capital y trabajo: beneficio antes de intereses e impuestos, las amortizaciones y los gastos de personal.

- Gastos de personal: Se incluye la remuneración total de los empleados, en metálico o en especie, que es pagada por el empleador a los profesionales por el trabajo realizado por estos últimos. Esta remuneración puede dividirse entre: salarios (en metálico y en especie), y contribuciones sociales del empleador.
- Beneficio antes de intereses e impuestos: Se trata del beneficio o pérdida obtenida por la actividad, antes de descontarle intereses por la deuda que puedan tener e impuestos.

- **Enfoque de la demanda final**

La contribución al PIB se obtiene como la suma de la producción final de bienes y servicios del sector durante un determinado periodo de tiempo. Esta definición puede descomponerse en: suma del consumo final, la formación bruta de capital (inversión), gasto público y demanda externa (exportaciones – importaciones).

ESTIMACIÓN DE LAS EXPORTACIONES

- **Exportaciones de electricidad de los productores eólicos.**

Para estimar estas exportaciones se multiplica:

- Las exportaciones de electricidad de España publicadas por Red Eléctrica de España;
- Por el porcentaje de la producción de la electricidad en España que es generada con recurso eólico, de acuerdo con la información publicada por Red Eléctrica de España;
- Y por el precio medio del Mercado Diario de la Electricidad que publica OMIE.

4. Las compañías incluidas en el cálculo son aquellas empresas o grupos empresariales residentes en España miembros de la Asociación Empresarial Eólica y de las asociaciones de empresas de energías renovables de las cuales se disponen estados financieros. En total son 168 empresas/grupos empresariales (incluyendo filiales y participadas, se ha tomado en consideración 324 sociedades).

- **Exportaciones de los productores eólicos de electricidad**

Se ha recopilado información publicada por ICEX España Exportación e Inversiones de las exportaciones de equipos característicos del sector.

En concreto se recoge información de las exportaciones de las siguientes referencias (códigos TARIC): 730820, 850164, 850231, 850300 y 84129080.

Esta información se contrasta con la información disponible en los estados financieros de los fabricantes de equipos y componentes, y con encuestas que realiza Deloitte a los agentes de la industria.

- **Exportaciones de las empresas de servicios complementarios**

Se ha recogido información sobre exportaciones de las empresas de servicios complementarios de la industria eólica que éstos publican en sus informes de actividad.

Esta información se contrasta con la información que recopila Deloitte con los agentes de la industria acerca de sus exportaciones.

ESTIMACIÓN DE LAS IMPORTACIONES

Deloitte realiza una encuesta para identificar los destinos de los outputs de la industria eólica y el origen de los inputs utilizados.

En las preguntas realizadas, se incluyen cuestiones referentes a los inputs utilizados para el desarrollo de la actividad y el origen de los mismos (nacional o extranjero). A partir de esta información se estiman las importaciones del sector.

Esta información se contrasta con la información contenida en los informes anuales de las empresas y la información publicada por ICEX España Exportación e Inversiones sobre las importaciones de equipos característicos del sector.

ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA INTERNA

La demanda interna se obtiene como la diferencia entre la aportación al PIB estimada por los tres métodos anteriores y la estimación de la demanda externa (diferencia entre exportaciones e importaciones).

La información de la contribución al PIB se presenta:

- Agregada, sumando la contribución de todos los agentes del sector;
- Desagregada, agrupando la información por los diferentes subsectores de la industria de acuerdo con la actividad que desarrollan: productores eólicos de electricidad⁵, fabricación de equipos y componentes, prestación de servicios y desarrollo de soluciones particulares para eólica offshore.

De esta forma, a partir de información de la contabilidad financiera de los agentes del sector, y de sus estados financieros, informes del sector y de la economía española y entrevistas y cuestionarios enviados a agentes del sector, se ha podido calcular la contribución directa de la industria eólica al Producto Interior Bruto de España, mediante los tres enfoques anteriormente descritos, identificando los diferentes componentes.

5. El cálculo de la contribución del subsector de los productores eólicos de electricidad se obtiene por inferencia estadística. Durante el análisis se recopila la producción eólica de los productores de los cuales se tiene información financiera: dicha producción se compara con la total publicada por la CNMC. Se infiere los resultados de contribución al PIB de la muestra (más del 96% de la producción) a la población total.

Por otro lado, el Producto Interior Bruto obtenido de la manera descrita anteriormente se expresa en datos corrientes. Para poder analizar la evolución en el tiempo de las diferentes magnitudes, ha sido necesario calcular el PIB real con base 2015. Para obtener los datos reales a partir de los nominales se ha utilizado el deflactor del PIB que publica, para la economía española, el Fondo Monetario Internacional.

2.2.2. EFECTO ARRASTRE DEL SECTOR EÓLICO EN EL PRODUCTO INTERIOR BRUTO DE ESPAÑA

Las distintas actividades de las empresas del Sector Eólico en España demandan productos y servicios de otras empresas. Por lo tanto, el sector tiene un impacto económico adicional de arrastre sobre el resto de sectores económicos que puede evaluarse a partir de las tablas input-output de la economía.

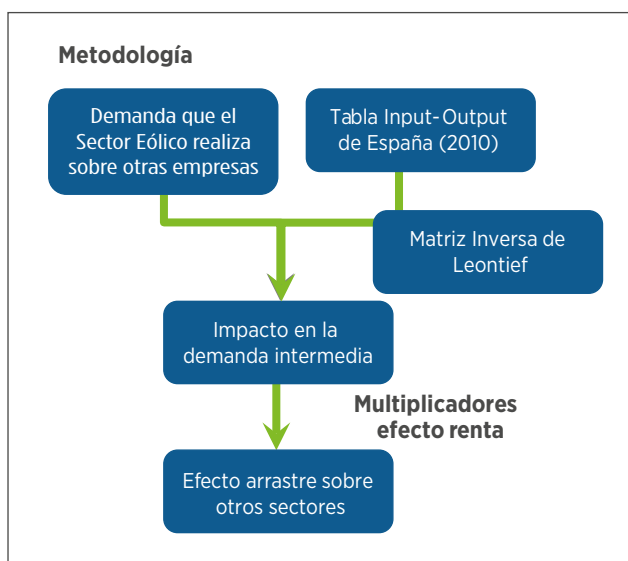
Las tablas input-output, desarrolladas por Wassily Leontief en 1936, muestran la totalidad de las operaciones de producción y distribución que tienen lugar entre los distintos sectores de la economía.

A partir de la matriz de coeficientes técnicos y de la matriz inversa de Leontief se pueden cuantificar los efectos inducidos de una rama de actividad sobre el resto de sectores de la economía.

En la actualidad, las tablas de la Contabilidad Nacional no tienen desagregado el Sector Eólico, por lo que es necesario evaluar las interrelaciones con el resto de sectores económicos. A partir de las tablas publicadas por el Instituto Nacional de Estadística y de la información recogida en unos cuestionarios específicamente completados por las empresas del sector, se ha construido un nuevo modelo de tablas en los que se desagregan los subsectores identificados con el Sector Eólico.

El método a aplicar es el siguiente:

Esquema de la metodología utilizada para evaluar el efecto arrastre del Sector Eólico



Extracto de la Tabla Input-Output de la Producción Interior para España

Ramas homogéneas - TIO Productos - TIO		Productos de la agricultura, la ganadería y la caza, y servicios relacionados con los mismos	Productos de la silvicultura y la explotación forestal, y servicios relacionados con los mismos	Pescado y otros productos de la pesca; productos de la acuicultura; servicios de apoyo a la pesca	Industrias extractivas	Productos alimenticios; bebidas
		1	2	3	4	5
Productos de la agricultura, la ganadería y la caza, y servicios relacionados con los mismos	1	1.552,6	4,9	9,2		20,6
Productos de la silvicultura y la explotación forestal, y servicios relacionados con los mismos	2	11,3	42,6		1,7	
Pescado y otros productos de la pesca; productos de la acuicultura; servicios de apoyo a la pesca	3			64,1		4
Industrias extractivas	4	0,5		2,4	44,2	
Productos alimenticios; bebidas; tabaco manufacturado	5	7.734,5	0,4	155,9	2,0	34,1
Productos textiles; prendas de vestir; artículos de cuero y calzado	6	14,1		29,8	5,0	1
Madera y corcho y productos de madera y corcho, excepto muebles; artículos de cestería y espartería	7	34,9	0,2	6,1	82,9	4
Papel y productos del papel	8	17,8		0,9	5,0	9
Servicios de impresión y de reproducción de soportes grabados	9	2,7			4,4	2
Coque y productos de refino de petróleo	10	92,1	1,4	48,1	80,3	1
Productos químicos	11	416,7	2,0	11,0	298,8	5
Productos farmacéuticos de base y sus preparados	12	278,5		3,0	0,4	

- Se identifica el origen de los suministros de bienes y servicios adquiridos en España por las empresas del Sector Eólico (información recopilada por Deloitte a través de encuestas). En estas encuestas se cuantifica la demanda de inputs de otros sectores: metalurgia, equipos electrónicos, servicios de ingeniería, etc.
- Se recopila la información de las últimas tablas input-output publicadas por el Instituto Nacional de Estadística (para 2017, las tablas de 2010): Tabla input-output de la producción interior.
- Se calcula para cada sector de actividad incluido en las tablas input-output los multiplicadores de valor añadido y de efecto renta a partir de:
 - La matriz de coeficientes técnicos. Relevancia relativa de cada rama de actividad sobre la producción total de otro subsector.
 - La matriz inversa de Leontief. Impacto indirecto de una actividad económica sobre otra; recoge el efecto multiplicador que tiene un sector en la producción intermedia de otro.
- Se aplican los multiplicadores de efecto renta y de valor añadido a los suministros de bienes y servicios adquiridos en España por las empresas del Sector Eólico para estimar el impacto por efecto arrastre en el resto de sectores económicos.

2.2.3. CONTRIBUCIÓN DEL SECTOR EÓLICO AL EMPLEO

Los estados financieros de las empresas incluyen un capítulo en el que se recoge el número de personas empleadas, identificado nivel de cualificación y sexo, así como si es personal fijo o eventual.

La suma del número de empleos de las diferentes empresas del sector permite estimar el empleo total de la industria.

2.2.4. CONTRIBUCIÓN DEL SECTOR EÓLICO AL EMPLEO POR EFECTO ARRASTRE

Las tablas input-output de la economía española permiten estimar el efecto arrastre que el Sector Eólico tiene sobre otras ramas de actividad económica en términos de valor añadido (contribución al PIB).

Por otra parte, el Instituto Nacional de Estadística publica los siguientes datos:

- El valor añadido que los diferentes sectores económicos generan
- El número de personas que cada sector de actividad emplea

El cociente de estos dos números indica la contribución en términos de valor añadido (PIB) por persona empleada.

Si para cada sector se divide el valor añadido derivado por efecto arrastre del Sector Eólico, por la contribución en términos de valor añadido por persona empleada, se obtiene el empleo inducido.

De la suma de los empleos inducidos en los diferentes sectores se obtiene el empleo derivado del efecto arrastre del Sector Eólico.

2.2.5. ESFUERZO EN I+D

Las empresas publican en sus estados financieros información sobre sus gastos en I+D. Dicha información se recoge e integra para estimar el esfuerzo del sector.

2.2.6. BALANZA FISCAL

Las empresas publican en sus estados financieros información sobre las subvenciones a la explotación que obtienen, y los tributos e impuestos sobre sociedades que pagan. Dicha información se recoge e integra para estimar la balanza fiscal del sector.

3.

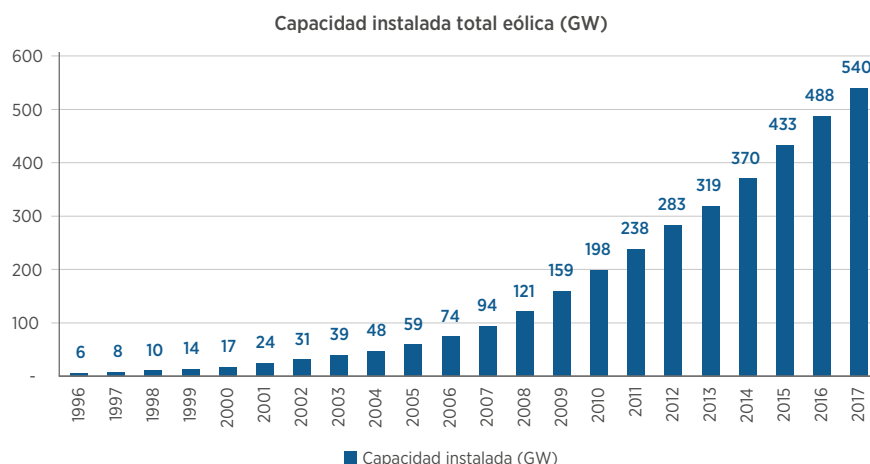
EL SECTOR EÓLICO EN LA ACTUALIDAD

3.1. LA ENERGÍA EÓLICA EN EL MUNDO

Durante los últimos años, la energía eólica ha presentado un crecimiento continuo en todo el mundo, siendo a día de hoy una de las fuentes de electricidad más competitivas. La potencia total instalada a nivel mundial ha aumentado un 347% desde 2008 hasta 2017, incrementándose de 121 GW en 2008 a 540 GW en 2017.

En los dos últimos años, los niveles de crecimiento porcentuales se han reducido ligeramente respecto a 2014 y 2015, pero se mantienen altos, en doble dígito. Específicamente, el crecimiento a nivel mundial fue del 13% en 2016 (instalándose 55 GW) y del 11% en 2017 (con 52 GW).

**Evolución de la potencia eólica instalada
(terrestre y marina) a nivel mundial (1996-2017)⁶**



Dichos niveles de crecimiento se deben principalmente a:

- La energía eólica ha visto una importante reducción de sus costes de inversión y de mantenimiento a lo largo de los años, lo cual hace que pueda competir con otras tecnologías tradicionales (por ejemplo, con ciclos combinados de generación de electricidad que utilizan gas natural).
- Las mejoras en la tecnología, derivadas del importante esfuerzo en I+D realizado por las empresas del sector (sobre todo fabricantes), entre las cuales es posible destacar:
 - Mayor fiabilidad de los equipos de generación.
 - Mejoras en los procedimientos de mantenimiento, que permiten reducir el tiempo de reparación, incrementar la producción, y disminuir este coste.

6. Fuente: Global Wind Energy Council

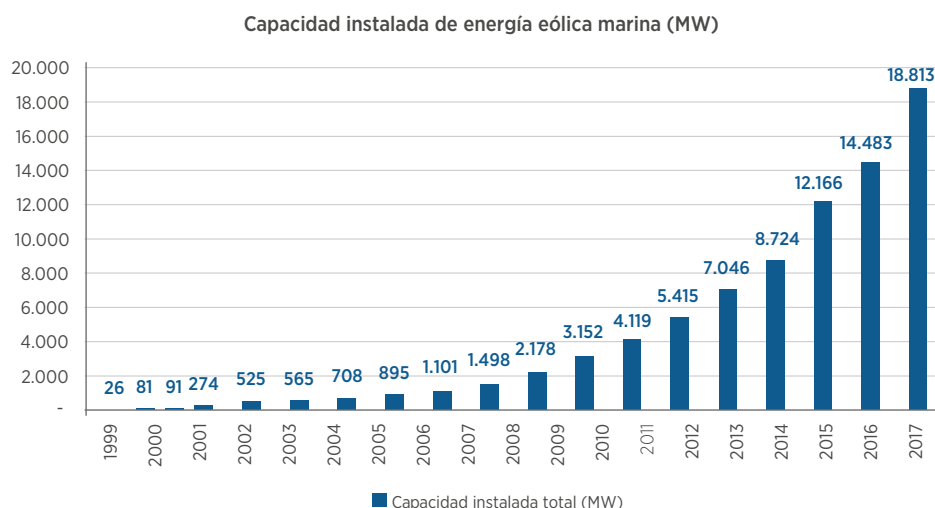
En este sentido, se están desarrollando técnicas de mantenimiento predictivo basadas en sensores cada vez más sofisticados, y sistemas de medición de diversas variables en tiempo real, como la temperatura, vibraciones, etc., que permiten estimar con gran exactitud las probabilidades de fallo.

- Uso de drones para el control remoto del estado de las turbinas, y uso intensivo de las tecnologías de la información y comunicación.
- Desarrollo de nuevas tecnologías, como las turbinas de accionamiento directo o *direct drive* que, al no requerir multiplicadora, permiten reducir costes de mantenimiento.
- Incremento constante y continuo en el tamaño y potencia de las turbinas, que permite obtener potencias mayores en la misma superficie de parque, y con inversiones inferiores.
- Mejoras en la resistencia de los equipos frente a condiciones adversas.

A nivel mundial, y aunque en términos absolutos es mucho menos relevante que la eólica terrestre tradicional, cabe destacar el **importante incremento de la energía eólica offshore**.

En particular, la potencia de energía eólica marina a nivel mundial ha aumentado un 167% entre 2013 y 2017, pasando de 7.046 MW a 18.813 MW⁷. Esta tecnología se concentra principalmente en dos países de Europa que tienen un 65% de la potencia instalada: Reino Unido con 6.836 MW y Alemania con 5.355 MW⁹.

Evolución de la potencia eólica marina instalada a nivel mundial (1999-2017)⁸



En lo que respecta a España, en 2017, el país ocupaba la segunda posición en potencia instalada acumulada en la Unión Europea, con un 14% de su capacidad, después de Alemania. A nivel mundial, se mantiene en la quinta posición, con un 4% del total, siendo superada por China (con un 35%), Estados Unidos (17%), Alemania (10%) e India (6%)⁹.

En 2017, la potencia total instalada a nivel mundial se incrementó en 52.572 MW, alcanzando los 539.581 MW. Esto supone que, en este año, la potencia se incrementó un 11%. Desde 2014, ha aumentado un 46%.

7. Fuente: Global Wind Energy Council y WindEurope.

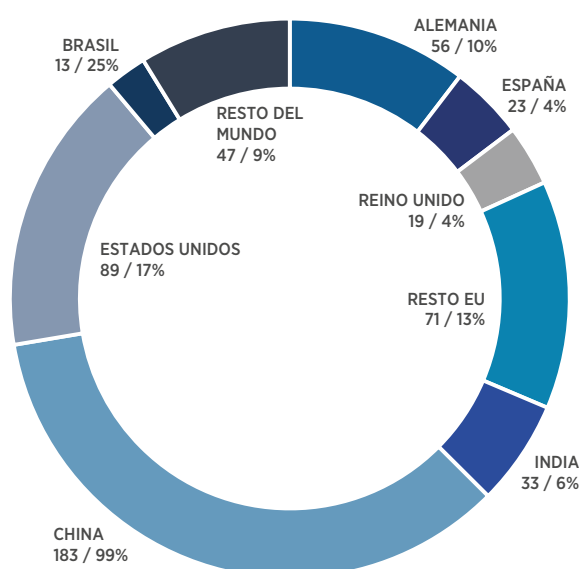
8. Fuente: Global Wind Energy Council.

9. Fuente: Global Wind Energy Council.

El protagonismo en la instalación de potencia eólica ha pasado de la Unión Europea a nuevos agentes, tales como China, India o Estados Unidos. Estos tres últimos países suponen un 58% del incremento de potencia eólica en 2017. No obstante, la Unión Europea continúa instalando potencia eólica a un ritmo relevante, destacando Alemania, con un incremento del 13% (6.581 MW nuevos), y Reino Unido, con un 8%, equivalente a 4.270 MW.

De las cifras anteriores, se muestra que el auge de nuevos mercados no supone que el tradicional mercado europeo se reduzca. Sin embargo, y pese a la gran actividad en el mercado, las exportaciones del Sector Eólico español (en importe) se han reducido un 18% durante los últimos dos años. La reducción en el mercado interior no se está compensando en igual medida con un aumento de las exportaciones, debido a que la competitividad en el mercado ha crecido, y además se observa una disminución de los costes de la tecnología eólica. Además, la capacidad unitaria de las turbinas está aumentando, de forma que con menor coste de inversión la potencia instalada es superior.

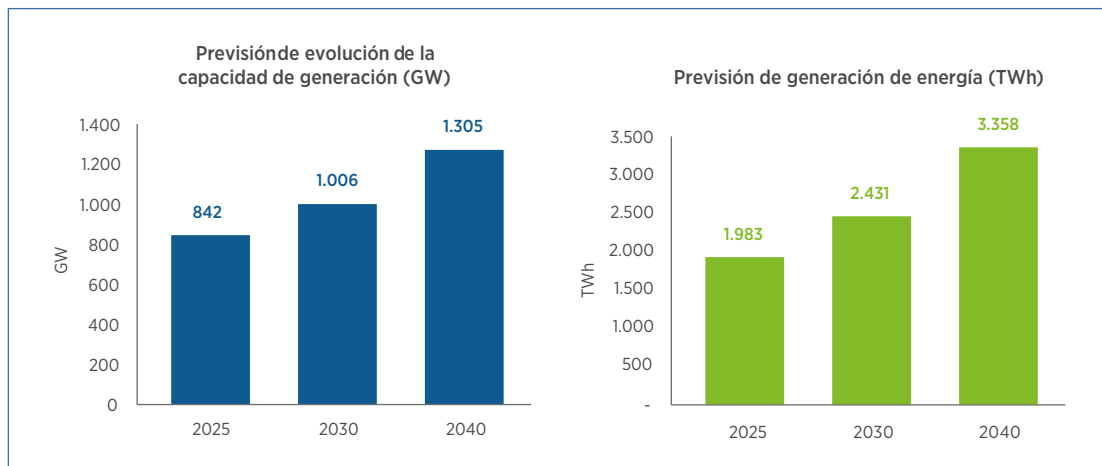
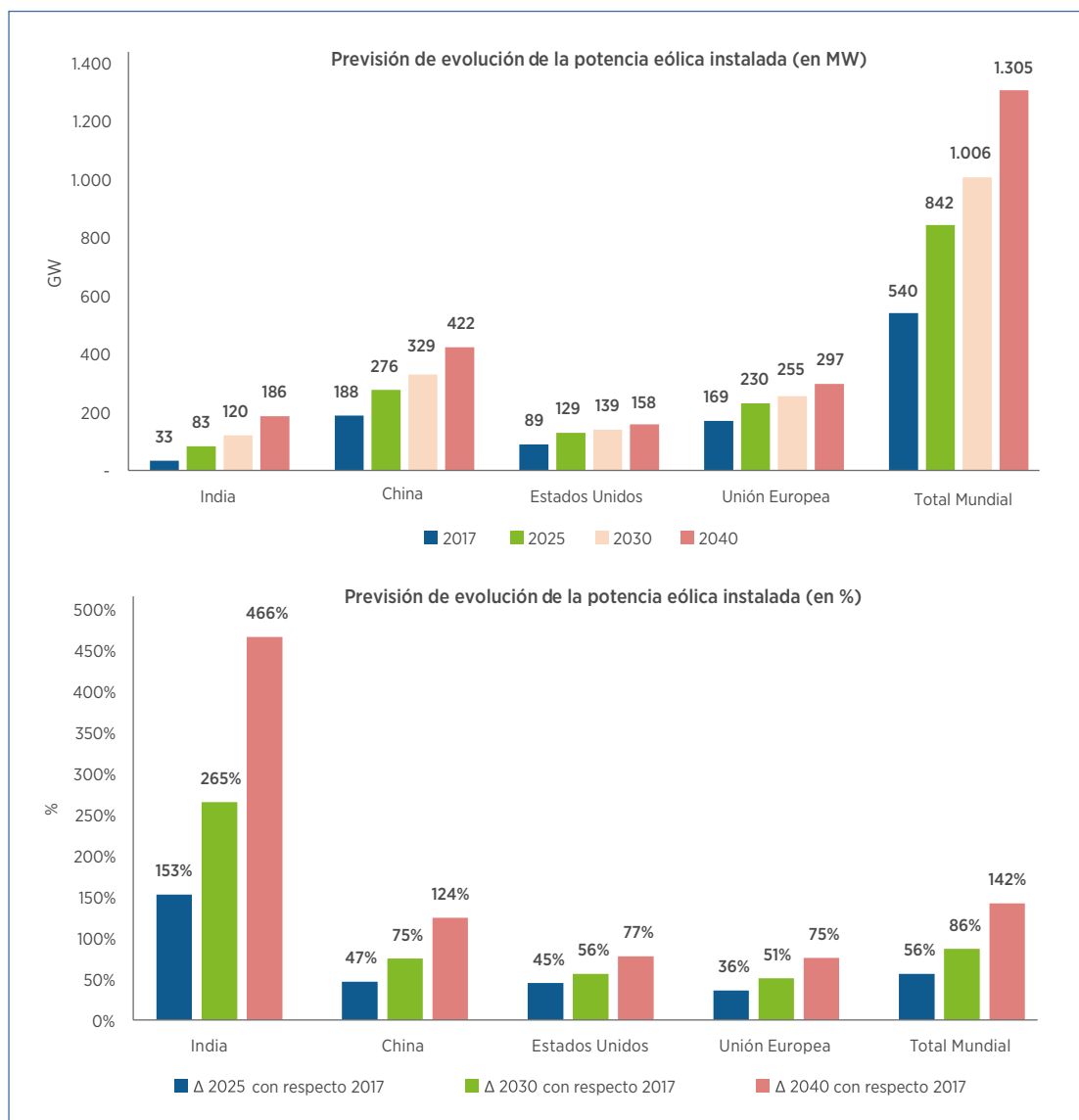
**Capacidad de generación instalada a nivel global en
GW y porcentaje con respecto al total mundial en 2017**



Por otro lado, la Agencia Internacional de la Energía (AIE), en su World Energy Outlook correspondiente a 2017, prevé incrementos muy considerables de la potencia instalada de energía eólica, **ascendiendo a 1.305 GW en 2040**, de acuerdo con el escenario más conservador (Current Policies). De esta forma:

- Se incrementaría la generación de electricidad hasta los 3.358 TWh, alcanzándose una penetración del 8% ese año.
- La **potencia instalada aumentaría en un 142%** respecto a la potencia de 540 GW en 2017, es decir, casi se triplicaría. A 2025, el incremento es de un 56%, alcanzándose 842 GW.

El escenario más favorable, el **Sustainable Development**, considera una potencia de 2.629 GW en 2040, y una generación de 6.950 TWh este año (penetración del 19%).

Evolución prevista del Sector Eólico a largo plazo¹⁰Evolución prevista de la potencia eólica a largo plazo detallada por zona¹¹

10. Fuente: World Energy Outlook 2017. Agencia Internacional de la Energía.

11. Fuentes: World Energy Outlook 2017, Current Policies Scenario. Agencia Internacional de la Energía.

La zona en la que más potencia de energía eólica se espera que se instale es China (31% del total mundial), con un incremento en la capacidad instalada de 234 GW entre 2017 y 2040. No obstante, la velocidad de crecimiento será inferior a la media global. Por otro lado, India multiplicará por más de 5 su potencia instalada, de 33 GW a 186 GW.

El aumento para la Unión Europea (UE) es más modesto, de 128 GW entre 2017 y 2040, esto es, un 17% del incremento mundial de potencia en este periodo. Esto equivale a:

- Un aumento del 75% en la potencia instalada en la UE, por debajo del aumento medio previsto a nivel global, del 142%.
- Una producción eólica de 862 TWh en 2040, que equivale al 17% de la generación de electricidad en Europa prevista ese año.
- Un cambio relevante en la estructura de generación de electricidad de la zona: hasta 2030 incluido, la energía eólica será la quinta tecnología de generación de electricidad, superada por el gas natural, carbón, nuclear e hidráulica. Se espera que en 2040 sea la segunda fuente de generación, sólo superada por el gas natural.

Un incremento tan pronunciado en la capacidad instalada a nivel mundial ofrece grandes oportunidades para la industria eólica española que, pese a los niveles bajos de potencia instalada en España durante los últimos años, sigue jugando un papel relevante a nivel internacional.

3.2. LA ENERGÍA EÓLICA EN ESPAÑA

Desde finales de la década de los 90 hasta 2011, España fue ejemplo en el desarrollo a nivel mundial de la energía eólica, como consecuencia de una regulación favorable y estable, y una retribución predecible para los promotores de parques eólicos, que les permitía recuperar la inversión y pagar los costes incurridos cada año, con una cierta rentabilidad. De esta forma, la potencia instalada pasó de los 713 MW instalados en 1998 a los 21.674 MW de 2011, con un incremento porcentual medio del 26,6% anual.

De esta manera, España se convirtió en líder de la tecnología, desarrollando un sector industrial autóctono y maduro, capaz de competir con otras compañías a nivel mundial a lo largo de todas las fases de la cadena de valor, desde la fabricación de equipos hasta la operación y el mantenimiento.

La energía eólica ha contribuido de forma decisiva a la mejora en cumplimiento de los principales objetivos de política energética que tienen tanto la Unión Europea como España:

- **La industria eólica ha permitido contribuir a los objetivos de reindustrialización de España y de la Unión Europea.** La Unión Europea está impulsando una política de incremento de la actividad del sector Industrial, con el objetivo de incrementar la participación de la industria manufacturera europea del 15% del PIB al 20% en 2020. Esta estrategia es apropiada para todos los países, no sólo para el centro y norte de Europa, y debe basarse en la investigación y desarrollo. Estos objetivos vienen reflejados en la Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones "Por un Renacimiento Industrial Europeo"¹².

12. Communication "For an European Industrial Renaissance". Bruselas, 22 de enero de 2014.

A nivel español, la Secretaría General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa han desarrollado dos programas, el Programa Fomento Competitividad Industrial y el Programa Reindustrialización, con el fin de que “la industria siga contribuyendo de manera significativa a la generación del producto interior bruto”.

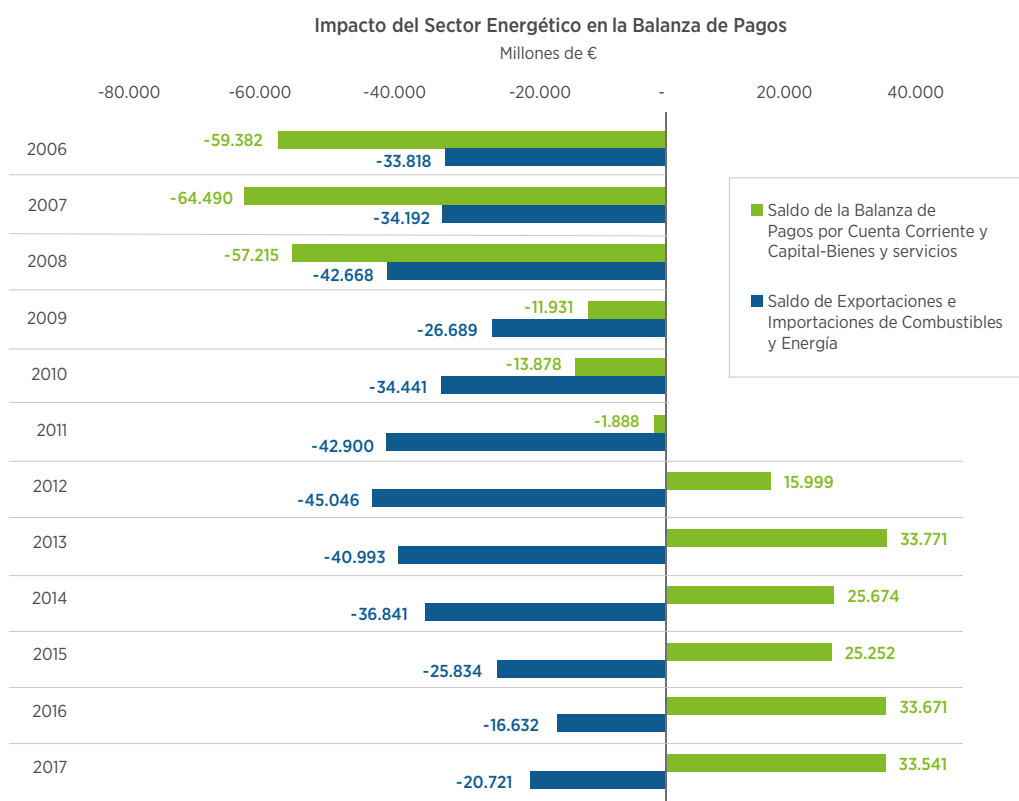
La importancia del sector de Fabricantes de equipos y componentes del Sector Eólico es grande, ya que en los últimos años ha supuesto entre el 20 y el 40% del valor añadido del Sector a la economía española. Además, destaca la importante inversión en I+D que realiza el sector.

- **Reducir la dependencia energética de España** con respecto a terceros países, y equilibrar la balanza de pagos del país mediante la reducción de las importaciones. Esto permite mitigar los efectos de problemas de disponibilidad de combustible fósil (en particular gas natural), así como las oscilaciones de precios.

La energía eólica ha permitido evitar la importación de 9,2 millones de toneladas equivalentes de petróleo en 2017, valoradas en 1.505,5 millones de €₂₀₁₅. Desde 2012, se han reducido las importaciones de combustibles fósiles en 57,1 millones de toneladas equivalentes de petróleo, lo que supone unos ahorros económicos de 11.971 millones de €₂₀₁₅.

No obstante, el efecto positivo sobre la balanza de pagos de España no se reduce a la reducción de importaciones de energía. El sector es exportador neto de bienes y servicios. En 2017, las exportaciones netas alcanzaron los 1.500 millones de €₂₀₁₅, cifra que asciende a 10.471 millones de €₂₀₁₅ para el periodo 2012-2017.

Comparativa entre el Saldo de la Balanza de Pagos por Cuenta Corriente y Capital-Bienes y servicios y el Saldo de Exportaciones e Importaciones de Combustibles y Energía¹³



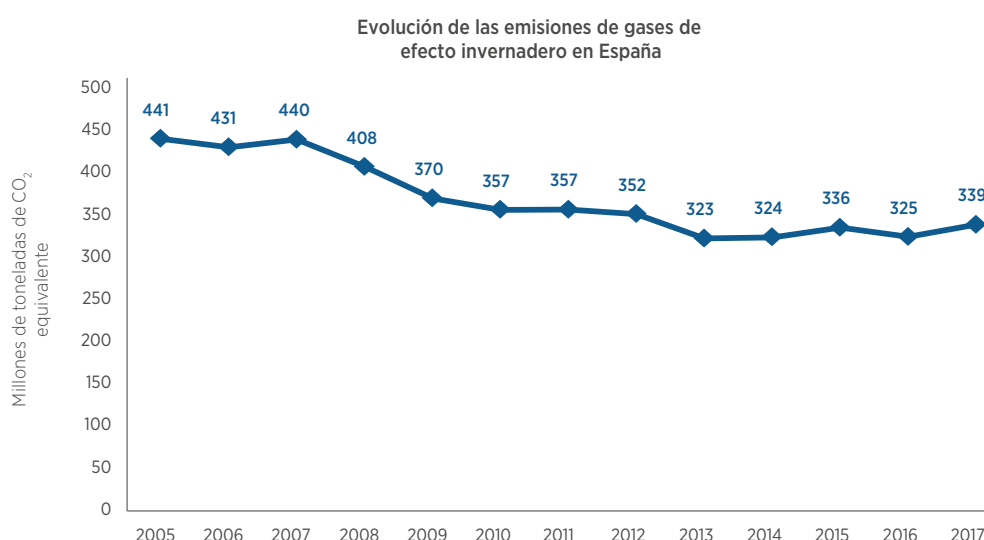
13. Fuente: Saldo de la Balanza de Pagos por Cuenta Corriente y Capital-Bienes y servicios: Banco de España. Saldo de Exportaciones e Importaciones de Combustibles y Energía: ICEX España Exportación e Inversiones.

En los dos últimos años, España ha resultado importadora de electricidad (con unas importaciones netas de 7.667 GWh en 2016 y 9.171 GWh en 2017). La energía eólica ha permitido evitar que estas cifras fueran superiores, y una mayor penetración de esta energía permitiría reducir o evitar en un futuro la necesidad de importar electricidad.

- La energía eólica, al sustituir la electricidad que se hubiera generado usando otros combustibles fósiles (principalmente gas natural en ciclos combinados), ha permitido **reducir de forma relevante las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes nocivos para la salud y el medioambiente**. La Unión Europea se ha comprometido, en el marco del Acuerdo de París, a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero en un 20% respecto a niveles de 1990 en 2020, un 40% en 2030, un 60% en 2040 y entre un 80 y un 95% en 2050.

El siguiente gráfico muestra la evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero en España durante los últimos años.

Evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero en España;
incluye todos los sectores excepto el impacto que tienen el uso de la tierra,
el cambio en el uso de la tierra y la silvicultura¹⁴



Tal y como se puede ver en el gráfico, la tendencia general de las emisiones es **descendente**, si bien en 2017 se ha producido un aumento. La **energía eólica**, al evitar el uso de combustibles fósiles para generar electricidad, **ha tenido un impacto muy relevante** en esta tendencia, y en la consecución de los objetivos de política energética.

- La **penetración de la energía eólica ha incrementado la competencia en el mercado eléctrico**, de forma que un mayor número de agentes e instalaciones ofertan su producción en este mercado, presionando los precios a la baja.

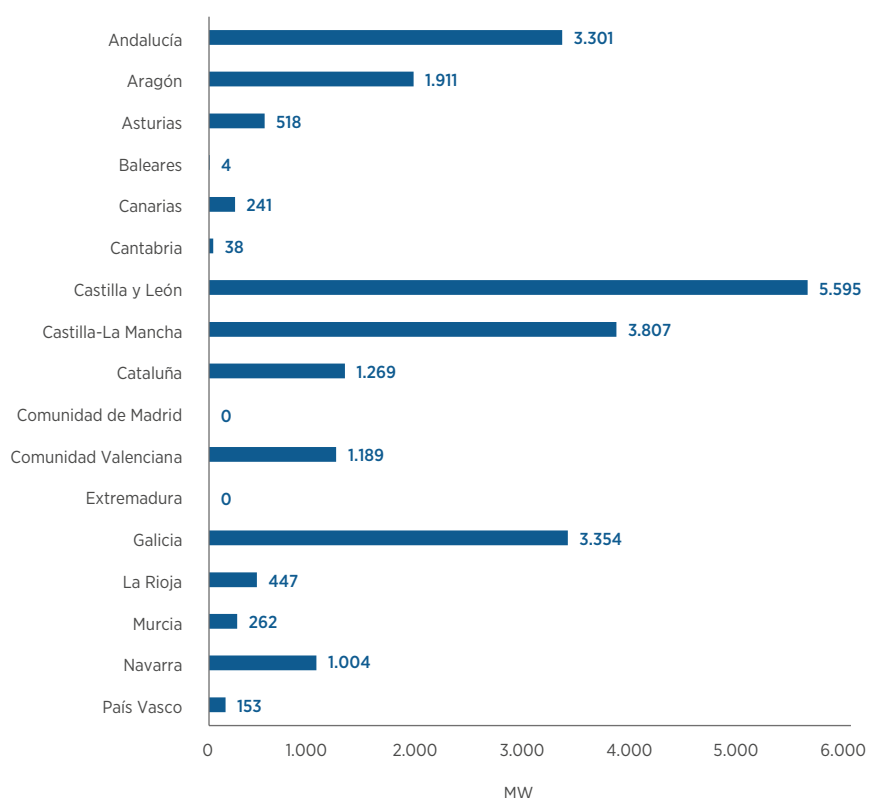
Con respecto a la evolución del Sector Eólico en los últimos años, cabe destacar que, durante los últimos 10 años, de 2008 a 2017, la potencia ha aumentado de 16.684 MW a 23.092 MW, lo que supone un aumento de un 38% en 10 años. No obstante, este crecimiento no ha sido constante:

14. Fuente: Eurostat e Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2016.

- Durante los primeros años de la serie, de 1998 a 2005, se observan crecimientos medios del 186% anual, ya que la potencia se multiplicó por 14, pasando de 713 MW en 1998 a 9.991 en 2005.
- Durante el periodo 2006-2012, la potencia anual se incrementó en 12.793 MW, lo que supuso un aumento medio anual de 1.828 MW al año.
- El incremento de potencia en el periodo 2013-2015 fue insignificante: sólo 204 MW en tres años, todos ellos derivados de la inercia del periodo anterior al cambio de modelo regulatorio.
- En los años 2016 y 2017 tampoco se produjo un incremento de potencia relevante. Durante estos dos años la potencia instalada aumentó en 104 MW.

Principalmente, la potencia existente se concentra en cinco comunidades autónomas, en las que está instalado alrededor del 80%: Castilla León, Castilla La Mancha, Galicia, Andalucía y Aragón.

Potencia eólica instalada en España en 2017 por comunidades autónomas¹⁵
(diciembre 2017)

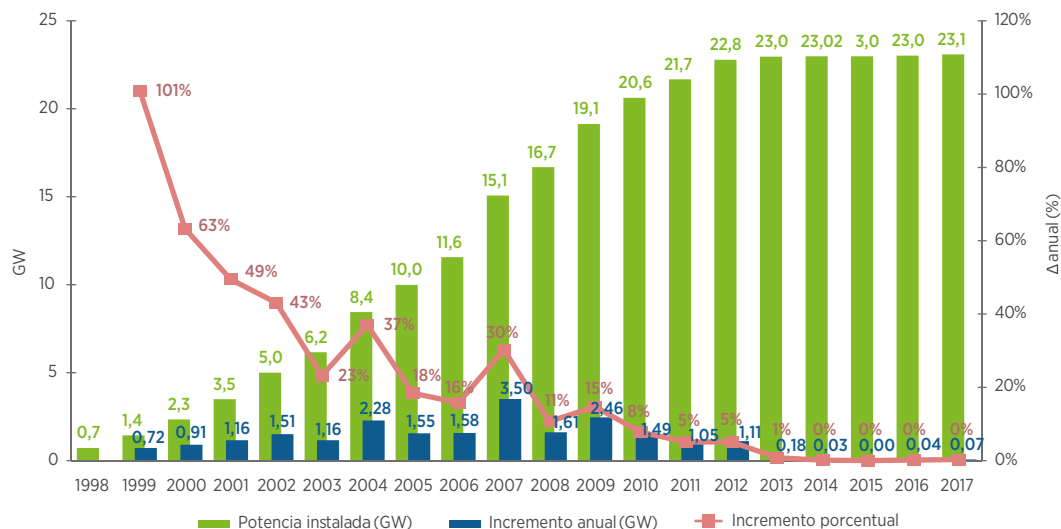


De acuerdo con la descripción anterior, la potencia eólica aumentó cada año hasta 2013 de forma relevante, pero desde entonces los incrementos han sido mínimos, de menos de un 1% anual, debido a tres razones principales:

- Las modificaciones del marco regulatorio aplicable a las energías renovables (reforma energética), que han supuesto una reducción considerable de la retribución percibida por los productores de estas energías, y lo que es más importante, incertidumbre e inestabilidad en el sector.

15. Fuente: Asociación Empresarial Eólica.

Potencia eólica instalada en España, acumulada e incremento anual (1998-2017)¹⁶



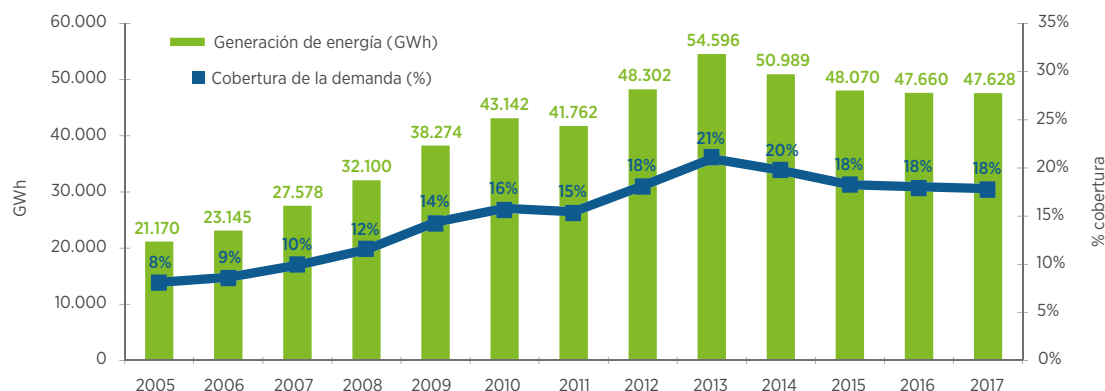
- **La reducción de la demanda de electricidad:** durante el periodo 2008-2017, la demanda de electricidad en España se redujo un 4,3%, pasando de 278,8 TWh en 2008 a 266,8 TWh en 2017.

En los últimos tres años la demanda se ha comenzado a recuperar, conforme la actividad económica en España crecía. Cabe esperar que este incremento se produzca más lentamente de lo que la economía se va recuperando, debido a la mejora de la eficiencia energética de los equipos y procesos, que supone el desacople entre el crecimiento económico y el consumo energético, que tradicionalmente aumentaban en paralelo. Esto es, se prevé una reducción de la intensidad energética de España.

- **El exceso de capacidad del Sistema Eléctrico Español:** en 2017 la potencia máxima instantánea alcanzó los 41.381 MW¹⁷, mientras que la potencia instalada era de 104.122 MW.

Cabe destacar que, pese al reducido incremento anual de potencia que se ha producido desde 2013, la generación eólica ha mantenido su importancia en el mix eléctrico de España. A lo largo del periodo 2005-2017, la generación acumulada asciende a 524 TWh. El año con la máxima generación fue 2013, en que se alcanzó una generación de 54,6 TWh. En 2017, se generaron 47,6 TWh mediante energía eólica.

Generación de energía eólica y porcentaje de cobertura de la demanda en España con energía eólica¹⁸



16. Fuente: Asociación Empresarial Eólica.

17. Fuente: Red Eléctrica de España. 19 de enero de 2017, a las 19:50.

18. Fuente: Red Eléctrica de España, Informes Anuales del Sistema Eléctrico Español.

Con respecto a la cobertura de la demanda con eólica, se ha pasado del 8% en 2005 al 18% en los últimos tres años, 2015-2017. De esta forma, en 2017 la eólica fue la segunda tecnología del mix eléctrico español, tras la nuclear. En 2013, se alcanzó el máximo nivel de cobertura, con un 21%. Ese año, uno de los de mayor disponibilidad del recurso, la generación eólica fue la primera tecnología del Sistema Eléctrico Español por primera vez en el cómputo anual, algo que ocurría por primera vez en el mundo.

3.3. REPOTENCIACIÓN Y EXTENSIÓN DE VIDA

Se denomina extensión de vida a las actividades que se realizan al acercarse el final de la vida útil de una turbina o parque eólico. Las inversiones que se llevan a cabo pueden implicar la sustitución de algunos equipos de la turbina, ya sea por equipos nuevos del mismo modelo o por modelos más modernos, o la sustitución completa de la turbina y de la torre.

La repotenciación de parques existentes puede resultar más atractiva que la búsqueda de nuevas localizaciones por varias razones:

- **Avances tecnológicos:** La tecnología eólica está evolucionando de manera constante, produciéndose aumentos de su tamaño, capacidad y rendimiento, así como capacidad de aprovechar vientos de menores velocidades. Esto implica que la sustitución de una turbina que llega al final de su vida útil permite incrementar la producción de un parque eólico ya existente.
- **Mejor aprovechamiento de una zona con buen recurso eólico:** Por lo general, los primeros parques eólicos de países con una larga experiencia en esta tecnología, como España o Alemania, se instalaron en las zonas que presentaban mejores condiciones de viento (horas equivalentes y/o velocidad). Al cabo de los años, estas turbinas, que ocupan los mejores lugares, tienen potencias y rendimientos mucho menores que los modelos más modernos. De esta manera, puede resultar más rentable repotenciar un parque antiguo antes que invertir en un nuevo parque en una zona con menor recurso eólico.
- **Incremento en los costes de mantenimiento:** Todo equipo, incluyendo las turbinas, al envejecer, presenta unos costes de mantenimiento superiores. Las averías son más graves y más frecuentes, lo cual no sólo aumenta el propio coste, sino también el lucro cesante por la electricidad que no se genera.
- **La repotenciación de un parque eólico existente es generalmente más económica que la construcción de un parque nuevo.** En primer lugar, en muchos casos se puede aprovechar parte del equipo existente, como la torre o la cimentación. Aunque el aerogenerador tuviera que ser sustituido, se dispondría de un histórico de producción, lo cual evita la necesidad de realizar estudios de recurso eólico. También es posible, en algunos casos, aprovechar los resultados del estudio de impacto ambiental, y equipos como subestaciones y cableado.
- **Reducción del impacto visual** al sustituir un mayor número de turbinas más pequeñas y con menores potencias por turbinas más avanzadas.

La vida útil de una turbina se suele estimar alrededor de los 20-25 años, aunque conforme muchos parques llegan a esas edades pueden seguir funcionando. Por ello, actualmente una vida de 30 años se considera un valor más exacto. El cableado puede tener una vida útil de 40 años, mientras que los transformadores pueden llegar a los 35 años.

Existen tres alternativas de extensión de la vida útil, dependiendo de los cambios que se realizan en la turbina, y de las posibilidades de aprovechamiento de la turbina existente:

- **Extensión de vida útil:** Se trata de la alternativa que exige una menor inversión. Consiste en **sustituir los equipos más relevantes y que tienen más necesidades de mantenimiento por equipos nuevos, del mismo modelo y potencia, o sustituir algunos elementos por tecnologías nuevas**, sin actuar sobre el resto de la turbina.

Como se ha indicado, su ventaja es el menor coste, pero puede resultar difícil estimar la vida útil restante del resto de equipos. Esto supone el riesgo de tener que reemplazar nuevas piezas en un corto plazo, resultando una inversión mayor de la prevista. También puede señalarse que, al cabo de los 20-25 años de vida útil de la turbina, puede resultar difícil encontrar un suministrador de las piezas necesarias.

La extensión de vida útil debe hacerse tras un estudio muy cuidadoso del estado del resto de partes que no se sustituyen, así como evaluar si la torre y la cimentación están en condiciones óptimas. En muchas ocasiones, las propiedades geomecánicas del suelo pueden haber cambiado, así como la regulación.

- **Repotenciación parcial o revamping:** Esta alternativa supone la **sustitución de los componentes principales de la turbina**, como palas (re-blading), multiplicadoras o la nacelle, **por las tecnologías más modernas, manteniendo la torre, la cimentación**, y algunas partes de la turbina.

La repotenciación parcial es más cara que la extensión de vida útil, pero puede suponer un incremento en la producción y fiabilidad del equipo. No obstante, no siempre es posible, ya que el tamaño y capacidad de las turbinas es mayor que cuando los parques más antiguos se instalaron, y es posible que las torres no puedan soportarlos. Al igual que en la extensión de vida útil, es necesario evaluar si la torre y la cimentación pueden usarse sin cambios, ya que las propiedades geomecánicas del suelo pueden haber cambiado.

- **Repotenciación total:** Consiste en el **desmantelamiento completo de la turbina antigua, incluyendo la torre y la cimentación, instalando una turbina totalmente nueva**. Es posible aprovechar algunos equipos como cables o subestación.

Esta alternativa es la más cara de todas, aunque puede obtener ahorros respecto a un parque eólico totalmente nuevo de un 10%. No obstante, permite aprovechar mejor los avances tecnológicos que se han producido en la energía eólica.

Por otro lado, resulta necesario elaborar modelos capaces de estimar la vida útil restante de la turbina y de sus componentes más importantes. Existen varios tipos de modelos:

- **Modelos estadísticos o basados en datos:** Permiten usar los históricos de datos tomados por los sensores de la turbina, o de muchas turbinas del parque, o del mismo modelo, y mediante modelos estadísticos estimar la vida útil restante de la turbina.
- **Modelos físicos, tales como los modelos aeroelásticos:** Se trata de modelos matemáticos, basados principalmente en el método de elementos finitos, que permiten representar la estructura de la turbina, y las fuerzas que actúan sobre ellas, sobre todo el viento. De esta forma, se pueden modelizar las fuerzas y las vibraciones, evaluando su efecto sobre la turbina.
- **Modelos híbridos:** Permiten usar modelos estadísticos y los datos recogidos por los sensores, considerando a la vez las fuerzas que actúan sobre la turbina.
- **Modelos basados en ciencia de los materiales o tribológicos:** No se basan en datos, sino que estudian la estructura molecular del material para detectar cambios en la misma que permitan prever un fallo.

La legislación española no prevé ningún incentivo específico para repotenciar parques existentes. Desde un punto de vista regulatorio, se consideraría como un parque nuevo.

El promotor debe solicitar de nuevo autorizaciones administrativas, y obtener una nueva Declaración de Impacto Ambiental.

Debe considerarse que es posible que la zona en que se encuentra el parque haya sido calificada bajo alguna figura de protección ambiental después de la puesta en marcha del primer parque, y que no resulte posible proceder a repotenciar. Asimismo, deben pedirse de nuevo permisos para conectar el parque a la red eléctrica, dado que al tener una potencia mayor puede haber problemas de congestiones.

La inexistencia de un tratamiento específico en la regulación española para la repotenciación supone que en España no resulta atractiva, de forma que suele tenderse más a la extensión de la vida útil.

En España ya se ha comenzado a realizar algunas repotenciaciones de parques existentes:

- Repotenciación del parque de Cabo Vilano (La Coruña), de Gas Natural Fenosa: En septiembre de 2016, se sustituyeron 22 molinos, en particular 20 molinos de 180 kW y 2 de 100 y 200 kW, con un total de 3,9 MW, puestos en funcionamiento en 1991 y 1992, por 2 turbinas eólicas de 3 MW de potencia unitaria, y una potencia máxima evacuable de 5,46 MW. La inversión supuso 7,6 millones de €.
- Grupo Elecnor, propietaria del parque eólico de Malpica y Ponteceso (La Coruña), invirtió 22 millones de euros en la sustitución de 69 turbinas eólicas por 7 turbinas nuevas, con una potencia de 16,5 MW capaces de producir el doble de electricidad. La potencia del parque se mantiene.
- En El Cabrito (Cádiz), se prevé renovar un parque que consta de 90 aerogeneradores de 330 kW de potencia unitaria, y que suman 29,7 MW, puesto en marcha en 1993. El nuevo parque tendrá una potencia de 36 MW, constando de 9 turbinas de 3 MW y 6 de 1,5 MW.

4.

EL SECTOR EÓLICO A LO LARGO DE LA CADENA DE VALOR

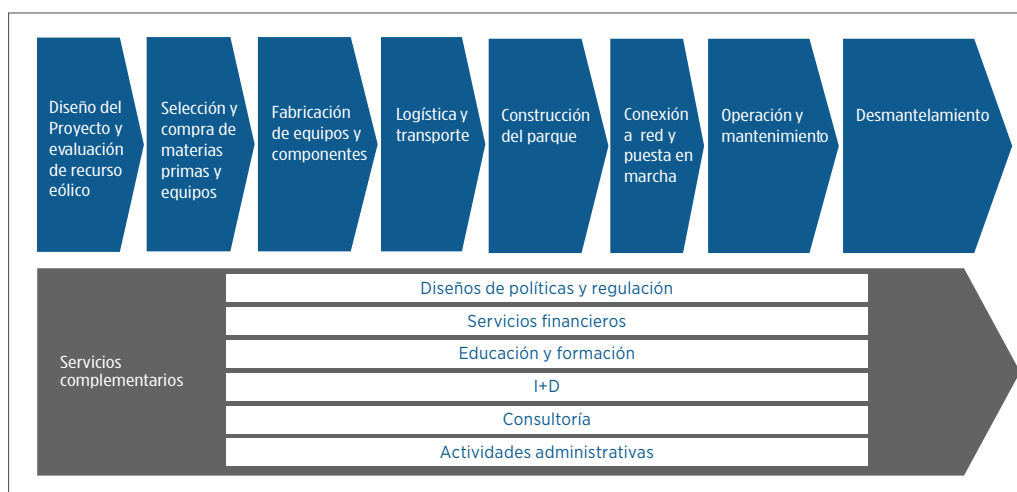
4.1. LA CADENA DE VALOR DEL SECTOR EÓLICO

La cadena de valor muestra las actividades y tareas que se desarrollan a lo largo de la vida útil de un parque eólico.

Las actividades son las siguientes:

- **Diseño del Proyecto y evaluación de recurso eólico:** Actividades de planificación del proyecto hasta tener su diseño completo, incluyendo la selección del lugar donde se instala el parque, estudios de recurso eólico y de factibilidad, estudios de impacto ambiental, modelos económico-financieros y diseño de ingeniería (selección de la turbina, diseño eléctrico). También incluye la solicitud de licencias, obtención de PPAs si aplica, negociación de la financiación, contratos de seguros, compra o alquiler de los terrenos, etc.
- **Selección y compra de materias primas y equipos:** En base al diseño de ingeniería, se procede a escoger materiales y equipos que cumplan con las especificaciones, y se contacta con los proveedores para firmar los contratos de suministro. También se evalúan las necesidades de vías de transporte para recibir equipos y materia prima.
- **Fabricación de equipos y componentes:** Incluye la fabricación de todos los componentes de un parque eólico, no solamente la turbina, sino la torre, cimentaciones, cableado, transformadores y otros.
- **Logística y transporte:** Selección de la forma de transportar los equipos y materiales desde la fábrica hasta el parque eólico. Esta fase puede ser muy relevante, dado el tamaño de algunos equipos, como las palas o la torre.

Cadena de valor del Sector Eólico



- **Construcción del parque:** Se trata de la obra civil necesaria para instalar las turbinas en el terreno, la construcción si es necesario de infraestructuras de acceso y la propia instalación de las turbinas y torres.
- **Conexión a red y puesta en marcha:** Una vez las turbinas han sido instaladas, debe procederse a comprobar que todas las conexiones funcionan correctamente y se conecta a la red.
- **Operación y mantenimiento:** La operación propiamente dicha consiste en la monitorización de la generación eléctrica del parque, y la vigilancia del correcto funcionamiento del mismo, así como el cumplimiento de la legislación vigente y los procesos de venta de energía a la red. El mantenimiento incluye actividades correctivas, preventivas y predictivas.
- **Desmantelamiento:** Una vez la vida útil del parque termina, puede repotenciarse, o bien desmantelarse. En este caso, debe determinarse las partes que pueden reciclarse, o que deben enviarse a vertedero, así como las tareas de restauración del terreno.
- En la cadena de valor se incluyen también **servicios complementarios** que, si bien no son propios directamente del Sector Eólico, son imprescindibles para desarrollar su actividad. Estos servicios son los Servicios financieros, Diseño de políticas y regulación, Educación y formación, I+D, Consultoría y Actividades administrativas.

A continuación, se incluye una tabla con una estimación de los materiales que se necesitan para la construcción de una turbina eólica tipo de 3 MW. En la tabla, los componentes comunes a más de una turbina, como los transformadores, están repartidos suponiendo un parque de 50 MW.

**Resumen de la estimación de los materiales necesarios
para producir una turbina eólica tipo¹⁹**

Componente de la turbina	Hormigón pretensado	Acero y hierro	Aluminio	Cobre	Fibra de vidrio	Polímeros	Electrónica	Lubricantes y refrigerantes	Pintura	Peso total (toneladas, para una turbina eólica terrestre)
Rotor	0	16	0	0	20		0	0	1	80
Buje	0	15	0	0	0					15
Palas (cada una)	0	1	0	0	20				1	22
Nacelle	0	60	4	5	1	0	1	0		71
Multiplicadora	0	23	0	0	0				0	23
Generador	0	6	0	3	0		1	0		10
Cubierta, ejes, sistemas de control y eléctrico, etc.	0	32	3	2	1					39
Torre	4	176	0	0	0				1	180
Cimentación	457	74								530
Cables			3	1	0	7				11
Transformadores		1		0				0		1

De acuerdo con la tabla anterior, el componente más pesado es la torre, que alcanza las 180 toneladas. La torre está fabricada sobre todo de acero, constando por lo general de tres o cuatro secciones tubulares. En eólica terrestre es común utilizar también torres de cemento.

19. Fuente: Basado en IRENA (2017), Renewable energy benefits: Leveraging local capacity for onshore wind, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, y elaborado con la colaboración de Deloitte.

Por su parte, en el rotor la parte principal son las palas. Estos equipos, que para una turbina terrestre miden unos 50 metros y pesan unas 7 toneladas cada una, están fabricadas mayormente de fibra de vidrio, con el núcleo hueco. Existen algunos modelos de madera y de aluminio. El buje, por su parte, se fabrica de acero.

En lo que respecta al *nacelle*, que es la parte más pesada después de la propia torre, contiene una gran cantidad de equipos, por lo que es difícil generalizar. Globalmente, el material más común es el acero, que supone el material con el que se fabrica uno de los equipos más complejos, la multiplicadora. En la cubierta, ejes y sistemas adicionales, el aluminio y la fibra de vidrio tienen cierta importancia. Por último, en el generador, el cobre usado como conductor eléctrico es esencial.

La información anterior se refiere a las turbinas que contienen multiplicadora, que son las más corrientes. La multiplicadora es el elemento más complejo de la turbina, y su función es incrementar la velocidad de giro de las palas (5-20 rpm) a la velocidad que necesita el generador para producir electricidad (1.000-1.800 rpm). No obstante, tiene el inconveniente de que es muy cara y compleja, siendo la pieza de mantenimiento más difícil de la turbina.

Por esta razón, se han desarrollado las turbinas de accionamiento directo (o *direct drive*). Esta tecnología no necesita multiplicadora, ya que utilizan imanes de gran potencia para aumentar la frecuencia y potencia del generador sin necesidad de que éste gire más rápido que las palas. Al principio, se usaba un mayor número de imanes, pero actualmente se tiende a usar imanes permanentes, compuestos de tierras raras (neodimio, praseodimio), que permiten reducir el peso de los imanes, así como las necesidades de mantenimiento. No obstante, como las tierras raras son escasas y caras, esta tecnología se usa generalmente en eólica marina, o en eólica terrestre a la que sea difícil acceder para su mantenimiento.

A continuación, se incluye una tabla con los principales equipos necesarios para fabricar un aerogenerador: la nacelle, las palas y la torre:

Resumen de la estimación de los equipos necesarios para producir una turbina eólica tipo²⁰

EQUIPOS NECESARIOS PARA PRODUCIR TURBINAS EÓLICAS		
Nacelle	Palas	Torre
Aparatos elevadores	Máquina de moldeo en vacío	Grúas de gran capacidad
Equipos de soldadura	Moldeo con transferencia de resinas- Máquina LITE	Máquina de laminación
Equipos de granallado	Máquina de moldeo por infusión en vacío	Máquina de soldadura (diferentes tecnologías dependiendo del proceso)
Equipo de pulido	Máquina de moldeo abierto (infusión y pulverización)	Equipos de granallado
Línea de pintura automática	Máquina de moldeo líquido de materiales compuestos	Equipo de manipulación de material
Banco de ensayos	Revestimiento en molde	Línea de pintura automática
	Encolado y ensamblaje	Equipos de inspección no intrusiva
	Máquinas de fabricación de materiales compuestos	
	Sistema de chorros de agua dirigidos mediante robot	
	Línea de pintura automática	
	Acabado superficial mediante pintura o gel	

Por otro lado, la siguiente tabla incorpora una estimación del empleo generado durante la vida útil de un parque eólico terrestre tipo de 50 MW. El empleo se expresa en días-hombre²¹.

20. Fuente: Basado en IRENA (2017), Renewable energy benefits: Leveraging local capacity for onshore wind, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, y elaborado con la colaboración de Deloitte.

21. Días-hombre o empleos.día es una forma de medir el empleo generado, y se refiere a 1 profesional trabajando 1 día.

**Estimación del empleo generado por cada tarea de la cadena de valor
de un parque eólico terrestre tipo de 50 MW²²**

Actividad de la cadena de valor	Tarea	Nº de empleos.día para un parque de 50 MW
1. Diseño del Proyecto y evaluación de recurso eólico	1.1. Selección de lugar para instalar el parque	290
	1.2. Estudios de factibilidad, de recurso eólico, impacto ambiental	210
	1.3. Desarrollo de proyecto: licencias, obtención de PPAs, financiación	1.780
	1.4. Diseño de ingeniería	300
2. Fabricación de equipos y componentes	2.1. Fabricación del nacelle	9.375
	2.2. Fabricación de las palas	4.565
	2.3. Fabricación de la torre	4.532
	2.4. Fabricación de los equipos de control y monitorización	495
3. Transporte	3.1. Transporte	875
4. Construcción del parque	4.1. Preparación del terreno y obra civil	16.600
	4.2. Instalación de las turbinas y torres	10.200
5. Conexión a red y puesta en marcha	5.1. Cableado y conexión a red	6.380
	5.2. Puesta en marcha	1.300
6. Operación y mantenimiento	6.1. Operación	1.770
	6.2. Mantenimiento	895
7. Desmantelamiento	7.1. Elaboración del plan de desmantelamiento	80
	7.2. Desmantelamiento	6.220
	7.3. Reciclaje o envío a vertedero de residuos	900
	7.4. Restauración del terreno	1.220
Total		68.205

La tabla anterior permite observar que las tareas que suponen una mayor generación de empleo son las relacionadas con la construcción del parque y la fabricación de equipos y componentes.

Por otro lado, el desmantelamiento (o en su caso, la repotenciación del parque), es una actividad intensiva en empleo.

En las siguientes tablas, se incluye la desagregación del empleo generado en cada actividad y tarea de la cadena de valor de un parque eólico, por su cualificación.

Empleo generado por el Diseño del Proyecto y evaluación de recurso eólico en un parque de 50 MW

DISEÑO DEL PROYECTO Y EVALUACIÓN DE RECURSO EÓLICO. NÚMERO DE DÍAS-HOMBRE NECESARIOS PARA UN PARQUE DE 50 MW					
Cualificación de los recursos humanos	Selección de un lugar para instalar el parque	Estudios de factibilidad, de recurso eólico, impacto ambiental	Desarrollo de proyecto: licencias, obtención de PPAs, financiación	Diseño de ingeniería	Total
Expertos en regulación energética y expertos fiscales y en mercados inmobiliarios	140	60	720	100	1.020
Analistas financieros	0	30	700	0	730
Expertos en logística	0	0	360	0	360
Ingenieros de energía, eléctricos, civiles y mecánicos	50	90	0	150	290
Expertos medioambientales	50	30	0	0	80
Expertos en seguridad y salud en el trabajo	0	0	0	50	50
Geotécnicos	50	0	0	0	50
Total	290	210	1.780	300	2.580

²². En esta tabla y en las siguientes en que se estima el empleo generado por la cadena de valor del Sector Eólico, debe destacarse que no todos los empleos se generan en el mismo país, sino que corresponderán al país en el que se realice la actividad o tarea.

El Diseño del Proyecto y evaluación del recurso eólico requiere aproximadamente 2.580 días-hombre. La mayoría de este trabajo se emplea en el Desarrollo del proyecto (aproximadamente un 70%). Por otro lado, el tipo de profesionales más comunes son expertos en regulación energética y expertos fiscales. En la fase de Diseño de ingeniería toman importancia los ingenieros especializados en diferentes campos.

La siguiente tabla muestra el mismo análisis para la actividad de Fabricación de equipos y componentes.

Empleo generado por la Fabricación de equipos y componentes en un parque de 50 MW

FABRICACIÓN DE EQUIPOS Y COMPONENTES. NÚMERO DE DÍAS-HOMBRE NECESARIOS PARA UN PARQUE DE 50 MW					
Cualificación de los recursos humanos	Fabricación del nacelle	Fabricación de las palas	Fabricación de la torre	Fabricación de los equipos de control y monitorización	Total
Trabajadores de fábrica	5.890	3.400	2.850	300	12.440
Expertos en seguridad y salud en el trabajo	620	125	300	30	1.075
Expertos en logística	620	125	300	15	1.060
Expertos en control de calidad	620	125	300	15	1.060
Expertos en ventas y marketing	480	290	230	45	1.045
Ingenieros industriales	480	277	232	15	1.004
Personal administrativo	480	113	230	45	868
Directivos	185	110	90	0	385
Ingenieros de telecomunicaciones e informáticos	0	0	0	15	15
Expertos en regulación y estandarización	0	0	0	15	15
Total	9.375	4.565	4.532	495	18.967

Aproximadamente, se necesitan 19.000 días-hombre para fabricar los equipos necesarios para un parque de 50 MW. La nacelle y sus componentes es la pieza que necesita más esfuerzo, abarcando prácticamente la mitad. Por otro lado, las palas y la torre requieren, aproximadamente, un 24% del empleo. El perfil profesional más común es el de los trabajadores de fábrica, de baja a media cualificación.

A continuación, se muestra la desagregación de empleo para la actividad de Transporte.

Empleo generado por el Transporte en un parque de 50 MW

TRANSPORTE. NÚMERO DE DÍAS-HOMBRE NECESARIOS PARA UN PARQUE DE 50 MW	
Cualificación de los recursos humanos	Transporte
Conductores de camiones y operadores de grúa	621
Personal administrativo	123
Expertos en logística	53
Expertos en regulación	53
Personal técnico para supervisar la carga y descarga	26
Total	875

Casi un 70% del empleo que se genera en esta actividad se corresponde a los conductores de camión y los operadores de grúa, siendo el resto personal de apoyo a esta actividad.

La siguiente tabla presenta la desagregación de empleo para la actividad de Construcción del parque.

Empleo generado por la Construcción de un parque de 50 MW

CONSTRUCCIÓN DEL PARQUE. NÚMERO DE DÍAS-HOMBRE NECESARIOS PARA UN PARQUE DE 50 MW			
Cualificación de los recursos humanos	Preparación del terreno y obra civil	Instalación de las turbinas y torres	Total
Trabajadores de la construcción y personal técnico	13.600	6.000	19.600
Conductores de camiones y operadores de grúa	0	3.000	3.000
Ingenieros y capataces	1.320	600	1.920
Expertos en seguridad y salud en el trabajo	720	600	1.320
Expertos medioambientales	720	0	720
Expertos en logística	240	0	240
Total	16.600	10.200	26.800

De acuerdo con la tabla anterior, la construcción e instalación de las turbinas lleva alrededor de 26.800 días-hombre, y puede llevar entre 12 y 20 meses. La actividad más intensiva en esfuerzo es la Preparación del terreno y obra civil. Casi tres cuartas partes del empleo generado son trabajadores de la construcción y personal técnico.

Empleo generado por la Conexión a red y puesta en marcha de un parque de 50 MW

CONEXIÓN A RED Y PUESTA EN MARCHA. NÚMERO DE DÍAS-HOMBRE NECESARIOS PARA UN PARQUE DE 50 MW			
Cualificación de los recursos humanos	Conexión a red	Puesta en marcha	Total
Trabajadores de la construcción y personal técnico	6.000	1.000	7.000
Expertos en seguridad y salud	100	100	200
Ingenieros eléctricos y mecánicos	180	200	380
Expertos en control de calidad	100	0	100
Total	6.380	1.300	7.680

Para la Conexión a red y puesta en marcha del parque, el empleo más demandado son también profesionales de la construcción y personal técnico, que no requieren mucha especialización.

La siguiente tabla muestra la desagregación de empleo necesario para operar y mantener un parque eólico de 50 MW, expresado en días-hombre al año. Se supone una vida útil de 20-25 años para el parque.

Empleo generado por la Operación y mantenimiento de un parque de 50 MW (por año)

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO. NÚMERO DE DÍAS-HOMBRE NECESARIOS PARA UN PARQUE DE 50 MW			
Cualificación de los recursos humanos	Operación	Mantenimiento	Total
Operadores	1.100	0	1.100
Ingenieros de telecomunicaciones	220	150	370
Ingenieros industriales	125	225	350
Trabajadores de la construcción y personal técnico	0	370	370
Expertos en seguridad y salud	0	150	150
Personal administrativo y de contabilidad	125	0	125
Abogados y expertos en regulación de energía	80	0	80
Expertos medioambientales	80	0	80
Directivos	40	0	40
Total	1.770	895	2.665

Se requiere personal muy especializado en la operación de parques eólicos durante la fase de operación y mantenimiento. Del total de casi 2.700 días-hombre necesarios para esta fase cada año, más de 1.000 son operadores del parque. También se necesita el trabajo de ingenieros industriales y de telecomunicaciones para garantizar el buen funcionamiento del parque.

Empleo generado por la Desmantelamiento de un parque de 50 MW

DESMANTELAMIENTO					
Cualificación de los recursos humanos	Elaboración del plan de desmantelamiento	Desmantelamiento	Reciclaje o envío a vertedero de residuos	Restauración del terreno	Total
Trabajadores de la construcción y personal técnico	0	3.700	800	1.000	5.500
Conductores de camiones y operadores de grúa	0	1.800	0	0	1.800
Ingenieros mecánicos, industriales y eléctricos	30	360	0	40	430
Expertos medioambientales	25	180	40	90	335
Expertos en seguridad y salud	0	180	40	90	310
Expertos en logística	25	0	20	0	45
Total	80	6.220	900	1.220	8.420

Aproximadamente, se necesitan 8.420 días-hombre para el desmantelamiento de un parque eólico de 50 MW. La tarea que requiere más esfuerzo es la de desmontar los equipos, que supone alrededor del 77% del total. La restauración del terreno y el reciclaje o envío de los residuos al vertedero suponen, respectivamente, 1.220 y 900 días-hombre.

5.

EVOLUCIÓN DEL SECTOR EÓLICO EN ESPAÑA

Durante los años 2012-2015, el Gobierno de España procedió a realizar la reforma energética, cambiando por completo el entorno regulatorio del sector eléctrico, y en particular, del Sector Eólico.

En el Anexo II: Evolución del marco regulatorio aplicable a la energía eólica, se describe en detalle la legislación que afecta al Sector Eólico publicada desde 2012.

El nuevo marco regulatorio supone la desaparición del sistema de mercado más prima (*feed in tariff* y *feed in premium*) bajo el que se produjo el desarrollo de la eólica en España y se pasa de incentivar la generación (cuanto más se produce, más se cobra) a incentivar la potencia a instalar.

Este sistema supone que desaparece el régimen de primas, sustituido por el criterio de la rentabilidad razonable. **Todos los parques que, vendiendo la electricidad a precio de mercado, obtengan la rentabilidad considerada como razonable, no perciben incentivos.** El resto de parques reciben exclusivamente la Retribución a la Inversión (RInv) que permite que se obtenga una **rentabilidad de un máximo del 7,39% antes de impuestos en toda su vida útil regulatoria.** Para calcularla en función de la suma de los ingresos del mercado y la RInv, el regulador hace una previsión de los ingresos futuros del mercado que percibirán las instalaciones. El sistema prevé compensar en parte a las empresas en caso de desvíos en la senda de precios prevista.

Como se describirá en el siguiente apartado, las nuevas instalaciones renovables que se instalen participan en un proceso de subasta, en el que hacen ofertas por la reducción en el valor estándar de la inversión inicial. **Si estas ofertas superan un valor, no reciben retribución a la inversión.** Las órdenes en las que se regulan las subastas señalan, asimismo, la retribución a la operación que reciben las nuevas plantas.

Las consecuencias de este cambio regulatorio fueron las siguientes:

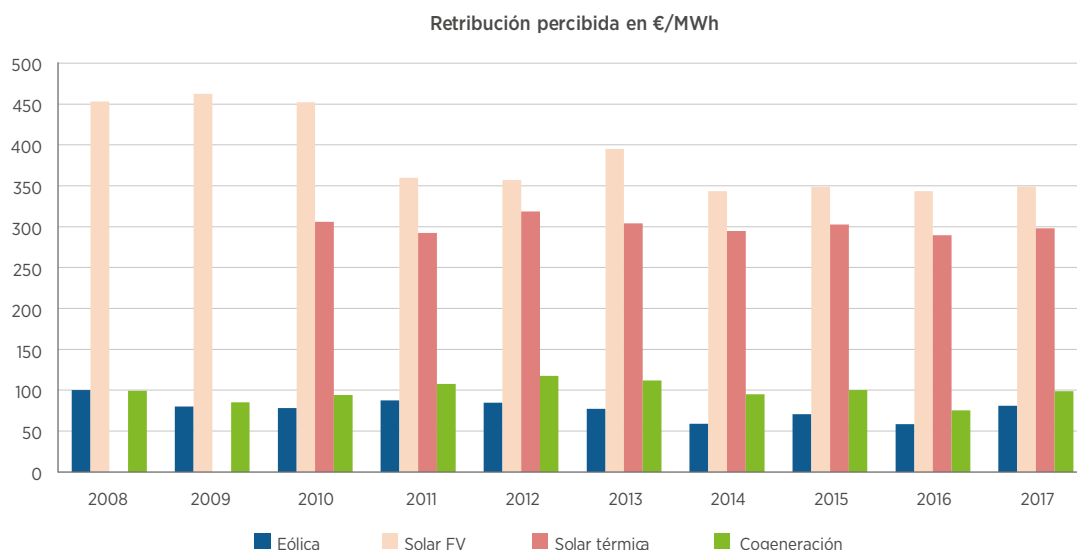
- **Los ingresos percibidos por los productores de energía eólica, desde 2013, han sufrido fuertes reducciones,** dado que la rentabilidad razonable reconocida (Obligaciones del Estado a 10 años incrementada en 300 puntos básicos), es inferior a la retribución que percibieron hasta 2013. En particular, los ingresos por MWh de electricidad vendido fueron de media de 84,70 €/MWh²³ en el periodo 2008-2013, con un mínimo de 77,16 €/MWh en 2013. En el periodo 2014-2017, sin embargo, la media ascendió a 67,30 €/MWh, con un mínimo de 58,53 €/MWh en 2016.

23. En euros corrientes.

- La reducción asciende a casi un 21% respecto a lo ingresado en el periodo 2008-2013. La eólica se encuentra entre las tecnologías más perjudicadas por la reforma energética.

El siguiente gráfico muestra la evolución en la retribución percibida por las principales tecnologías en €/MWh, para el periodo 2008-2017.

Evolución de la retribución percibida por distintas tecnologías en €/MWh



€/MWh	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Eólica	100,4	80,1	78,0	87,4	84,8	77,2	59,0	70,7	58,5	81,0
Solar FV	453,2	462,4	452,3	359,7	357,3	395,3	343,4	348,6	343,4	349,3
Solar térmica	-	-	305,8	292,5	318,4	304,0	294,7	302,5	289,5	298,2
Cogeneración	99,4	85,3	94,1	107,8	117,7	111,7	95,2	100,4	75,6	98,6

Evolución de la retribución percibida por distintas tecnologías en % para el periodo 2009-2017

% variación	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Eólica	-20%	-3%	12%	-3%	-9%	-24%	20%	-17%	38%
Solar FV	2%	-2%	-20%	-1%	11%	-13%	2%	-1%	2%
Solar térmica	0%	0%	-4%	9%	-5%	-3%	3%	-4%	3%
Cogeneración	-14%	10%	15%	9%	-5%	-15%	5%	-25%	30%

Evolución de la retribución percibida por distintas tecnologías en base 100 para el periodo 2009-2017

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Eólica	100	79,8	77,7	87,0	84,5	76,9	58,7	70,4	58,3	80,7
Solar FV	100	102,0	99,8	79,4	78,8	87,2	75,8	76,9	75,8	77,1
Solar térmica	-	-	100	95,6	91,3	88,5	90,9	86,9	89,6	89,6
Cogeneración	100	85,8	94,6	108,4	118,4	112,4	95,8	101,0	76,0	99,2

- El primer gráfico permite comprobar que **la tecnología eólica ha sido tradicionalmente una de las que menor retribución percibía, y cómo dicha retribución fue de las que más se redujo desde 2014**. Esto se observa también en la tabla, con una retribución en 2017 un 19% inferior a la de 2009, pese a unos precios del *pool* eléctrico especialmente altos ese año.
- **La volatilidad de ingresos, y su propia reducción, pueden suponer un riesgo para la financiación de estos proyectos**. En el caso de los que ya están funcionando, pueden tener dificultades para atender el servicio de la deuda. En el caso de las nuevas instalaciones, dificulta la presentación de un plan de negocio estable a las entidades financieras, lo cual puede complicar la obtención de financiación, y si se obtiene, puede ser en peores condiciones (plazo de la deuda, tipo de interés o exigencia de avales).
- El nuevo marco regulatorio establece que **los ingresos anuales de los parques eólicos dependen de los precios del mercado mayorista de la electricidad**. De esta forma, **la tecnología eólica tiene unos ingresos muy variables, ya que a la variabilidad en la energía producida** (por la dificultad de predecir el recurso eólico anual), **se añade la variabilidad en el precio**. De esta forma, la energía eólica, que tiene el efecto beneficioso para el sistema eléctrico español de contribuir de forma decisiva a la bajada de precios de electricidad, sufre esta reducción de precios en sus ingresos (esto se denomina *efecto canibal*). Esto puede suponer, a la larga, una reducción del interés y confianza para instalar mayor capacidad de generación eólica. Todo ello va condicionado por un parámetro clave, la rentabilidad razonable, el cual no debería modificarse a lo largo de la vida regulatoria, generando un rango de estabilidad en los ingresos, y aumentando la confianza para las nuevas inversiones.
- En el caso de que el precio sea inferior a lo previsto por el regulador para alcanzar la rentabilidad razonable, la compensación futura prevista en el sistema puede no ser suficiente para obtener dicha rentabilidad de referencia debido a la existencia de unos límites que lo impiden (situación de las instalaciones eólicas en 2014). En el primer subperiodo regulatorio finalizó en diciembre de 2016.

La descripción del sistema de retribución anterior se aplica a **los parques que se construyeron con anterioridad de la aparición del sistema de concurrencia competitiva o subasta de potencia**.

No obstante, **la nueva potencia eólica en España se instala, desde el Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, tras un proceso de concurrencia competitiva o subasta de potencia**, en la que se oferta potencia a instalar y reducción en el valor estándar de la inversión inicial, que se usa para determinar la retribución a la inversión que percibirá la planta.

Hasta la fecha de redacción del presente Estudio, se han celebrado tres subastas, con fechas de 14 de enero de 2016, 17 de mayo de 2017 y 26 de julio de 2017. Los procedimientos y resultados de estas subastas se presentan en el siguiente apartado.

6

LAS SUBASTAS: DISEÑO, IMPLICACIÓN Y DESARROLLO

De acuerdo con lo descrito anteriormente, la **Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico**, estableció en su artículo 14.7, que de forma excepcional, el Gobierno puede establecer regímenes retributivos específicos para fomentar la producción a partir de fuentes de energías renovables, cogeneración de alta eficiencia y residuos, cuando exista una obligación de cumplimiento de objetivos energéticos derivados de Directivas u otras normas de Derecho de la Unión Europea, o cuando su introducción suponga una reducción del coste energético y de la dependencia energética exterior.

Por otro lado, el artículo 12 del **Real Decreto 413/2014, de 6 de junio**, determina que un real decreto debe establecer las condiciones, tecnologías o colectivos de instalaciones concretas que pueden participar en mecanismos de concurrencia competitiva para recibir el régimen retributivo específico.

6.1. PRIMERA SUBASTA 14 DE ENERO DE 2016

El **Real Decreto 947/2015, de 16 de octubre**, por el que se establece una convocatoria para el otorgamiento del régimen retributivo específico a nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de biomasa en el sistema eléctrico peninsular y para instalaciones de tecnología eólica, fija las condiciones, tecnologías o colectivo de instalaciones concretas que pueden participar en las subastas, y convoca dicha subasta.

Las instalaciones que pueden optar a esta subasta son:

- Nuevas instalaciones de biomasa de los grupos b.6, b.8 o híbridas de tipo 1, siempre que no utilicen como combustibles licores negros del grupo c.2, situadas en el sistema eléctrico peninsular.
- Instalaciones del subgrupo b.2.1 nuevas o modificaciones de instalaciones existentes, es decir, instalaciones eólicas ubicadas en tierra.

De esta manera, en la primera subasta se admitían modificaciones de parques eólicos que hubieran resultado inscritos previamente con carácter definitivo en el Registro administrativo de instalaciones de producción de energía eléctrica, siempre que la modificación implicara al menos la sustitución de los aerogeneradores por otros nuevos y sin uso previo, y que la modificación no se hubiera inscrito de forma definitiva con anterioridad a la fecha del decreto.

A la subasta no se podían presentar instalaciones a las que se hubiera otorgado con anterioridad el derecho a percibir régimen económico primado o régimen retributivo específico.

Los límites de potencia a subastar fueron:

- Para instalaciones de biomasa: hasta un máximo de 200 MW.
- Para instalaciones eólicas: hasta un máximo de 500 MW.

La **Orden IET/2212/2015, de 23 de octubre**, por la 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, convocada al amparo del Real Decreto 947/2015, de 16 de octubre, y se aprueban sus parámetros retributivos, es la norma que fija las condiciones de la subasta de la potencia fijada por el Real Decreto 947/2015, de 16 de octubre.

El régimen retributivo de las instalaciones se fija en función de varios parámetros: vida útil regulatoria, valor estándar de la inversión inicial de la instalación tipo de referencia, número de horas equivalentes de funcionamiento, precio para estimar los ingresos de explotación procedentes de la venta de energía, límites superiores e inferiores del precio de mercado, factor de apuntamiento del precio usado para estimar los ingresos de explotación procedentes de la venta de energía, número de horas equivalentes de funcionamiento mínimo anual, costes de explotación, retribución a la inversión de la instalación tipo de referencia y, en su caso, retribución a la operación de la instalación tipo de referencia, valor sobre el que gira la rentabilidad razonable, costes de combustible y número de horas de funcionamiento máximo para recibir retribución a la operación.

Para las instalaciones eólicas, se estima una vida útil regulatoria de 20 años. **En la subasta, las ofertas incluían:**

- **Porcentajes de reducción del valor estándar de la inversión inicial**, para calcular la retribución a la inversión. Este porcentaje se obtiene de la subasta, y se expresa en tanto por ciento con dos decimales.
- **Potencia eólica** que se ofrecía con el porcentaje de reducción sobre el valor estándar de la inversión inicial.

La subasta se realizó mediante el **método de subasta de sobre cerrado con sistema marginal**, de forma que el porcentaje de reducción aplicable a la última oferta casada es el mismo que se aplica a todas las demás ofertas.

De esta forma, la subasta permite determinar la potencia que se adjudica a cada participante, así como los porcentajes de reducción del valor estándar de la inversión inicial que se aplican a todos los participantes a los que se adjudique potencia.

En función del resultado de la subasta, se calcula, para cada instalación tipo, el valor estándar de la inversión inicial, la retribución a la inversión y otros parámetros retributivos.

Los adjudicatarios están obligados a inscribir sus instalaciones en el Registro de régimen retributivo específico.

La entidad administradora de la subasta es OMI-Polo Español, S.A. (OMIE), mientras que la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia se encarga de supervisar el proceso.

Por otro lado, en el artículo 16, se exigía **una garantía económica** como requisito previo para la inscripción en el Registro de Régimen retributivo específico, **de 20 €/kW**.

En el Anexo de la Orden IET figuran los parámetros retributivos de las instalaciones tipo de referencia de biomasa y eólicas para 2015-2016, y provisionales para 2017, 2018, 2019 y 2020. Es importante destacar que **no se considera retribución a la operación para las instalaciones de energía eólica durante el primer semiperíodo**.

La **Resolución de 30 de noviembre del 2015, de la Secretaría de Estado de Energía**, por la que se convoca la subasta para la asignación del régimen retributivo específico a nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de biomasa situadas en el sistema eléctrico peninsular y a instalaciones de tecnología eólica, y se establecen el procedimiento y las reglas de la misma, al amparo de lo dispuesto en el Real Decreto 947/2015, de 16 de octubre, y en la Orden IET/2212/2015, de 23 de octubre, supuso la convocatoria de esta primera subasta, para un máximo de 500 MW de potencia eólica.

Esta subasta se celebró el 14 de enero de 2016, abriéndose el plazo para la recepción de ofertas a las 9:00 y cerrándose a las 11:00 de ese mismo día. Dos horas después del cierre, se publicaron los resultados.

Por otro lado, se estableció que las ofertas podían incluir tramos, con una determinada potencia y reducción del valor estándar de la inversión inicial. Cada oferta podía incluir un máximo de 40 tramos.

En las subastas, se produce un proceso de casación simple de las ofertas de compra contra la oferta de venta del sistema de cada producto. De esta forma, se determina tanto el porcentaje de reducción marginal del valor estándar de inversión, como la potencia de cada tramo y participante que es seleccionado.

La Resolución de 18 de enero de 2016, de la Dirección General de Política Energética y Minas, resolvió esta primera subasta con el siguiente resultado: para la tecnología eólica, el porcentaje de reducción del valor estándar de la inversión inicial de la instalación tipo de referencia es del 100%. Esto implica que el valor estándar de la inversión inicial es cero, y por tanto **la retribución a la inversión para el periodo 2015-2020 es cero**. Por otro lado, dado que de acuerdo con la Orden IET/2212/2015, no existe retribución a la operación, **las instalaciones eólicas a instalar no reciben ningún tipo de retribución específica**, al menos durante el primer semiperiodo regulatorio (2015-2016).

De esta forma, las instalaciones eólicas adjudicadas no recibirán ningún tipo de ayuda y sólo tendrán derecho a cobrar el precio de mercado.

Por tanto, los resultados de la primera subasta pueden resumirse en las siguientes dos tablas:

Adjudicatarios de la primera subasta de renovables (14/01/2016)

Nombre adjudicatario	Potencia adjudicada (kW)
Biomasa	
Auténtica Generación Distribuida de Castilla y León, S.L.	587
Ence Energía y Celulosa, S.A.	40.000
Forestalia Renovables y Generación I, S.L.	108.500
Municipal de Servicios Villahermosana, S.L.U.	1.000
Renova Generación de Energías Renovables, S.L.	49.913
Total biomasa	200.000
Eólica	
Consorcio Aragonés de Recursos Eólicos, S.L.	300.000
Crossfield Engineering, S.L.	40
Desarrollos Renovables del Ebro, S.L.	29
EDP Renovables España, S.L.U.	93.200
Eólica Montes de Cierzo, S.L.	1.670
Ingeniería y Planificación Sostenible, S.L.	61
Jorge Energy, S.L.	102.000
Planta Enersos III, S.L.	3.000
Total eólica	500.000

Resultados de la primera subasta de energías renovables (14/01/2016), y retribución en el primer periodo regulatorio

		Eólica	Solar fotovoltaica	Biomasa/Otras tecnologías	Total
1ª subasta: 14/01/2016	Potencia adjudicada (MW)	500	-	200	700
	Retribución específica (€/MW)	-	-	-	-

6.2. SEGUNDA SUBASTA 17 DE MAYO DE 2017

La segunda subasta de energías renovables en España está regulada por el **Real Decreto 359/2017, de 31 de marzo**, por el que se establece una convocatoria para el otorgamiento del régimen retributivo específico a nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de energías renovables en el sistema eléctrico peninsular.

Esta convocatoria considera la introducción de un máximo de 3.000 MW de nueva potencia de generación renovable para contribuir al cumplimiento del objetivo vinculante fijado por la Unión Europea de alcanzar un 20% de energía renovable sobre consumo de energía final en 2020. Se refiere exclusivamente a instalaciones situadas en el sistema eléctrico peninsular.

La asignación se realiza mediante subasta competitiva, en la que se determine el porcentaje de reducción del valor estándar de la inversión inicial y la potencia asignada a cada participante.

Es relevante destacar que, en esta nueva subasta, a diferencia de la del 14 de enero de 2016, se excluye de forma explícita a toda instalación que suponga el cierre o la reducción de potencia de otra instalación de la misma tecnología, y a instalaciones constituidas por equipos principales que no sean nuevos o se hayan usado previamente. Es decir, **sólo pueden presentarse instalaciones nuevas**, sin autorización de explotación definitiva previa ni inscritas en el Registro administrativo. **Esto excluye la posibilidad de repotenciar parques y acudir a la subasta** (sí es posible repotenciar parques eólicos yendo a precio de mercado).

La **Orden ETU/315/2017, de 6 de abril**, por la 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 fuentes de energía renovables, convocada al amparo del Real Decreto 359/2017, de 31 de marzo, y se aprueban sus parámetros retributivos, desarrolla el mecanismo de subasta del régimen retributivo específico que determinó el Real Decreto 359/2017 anteriormente descrito.

La subasta incluye una potencia máxima de 3.000 MW, y el producto a subastar es el porcentaje de reducción del valor estándar de la inversión inicial. **La subasta fue tecnológicamente neutra, es decir, abierta a todas las tecnologías renovables**. Se establecieron tres tecnologías tipo: eólica, solar fotovoltaica, y tecnologías distintas de eólica y solar fotovoltaica.

Usando el porcentaje de reducción del valor estándar de la inversión, la retribución a la inversión de la instalación tipo de referencia y el resto de parámetros retributivos, **se calcula para cada oferta el sobrecoste unitario para el sistema, con valores para 2019** (cociente entre la retribución a la inversión y el número equivalente de horas de funcionamiento). Las ofertas se ordenan de menor a mayor valor del sobrecoste unitario, independientemente de la tecnología, resultando adjudicatarias las ofertas hasta llegar al límite de potencia.

Existe un porcentaje máximo de reducción del valor estándar de la inversión para cada tecnología:

- Eólica: reducción de un 63,43%, con un valor de inversión de 438.840 €/MW.
- Solar fotovoltaica: reducción de un 51,22%, con un valor de inversión de 585.360 €/MW.
- Otras tecnologías: reducción de un 99,99%, con un valor de inversión de 200 €/MW.

El sobrecoste unitario marginal para cada instalación tipo de referencia es el mínimo entre el sobrecoste unitario marginal que casó el límite de potencia y el sobrecoste máximo para la instalación tipo de referencia en 2019, fijado en el Anexo 1 de la Orden.

La retribución a la inversión es el producto del sobrecoste unitario marginal por el número de horas equivalentes de funcionamiento, para cada instalación tipo de referencia.

La subasta es también marginal: todas las ofertas reciben el sobrecoste unitario que corresponda a la última oferta casada, adaptada a cada instalación tipo de referencia.

En el artículo 16, se exige **una garantía económica** como requisito previo para la inscripción en el Registro de Régimen retributivo específico, **de 60 €/kW, 3 veces más que en la subasta de enero de 2016.**

El funcionamiento de la subasta es, en el resto de aspectos, similar a la que se produjo el 14 de enero de 2016, encargándose de su administración OMI- Polo Español, S.A. (OMIE) y de su supervisión la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia.

La **Resolución de 10 de abril de 2017, de la Secretaría de Estado de Energía**, por la que se establecen el procedimiento y las reglas de la subasta para la asignación del régimen retributivo específico a nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, convocada al amparo de lo dispuesto en el Real Decreto 359/2017, de 31 de marzo, y en la Orden ETU/315/2017, de 6 de abril supuso la convocatoria de la segunda subasta.

La subasta se convocó en los términos descritos anteriormente, con un límite de potencia de 3.000 MW (2.000 MW iniciales con posibilidad de ampliarlos en 1.000 adicionales si los resultados de la subasta eran competitivos). Se estableció asimismo la posibilidad de presentar una única oferta para cada instalación tipo de referencia, que puede presentar uno o varios tramos, cada uno con una potencia y un porcentaje de reducción del valor estándar de la inversión inicial. Cada tramo debía tener una potencia mínima a ofertar de 1 kW y un máximo de 200.000 kW, y el número máximo de tramos es de 40.

La subasta se celebró el 17 de mayo de 2017, publicándose ese mismo día los resultados de la misma. Se resolvió con la adjudicación de los 3.000 MW de potencia, con los máximos descuentos permitidos para el valor estándar de la inversión inicial de cada instalación tipo de referencia.

La **Resolución de 19 de mayo de 2017, de la Dirección General de Política Energética y Minas**, por la que se resuelve el procedimiento de subasta para la asignación del régimen retributivo específico al amparo de lo dispuesto en el Real Decreto 359/2017, de 31 de marzo, incluye los resultados de la subasta del 17 de mayo de 2017.

Se alcanzó el porcentaje máximo de reducción del valor estándar de la inversión inicial de las instalaciones tipo de referencia: un 63,43% para la energía eólica, un 51,22% para la energía solar fotovoltaica y un 99,98% para el resto de tecnologías.

Como consecuencia, **ninguna de las tecnologías recibe retribución a la inversión en el periodo 2017-2019, y se adjudicaron los 3.000 MW, repartidos de la siguiente manera: 2.980 MW de energía eólica, 1 MW de energía solar fotovoltaica y 19 de otras tecnologías.**

El resto de parámetros retributivos de las instalaciones tipo para los años 2017-2019 son los fijados en la Orden ETU/315/2017, de 6 de abril.

Las dos tablas siguientes recogen los resultados de la subasta del 17 de mayo de 2017.

Adjudicatarios de la segunda subasta de renovables (17/05/2017)

Nombre adjudicatario	Potencia adjudicada (kW)
	Eólica
Sociedad Aragonesa Transeuropea de Energías Renovables	1.200.000
Gas Natural Fenosa Renovables	666.999
Enel Green Power España, S.L.	540.098
Energías Eólicas y Ecológicas 54, S.L.	237.500
Sistemas Energéticos Sierra de Valdefuentes, S.L.U.	206.450
Norvento, S.L.U.	128.600
Alfanar CO	3
Cobra Concesiones, S.L.	3
Energías Renovables del Bierzo, S.L.	3
Hocensa Empresa Constructora, S.A.	3
EDP Renovables España, S.L.U.	2
CEPSA Gas y Electricidad, S.A.	1
Gestamp Eólica, S.L.	1
Greenalia Power, S.L.	1
Total eólica	2.979.664
	Solar fotovoltaica
Tecnología Ingeniería y Calidad, S.L.	1.000
Gas Natural Fenosa Renovables	9
X-Elio Energy, S.L.	9
Cobra Concesiones, S.L.	7
Ildefonso-Pedro Tauste Ortiz	7
Lotapera, S.L.	4
IB Vogt GmbH	1
Total solar fotovoltaica	1.037
	Resto de tecnologías
Biogastur Generación Navia, S.L.	4.500
Consortio de Aguas Bilbao-Bizkaia	4.241
Avanzalia Energía Comercializadora, S.A.	2.900
Vertederos de Residuos, S.A.	2.500
Energía Sur de Europa, S.L.	2.126
Hibridación Termosolar Navarra	2.000
Ayuntamiento de Alfarràs	472
Agroenergía de Campillos, S.L.	300
Oms Sacede, S.A.U.	260
Total resto de tecnologías distintas de eólica y fotovoltaica	19.299

Resultados de la segunda subasta de energías renovables (17/05/2017) y retribución en el primer periodo regulatorio

		Eólica	Solar fotovoltaica	Biomasa/Otras tecnologías	Total
2ª subasta: 17/05/2017	Potencia adjudicada (MW)	2.980	1	19	3.000
	Retribución específica (€/MW)	-	-	-	-

6.3. TERCERA SUBASTA 26 DE JULIO DE 2017

La última subasta realizada hasta la fecha tuvo un marco normativo muy similar al descrito para la subasta del 17 de mayo de 2017. Se regula por el **Real Decreto 650/2017, de 16 de junio**, por el que se establece un cupo de 3.000 MW de potencia instalada, de nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables en el sistema eléctrico peninsular, al que se podrá otorgar el régimen retributivo específico.

Este Real Decreto establecía que, tras la subasta del 17 de mayo de 2017, las tecnologías eólica y fotovoltaica habían demostrado una mayor capacidad de competir con las tecnologías convencionales, debido a los precios ofrecidos. Adicionalmente, el alto volumen de ofertas que no resultó adjudicataria, demostraba que había una gran potencia susceptible de ponerse en funcionamiento. El potencial del resto de tecnologías, por otro lado, era mucho más reducido.

Por ello, **esta tercera subasta se centró en instalaciones de producción de energía eléctrica de tecnología eólica y fotovoltaica ubicadas en el sistema eléctrico peninsular.**

Se incluyó, además, la **posibilidad de aumentar el cupo de potencia establecido con la potencia de todas las ofertas que presentaran el mismo sobrecoste que la última oferta adjudicada**, siempre que el sobrecoste para el sistema sea nulo e inferior a un valor establecido en la cláusula confidencial de la resolución.

En esta nueva subasta, **también se excluyó de forma explícita la posibilidad de repotenciar parques**, ya que sólo se aceptaban instalaciones nuevas, es decir, que no tuvieran autorización de explotación definitiva previamente, ni hubieran sido inscritas en el Registro administrativo de instalaciones de producción de energía eléctrica.

La Orden ETU/615/2017, de 27 de junio, por la que se determina el procedimiento de asignación del régimen retributivo específico, los parámetros retributivos correspondientes y demás aspectos que serán de aplicación para el cupo de 3.000 MW de potencia instalada, convocado al amparo del Real Decreto 650/2017, de 16 de junio, reguló el mecanismo de la subasta del 26 de julio de 2017.

En esta Orden, se consideraba muy satisfactorio el régimen aplicado para la subasta del 17 de mayo de 2017, de forma que los parámetros retributivos de las instalaciones tipo de referencia, procedimiento de asignación y reglas de la subasta, y otros parámetros, coincidieron con los de la segunda subasta.

La Resolución de 30 de junio del 2017, de la Secretaría de Estado de Energía, por la que se convoca subasta para la asignación del régimen retributivo específico a nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, al amparo de lo dispuesto en el Real Decreto 650/2017, de 16 de junio, fijó las condiciones de la subasta.

El día 26 de julio de 2017, de 9:00 a 11:00 se celebró la nueva subasta. Se fijó una potencia de 2.000 MW a subastar, con una cláusula confidencial que permitía aumentar la potencia, con el límite de que el sobrecoste unitario sea inferior al establecido en la cláusula.

Por último, se incrementó el porcentaje máximo de reducción del valor estándar de la inversión inicial de la instalación

- Eólica: reducción de un 87,08%, con un valor de inversión de 155.040 €/MW.
- Solar fotovoltaica: reducción de un 69,88%, con un valor de inversión de 361.440 €/MW.

La Resolución de la Dirección General de Política Energética y Minas de 27 de julio del 2017, por la que se resuelve la subasta para la asignación del régimen retributivo específico, se aprueba el porcentaje de reducción del valor estándar de la inversión inicial de las instalaciones tipo de referencia para cada tecnología y se aprueban los parámetros retributivos, de aplicación al semiperiodo regulatorio 2017-2019, de las instalaciones tipo asociadas a las potencias adjudicatarias de la subasta, publicó los siguientes resultados de la subasta:

- **Se alcanzaron los porcentajes máximos de reducción del valor estándar de la inversión**, de un 87,08% para la tecnología eólica y un 69,88% para la solar fotovoltaica.

- Se adjudicaron un total de 5.137 MW, divididos en 1.129 MW de eólica y 4.009 MW de solar fotovoltaica²⁴.

La siguiente tabla recoge las potencias de energía eólica y solar fotovoltaica asignadas a cada adjudicatario en la tercera subasta:

Adjudicatarios de la segunda subasta de renovables (26/07/2017)

Nombre adjudicatario	Potencia adjudicada (kW)
	Eólica
Alfanar CO	720.000
Ibervento Infraestructuras, S.L.	171.585
Greenalia Power, S.L.	133.333
Hocensa Empresa Constructora, S.A.	49.000
Fergo Galicia Vento, S.L.	24.000
Inverolica de Abella, S.L.	14.000
Operacion y Mantenimiento de Minicentrales Hidráulicas	6.000
Boreas Tecnologia, S.L.	5.000
Grupo Empresarial Enhol, S.L.	2.500
Wind Hunter, S.L.	2.400
Total eólica	1.127.818
	Solar fotovoltaica
Cobra Concesiones, S.L.	1.550.000
X-Elio Energy, S.L.	455.000
Enel Green Power España, S.L.	338.670
Desarrollos Fotovoltaicos Meridionales	316.000
Gas Natural Fenosa Renovables	250.000
Planta FV3, S.L.	250.000
Otras Producciones de Energía Fotovoltaica, S.L.	200.000
Lotapera, S.L.	182.500
Solarpack Corporacion Tecnologica, S.L.	100.000
Grupo Tec Servicios Avanzados, S.A.	91.666
Alter Enersun, S.A.	50.000
Engie España, S.L.U.	50.000
Monegros Solar, S.A.	50.000
Gestamp Eolica, S.L.	24.000
Fres Wind Moon Systems, S.L.	23.750
Rios Renovables, S.L.U.	21.000
Operating Business 2, S.L.	20.000
Alten El Casar, S.L.	13.020
Jorge Energy, S.L.	9.400
Climaster Solar Fv, S.L.	3.911
Sinlimitsol, S.L.	2.000
Dalar Solar, S.L.U.	1.620
Lipmes, S.A.	1.500
Raiola Future, S.L.	1.500
Solar Fotovoltaica Navarra, S.L.	1.146
Jañez y Carrera, S.L.	500
Isabel Sevillano Martín	1.000
Solmayor Energias Renovables, S.L.	420
Meteo For Energy, S.L.	300
Biertec 2000, S.L.	100
Total solar fotovoltaica	4.009.003

24. De acuerdo con la Resolución de 27 de julio de 2017, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se resuelve el procedimiento de subasta para la asignación del régimen retributivo específico al amparo de lo dispuesto en el Real Decreto 650/2017, de 16 de junio, y en la Orden ETU/615/2017, de 27 de junio, la potencia solar fotovoltaica total asignada ascendía a 3.909.003 kW. No obstante, en la Resolución de 9 de mayo de 2018, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se modifica la de 27 de julio de 2017, por la que se resuelve el procedimiento de subasta para la asignación del régimen retributivo específico al amparo de lo dispuesto en el Real Decreto 650/2017, de 16 de junio, y en la Orden ETU/615/2017, de 27 de junio, se resuelve modificar los resultados de la subasta, asignando a la Entidad Solarpack Corporación Tecnológica, S.L. una potencia de solar fotovoltaica de 100.000 kW en lugar de 100 kW, por un error involuntario de la compañía al presentar la oferta en MW y no en kW. En consecuencia, la potencia final de energía solar fotovoltaica es de 4.009.003 kW.

El siguiente cuadro muestra los resultados de las tres subastas:

Resultados de las tres subastas celebradas hasta 2017

		Eólica	Solar fotovoltaica	Biomasa/Otras tecnologías	Total
1ª subasta: 14/01/2016	Potencia adjudicada (MW)	500	-	200	700
	Retribución específica (€/MW)	-	-	-	-
2ª subasta: 17/05/2017	Potencia adjudicada (MW)	2.980	1	19	3.000
	Retribución específica (€/MW)	-	-	-	-
3ª subasta: 26/07/2017	Potencia adjudicada (MW)	1.128	4.009	-	5.137
	Retribución específica (€/MW)	-	-	-	-
Total	Potencia adjudicada (MW)	4.608	4.010	219	8.837

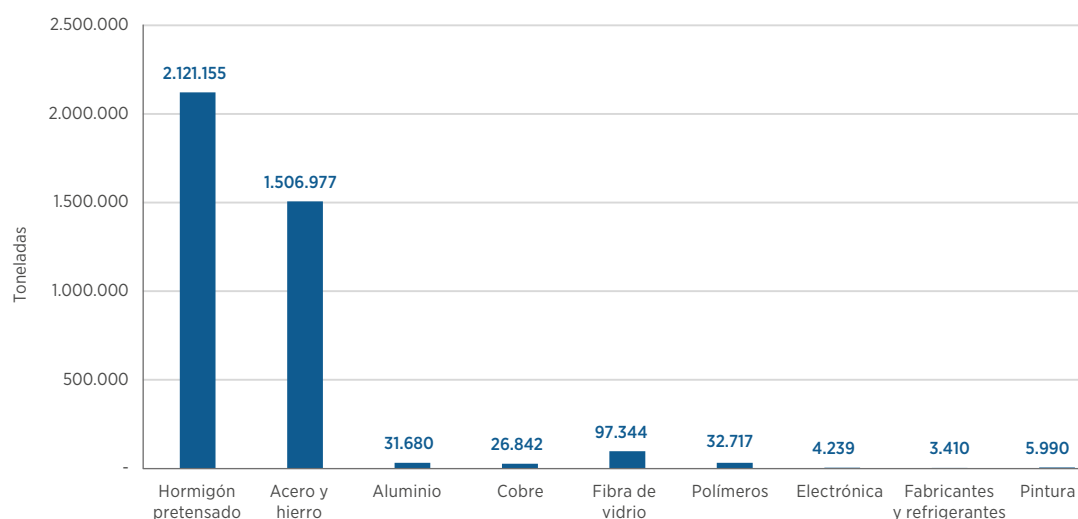
Cabe destacar, por otro lado, que se espera realizar, a lo largo de 2018, una cuarta subasta de proyectos basados en energías renovables en Islas Baleares e Islas Canarias. No obstante, por el momento no se han publicado datos sobre la misma.

6.4. ESTIMACIÓN DE LAS NECESIDADES DE MATERIALES DERIVADAS DE LAS SUBASTAS

En el gráfico siguiente se calculan los materiales necesarios para producir una turbina tipo en un parque de 50 MW junto con la parte proporcional de los cables y los transformadores que permiten verter a red la electricidad producida.

Utilizando esta información, es posible determinar el consumo de materiales para la potencia eólica que se instalará tras las subastas, que asciende a 4.608 MW.

Estimación de los materiales necesarios para instalar 4.608 MW de energía eólica



De acuerdo con el gráfico anterior, el material más usado sería el hormigón pretensado, lo cual supone incrementar la producción de cemento. Aproximadamente, el cemento necesario para construir estos parques equivale al 19% del cemento producido en España en 2016.

Por otro lado, las necesidades de acero y hierro superan los 1,5 millones de toneladas, que suponen un 11,1% de la producción total de acero bruto de España en 2016.

7

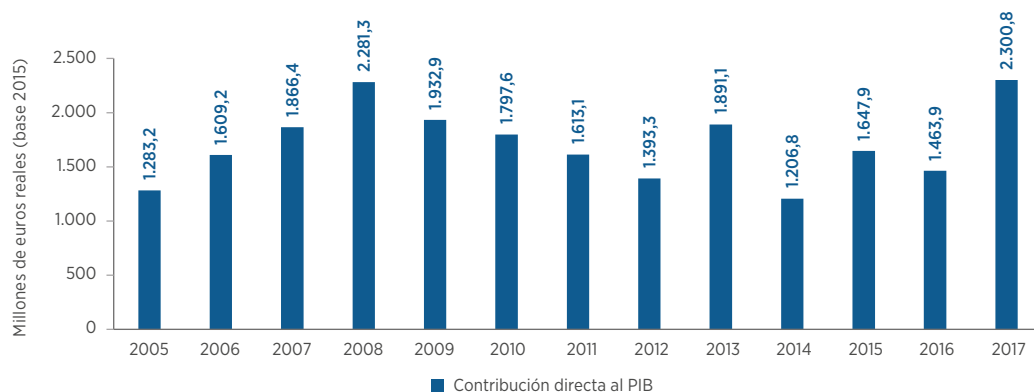
IMPACTO SOCIOECONÓMICO DEL SECTOR EÓLICO EN ESPAÑA

7.1. CONTRIBUCIÓN DIRECTA DEL SECTOR AL PRODUCTO INTERIOR BRUTO

El siguiente apartado del informe presenta los resultados del análisis de las principales variables socioeconómicas del Sector Eólico en España. Las conclusiones más importantes que se derivan de este análisis son:

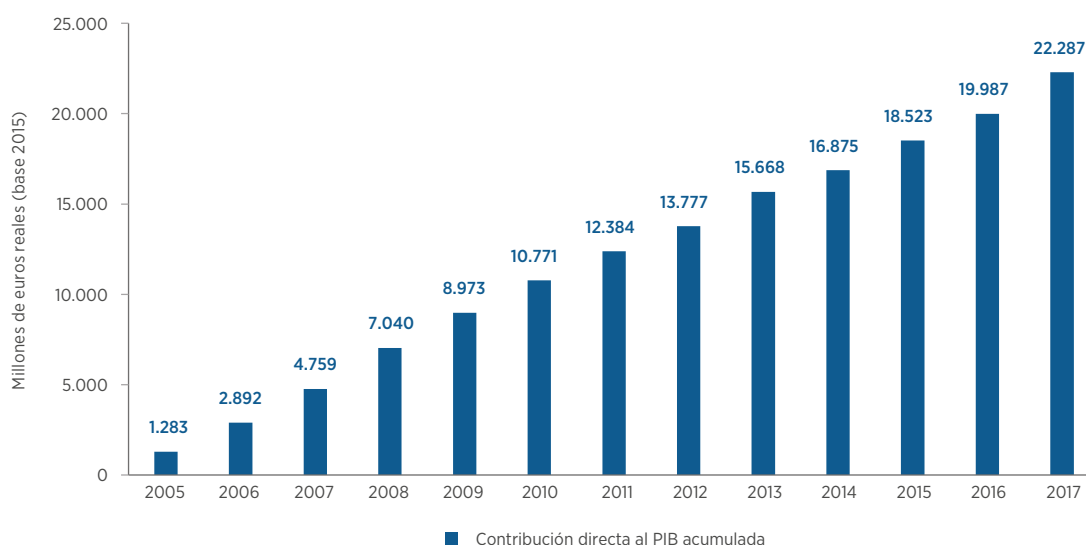
- La contribución directa del Sector Eólico al PIB de España en el año 2017 ascendió a 2.300,8 millones de euros²⁵, lo cual supone un incremento del 57% respecto a los resultados de 2016. La razón de este crecimiento tan notable se basa en el incremento en los ingresos de los Promotores/Productores eólicos en 2017, debido a los precios del *pool* de electricidad tan altos que se dieron este año (el ingreso medio por MWh de los promotores pasó de 58,53 €/MWh en 2016 a 81,01 €/MWh en 2017), debido a la baja hidráulicidad de este año. En efecto, los ingresos por venta de electricidad en 2017 ascendieron a 3.858 millones de € en 2017, frente a 2.789 en 2016. No obstante, la contribución de los Fabricantes de equipos y componentes creció solamente un 2% (de 508,9 millones en 2016 a 516,6 millones en 2017), mientras que la de las Empresas de servicios complementarios y aumentó un 33% (de 228,5 millones en 2016 a 304,6 millones en 2017). La contribución de los Fabricantes de Estructuras Offshore permaneció prácticamente igual (pasando de 35,8 millones en 2016 a 36 millones en 2017).
- La contribución directa acumulada al PIB de España del Sector Eólico durante el periodo de análisis, 2016-2017, ascendió a 3.765 millones de €₂₀₁₅. Por otro lado, si se considera la contribución directa acumulada desde 2005 a 2017, el Sector Eólico ha permitido incrementar el PIB de España en 22.287 millones de €₂₀₁₅.

Contribución directa del Sector Eólico al PIB en millones de euros constantes (base 2015)

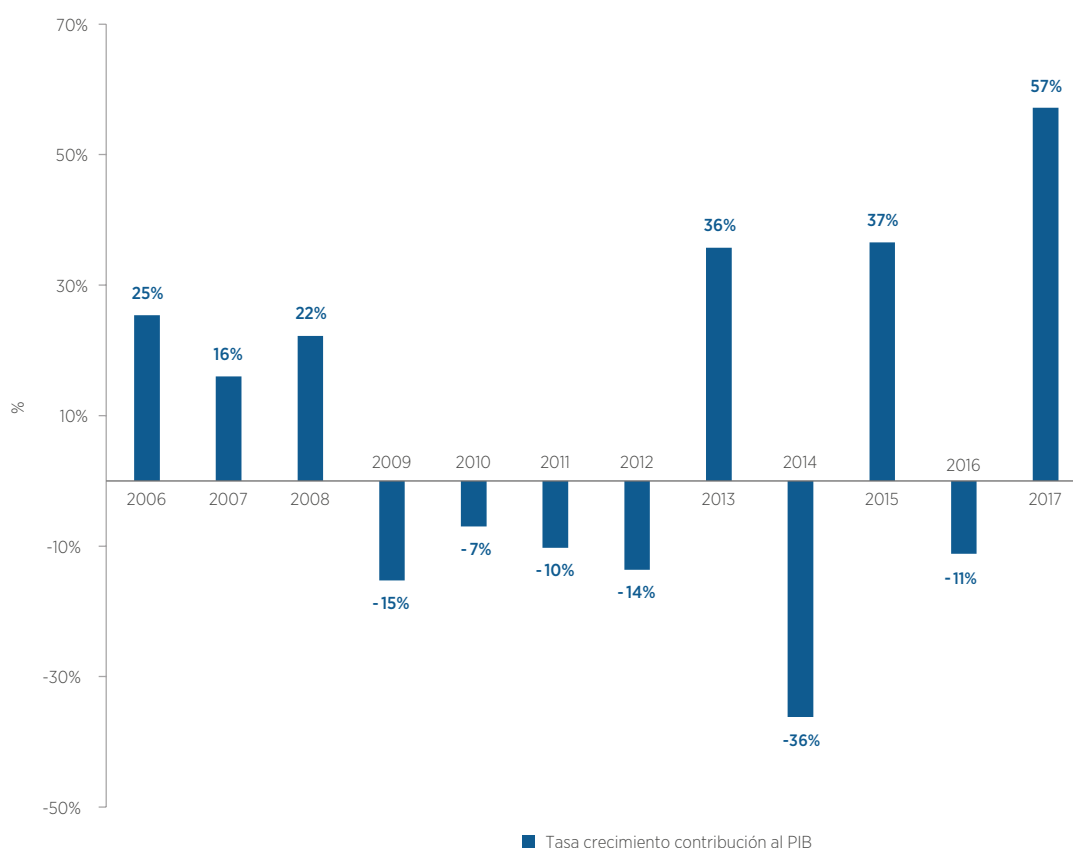


25. Euros reales en base 2015.

Contribución directa acumulada al PIB del Sector Eólico durante el periodo 2005-2017 en millones de euros constantes (base 2015)



Tasa de crecimiento de la contribución directa al PIB del Sector Eólico (2006-2017)



La contribución del Sector Eólico en España en 2016 se redujo un 11% respecto a 2015. Cabe destacar la reducción ese año de la contribución de los Promotores/productores, de un 24%, relacionado con la reducción del precio medio del *pool* de electricidad, de 50,32 €/MWh en 2015 a 39,67 €/MWh en 2016. No obstante, la contribución sectorial al PIB de Fabricantes de equipos y componentes, Empresas de servicios complementarios y Fabricantes de Estructuras Offshore subió un 5%, 3% y 28% respectivamente.

En todo caso, es destacable que la **contribución del sector al PIB ha presentado, desde 2014, una fuerte volatilidad**, debido a que los ingresos de los productores (que representaron entre un 41% en 2014 a un 63% en 2017 de la contribución directa total del sector al PIB de España) dependen del precio del *pool* eléctrico.

Los precios del *pool* de electricidad presentan grandes variaciones año tras año, puesto que dependen de las tecnologías necesarias para producir electricidad. De esta forma, la pluviosidad y el recurso eólico cada año son factores clave, puesto que de ellos depende la electricidad que pueden producir las tecnologías hidráulica y eólica, que pueden ofertar su electricidad a 0 €/MWh, y por tanto tienen un efecto reductor de los precios. En años en que la pluviosidad es menor, como 2016, los precios suben. Otros factores incluyen la demanda y problemas de disponibilidad en determinadas tecnologías (particularmente la nuclear).

- En 2016, el precio del mercado mayorista fue de 39,67 €/MWh, inferior al de 2015 (50,32 €/MWh), reduciéndose un 21%. Aunque repuntó desde abril hasta diciembre, esta reducción se debió fundamentalmente a la gran producción hidráulica y de renovables en los primeros meses, y porque la generación térmica de carbón que se utilizó presentó ofertas bajas en el *pool*. Durante la segunda mitad del año, no obstante, la producción renovable fue inferior, y se redujo la producción de energía nuclear en Francia, por la parada de varias centrales nucleares.
- Por el contrario, en 2017, el precio medio del *pool* alcanzó el máximo desde 2012, debido a la baja producción hidroeléctrica derivada de la sequía. Esto supuso la necesidad de incrementar la generación con tecnologías más caras, como el carbón y los ciclos combinados de gas natural. En 2017, la generación mediante energía hidroeléctrica decreció un 52,6% respecto a 2016, mientras que la generación con carbón subió un 20,6% y los ciclos combinados de gas natural produjeron un 27,5% más.

La siguiente tabla presenta los precios medios del *pool* en el periodo 2005-2017.

Precio medio anual del *pool* (€/MWh) en España

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Precio medio del <i>pool</i> eléctrico (€/MWh)	60,20	62,22	46,45	69,65	42,64	44,95	62,12
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Precio medio del <i>pool</i> eléctrico (€/MWh)	58,00	44,26	42,13	50,32	39,67	52,24	

El hecho de que los ingresos de los promotores dependan directamente del precio de mercado de la electricidad supone que la contribución directa al PIB del subsector que generalmente tiene mayor relevancia sobre el impacto total del Sector Eólico es muy volátil. Por otro lado, los costes de operación y mantenimiento de los parques son mayormente fijos, de forma que no es posible ajustarlos a un menor precio de la electricidad o a una menor producción. Esto supone que la contribución al PIB del Sector Eólico varía mucho a lo largo de los años: existe un elevado nivel de volatilidad.

Por otra parte, deben destacarse los siguientes aspectos que inciden en la generación de riqueza:

- Desde 2014, la modificación del marco regulatorio del Sector Eólico, y la falta de garantía de unos ingresos previsibles para los parques eólicos, han supuesto que la retribución no garantizara una rentabilidad apropiada para estas instalaciones. La inestabilidad ha supuesto que la potencia instalada en los últimos años haya sido mínima (308 MW entre 2013 y 2017, de los cuales 176 se instalaron en 2013, finalizando proyectos ya en marcha), reduciéndose la demanda interna de equipos, componentes y servicios.

- El importe de las exportaciones brutas de bienes y servicios se han reducido en los dos últimos ejercicios, un 18% en total en 2017, comparado con 2015. Debe destacarse que el volumen de equipos exportado no ha variado de forma relevante.

No obstante, los precios de los equipos se han reducido, al haber aparecido competidores en nuevos países con gran capacidad técnica y estructuras de costes competitivas.

**Contribución del Sector Eólico al PIB, periodo 2005-2017
(y detalle del periodo 2012-2017), en términos reales (base 2015)**

Millones de euros reales (base 2015)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Contribución directa al PIB	1.283,2	1.609,2	1.866,4	2.281,3	1.932,9	1.797,6	1.613,1
Millones de euros reales (base 2015)	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Contribución directa al PIB	1.393,3	1.891,1	1.206,8	1.647,9	1.463,9	2.300,7	

Millones de euros	Evolución de la contribución directa al PIB del Sector Eólico en España (euros reales, base 2015) - Total											
	2012	Δ%	2013	Δ%	2014	Δ%	2015	Δ%	2016	Δ%	2017	Δ%
Demanda Interna (total)	5.550,1	21%	4.601,7	-17%	2.727,1	-41%	3.395,6	25%	2.781,8	-18%	3.810,9	37%
Demanda Exterior	1.682,0	-8%	1.788,9	6%	1.679,8	-6%	2.140,6	27%	1.678,9	-22%	1.500,4	-11%
Exportaciones de bienes y servicios	2.904,0	-2%	2.676,6	-8%	2.509,5	-6%	2.925,3	17%	2.503,1	-14%	2.390,9	-4%
Importaciones de bienes y servicios	1.222,0	8%	887,8	-27%	829,8	-7%	784,7	-5%	824,2	5%	890,5	8%
Demanda de Inputs intermedios	5.838,8	22%	4.499,4	-23%	3.200,1	-29%	3.888,3	22%	2.996,8	-23%	3.010,5	0%
Demanda	1.393,3	-15%	1.891,1	36%	1.206,8	-36%	1.647,9	37%	1.463,9	-11%	2.300,8	57%
Ingresos	9.064,1	10%	8.388,2	-7%	7.843,8	-6%	8.579,7	9%	7.760,9	-10%	9.104,6	17%
Gastos incurridos	7.670,8	16%	6.497,1	-15%	6.637,0	2%	6.931,8	4%	6.297,0	-9%	6.803,8	8%
Oferta	1.393,3	-15%	1.891,1	36%	1.206,8	-36%	1.647,9	37%	1.463,9	-11%	2.300,8	57%
Gastos de Personal	679,6	-19%	647,7	-5%	597,9	-8%	607,7	2%	579,4	-5%	704,5	22%
Excedente del negocio	713,7	-11%	1.243,5	74%	608,9	-51%	1.040,2	71%	884,5	-15%	1.596,3	80%
Renta	1.393,3	-15%	1.891,1	36%	1.206,8	-36%	1.647,9	37%	1.463,9	-11%	2.300,8	57%

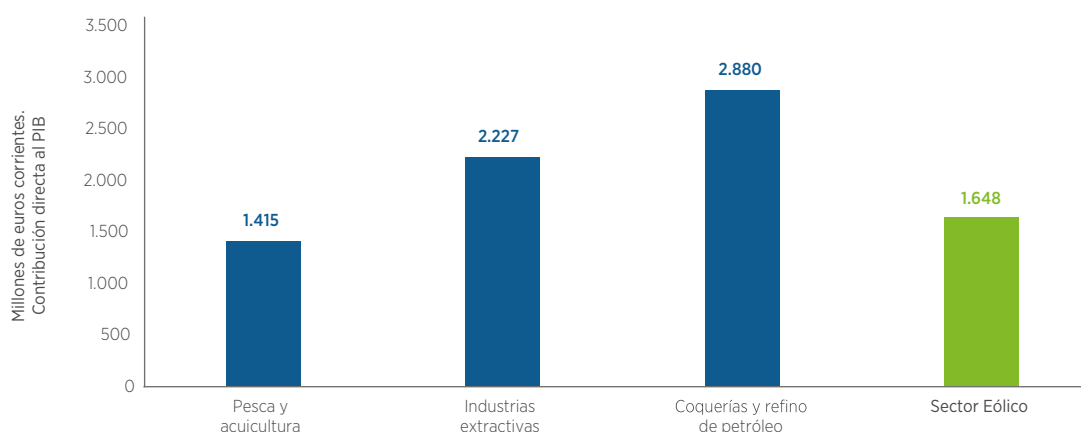
**Contribución del Sector Eólico al PIB, periodo 2005-2017
(y detalle del periodo 2012-2017), en términos corrientes**

Millones de euros	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Contribución directa al PIB	1.444,1	1.728,3	1.933,1	2.311,0	1.953,0	1.813,3	1.626,7
Millones de euros	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Contribución directa al PIB	1.404,1	1.899,0	1.214,3	1.647,9	1.468,1	2.329,3	

Millones de euros	Evolución de la contribución directa al PIB del Sector Eólico en España (euros corrientes)					
	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Demanda Interna (total)	5.507,7	4.582,7	2.710,6	3.395,6	2.789,7	3.858,2
Demanda Exterior	1.669,2	1.781,5	1.669,6	2.140,6	1.683,6	1.519,0
Exportaciones de bienes y servicios	2.881,8	2.665,6	2.494,3	2.925,3	2.510,2	2.420,6
Importaciones de bienes y servicios	1.212,6	884,1	824,7	784,7	826,5	901,6
Demanda de Inputs intermedios	5.794,2	4.480,9	3.180,6	3.888,3	3.005,3	3.047,9
Demanda	1.382,6	1.883,3	1.199,5	1.647,9	1.468,0	2.329,3
Ingresos	8.994,9	8.353,6	7.796,2	8.579,7	7.782,9	9.217,6
Gastos incurridos	7.612,3	6.470,3	6.596,7	6.931,8	6.314,9	6.888,3
Oferta	1.382,6	1.883,3	1.199,5	1.647,9	1.468,0	2.329,3
Gastos de Personal	674,4	645,0	594,3	607,7	581,0	713,3
Excedente del negocio	708,3	1.238,3	605,2	1.040,2	887,0	1.616,1
Renta	1.382,6	1.883,3	1.199,5	1.647,9	1.468,1	2.329,3

Si se compara la contribución directa al PIB del Sector Eólico con la de otros sectores de actividad (en el año 2015²⁶), se puede comprobar que es comparable a los de algunos que tradicionalmente han sido muy relevantes en España.

Comparativa de la contribución directa al PIB del Sector Eólico con la de otros sectores económicos para 2015, en términos corrientes



7.2. CONTRIBUCIÓN AL PRODUCTO INTERIOR BRUTO DE LOS DIFERENTES SUBSECTORES DE ACTIVIDAD

Contribución del Sector Eólico al PIB, detalle por subsectores, periodo 2005-2017, en términos reales (base 2015)

Millones de euros reales (base 2015)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Subsector							
Promotor/Productor	435,9	547,9	552,2	685,5	647,1	759,0	802,3
Fabricantes de Equipos y Componentes	574,7	762,2	965,7	1.139,6	928,4	709,9	558,6
Empresas de Servicios Complementarios	272,6	299,1	348,5	456,1	357,5	328,6	252,3
Total	1.283,2	1.609,2	1.866,4	2.281,3	1.932,9	1.797,6	1.613,1

Millones de euros reales (base 2015)	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Subsector						
Promotor/Productor	1.229,3	1.332,6	489,3	913,5	690,7	1.443,6
Fabricantes de equipos y componentes	75,2	394,4	472,1	484,9	508,9	516,6
Empresas de Servicios Complementarios	88,7	164,1	245,4	221,6	228,5	304,6
Estructuras Offshore	-	-	-	28,0	35,8	36,0
Total	1.393,3	1.891,1	1.206,8	1.647,9	1.463,9	2.300,8

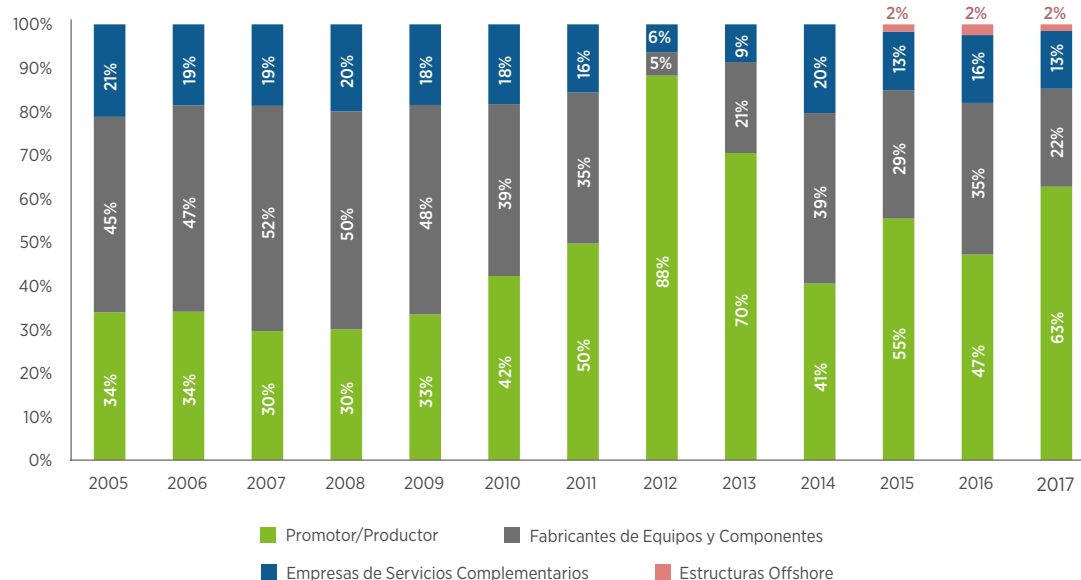
Entre 2005 y 2010, aproximadamente, el sector de los Fabricantes de equipos y componentes era el más importante, suponiendo entre el 39% y el 52% de la contribución total del sector. Esto se debe a los fuertes incrementos anuales de potencia en España, junto con una capacidad tecnológica reconocida en todo el mundo, que les permitía también exportar equipos. Desde 2012, su contribución se ha visto reducida, siendo superados por los Promotores/Productores, como se señala a continuación.

26. Último año en que la información de otros sectores de actividad esta disponible.

La contribución del sector de Promotores/Productores fue creciendo en paralelo con el aumento de la potencia instalada. De esta forma, durante el periodo 2005-2010 se mantuvo alrededor del 30-40%, mientras que en los últimos años ha llegado a alcanzar el 88%. Esto se debe, por un lado, a la reducción de actividad de los otros sectores, pero también a los más de 23 GW (acumulados) instalados en 2017.

Es destacable también la irrupción del sector de Fabricantes de Estructuras Offshore. Este sector antes se presentaba agregado junto con el sector Empresas de servicios complementarios, pero en los últimos años ha aumentado en importancia por el auge de la eólica marina en Europa. Entre 2014 y 2017, la potencia de eólica marina en Europa casi se ha multiplicado por dos (pasando de 8.015 MW a 15.783 MW), y ha crecido no sólo en su mercado tradicional (Reino Unido), sino también de forma relevante en Alemania. Aunque en España no existe apenas implantada potencia de esta tecnología (5 MW), agentes de nuestro país juegan un papel relevante en el proceso de construcción e instalación de estas estructuras.

Cuota porcentual de la contribución al PIB por subsectores del Sector Eólico con respecto a la contribución total



LA CONTRIBUCIÓN DE LOS PROMOTORES/PRODUCTORES

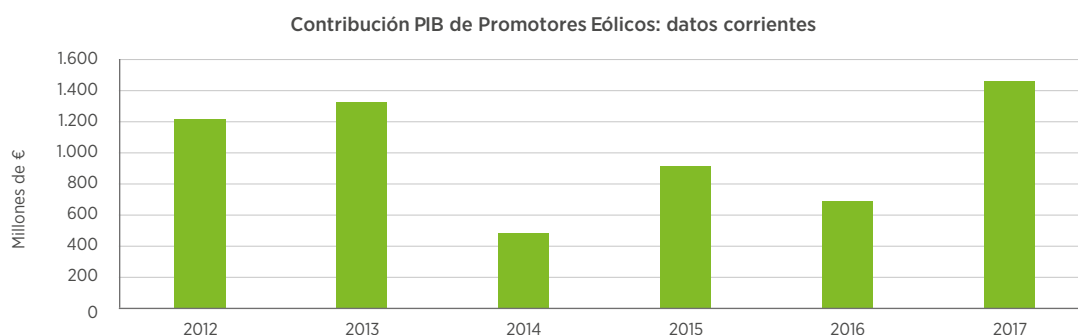
Desde 2010, el grupo de Promotores/Productores ha sido el que más ha contribuido al PIB del Sector Eólico Español. Pese a ello, su aportación ha sido muy variable durante los últimos años, debido a los cambios regulatorios del periodo 2013-2014. Como consecuencia de estos cambios, la mayoría de los productores de energía eólica han visto reducidos sus ingresos, puesto que ahora perciben el precio del *pool* de la electricidad, y sólo reciben retribución si no alcanzan la rentabilidad razonable reconocida.

Sólo en el caso de que los precios del mercado mayorista percibidos por los Promotores/Productores no permitan obtener la rentabilidad razonable reconocida, el regulador establece una compensación al revisar los parámetros retributivos, que no permite recuperar la rentabilidad perdida.

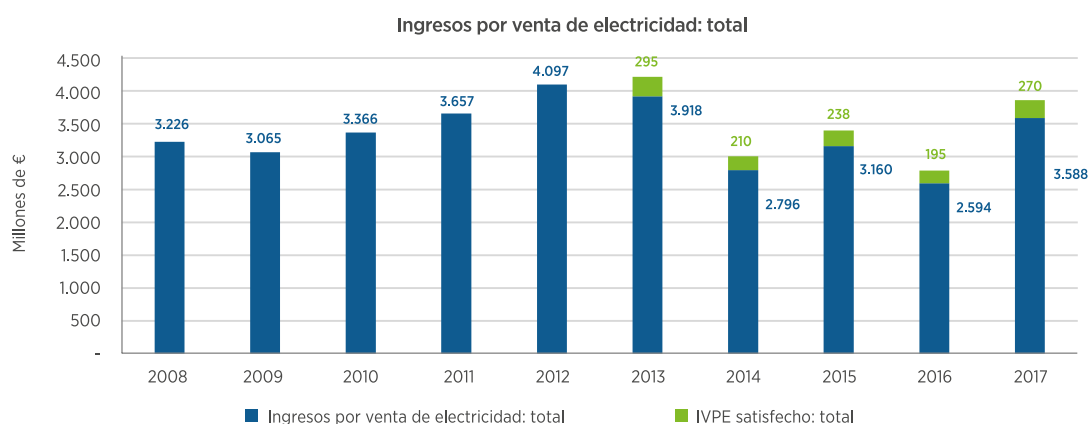
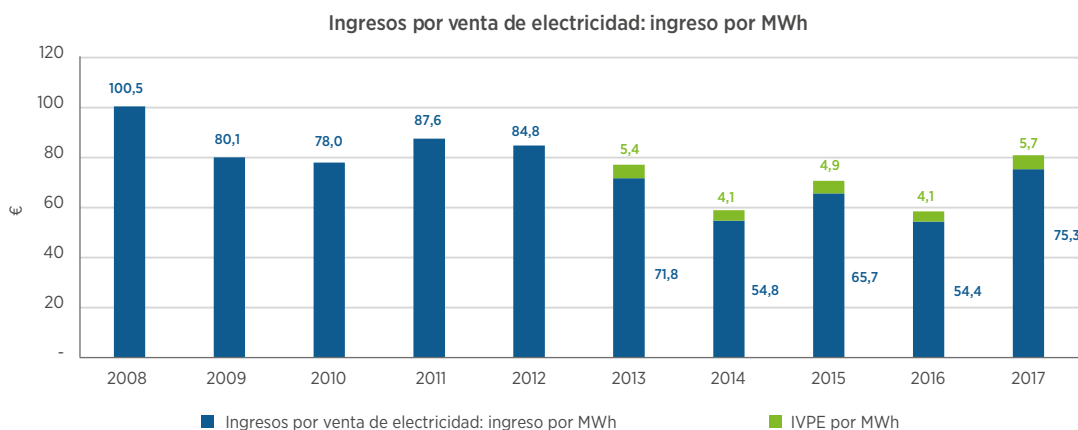
El efecto de estos cambios regulatorios, y dado que el promotor no puede reducir los costes de operación y mantenimiento del parque en la proporción en que disminuyen los efectos, es el siguiente:

- Fuerte volatilidad de la contribución al PIB del subsector de los Promotores/Productores desde 2014, debido a que a la variación con el recurso eólico, consustancial a la tecnología, hay que añadir la dependencia de la alta oscilación del precio del *pool* de electricidad (la contribución al PIB del sector de Promotores/Productores depende en gran medida de la evolución del precio del *pool* eléctrico).
- Adicionalmente, desde 2013, un 7% de los ingresos obtenidos por el Promotor/ Productor por la venta de electricidad deben destinarse a satisfacer el Impuesto sobre el Valor de la Producción de la Energía Eléctrica (IVPE), lo cual supone de hecho una reducción de los ingresos.

Contribución anual al PIB del Subsector de Promotor/Productor (en datos corrientes)



Ingresos medios obtenidos por los Promotores/Productores en el mercado diario de la electricidad en España²⁷ e ingresos por venta de electricidad de los productores eólicos²⁸



27. Fuente: OMIE.

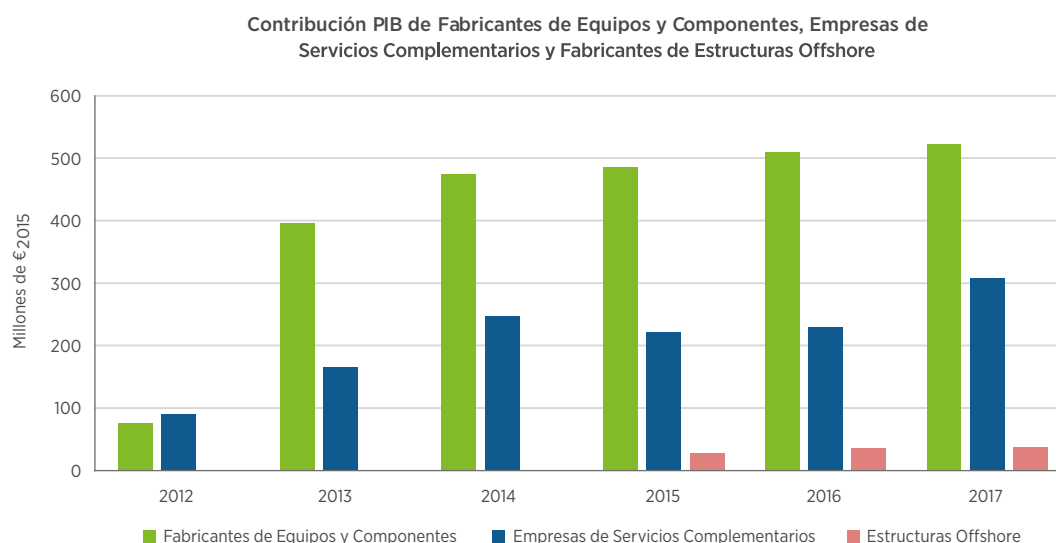
28. Fuente: Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia.

Los gráficos anteriores permiten observar lo siguiente:

- La evolución de la contribución al PIB del subsector de los Promotores/Productores es paralela a la de los ingresos por venta de electricidad en el mercado mayorista, ya que ésta es su principal actividad. No coinciden debido a que los Promotores/Productores pueden tener algunas actividades de mucha menor importancia, como mantenimiento de parques o consultoría.
- Fuerte volatilidad en los ingresos por venta de electricidad, ligados a la variación en los precios del *pool* eléctrico. Esta volatilidad hace que sea muy complicado, a la hora de elaborar un modelo económico financiero para un nuevo parque, estimar con seguridad los ingresos que tendrá. A la variabilidad del recurso eólico, se añade la variabilidad del precio al que se vende la electricidad.
- Hasta el año 2014, con anterioridad a las reformas regulatorias, la retribución que percibían todos los parques era homogénea. No obstante, desde 2014, depende de su año de puesta en marcha: la retribución a la inversión que reciben las distintas instalaciones se fija según su código IT, que depende del año en que comenzaron a operar. De esta forma, los parques que se construyeron con anterioridad a las reformas reciben una retribución más alta o más baja (o incluso no reciben retribución), según el año en que comenzaron a operar, lo que supone grandes diferencias, no justificadas por variaciones de la inversión necesaria.
- Dado que todavía no se ha puesto en marcha ninguno de los parques que se adjudicaron en las subastas, aún no se puede determinar qué ingresos tendrán estos parques.

LA CONTRIBUCIÓN DE LOS FABRICANTES DE EQUIPOS Y COMPONENTES, EMPRESAS DE SERVICIOS COMPLEMENTARIOS Y FABRICANTES DE ESTRUCTURAS OFFSHORE

Evolución de la contribución al PIB de los sectores de Fabricantes de Equipos y Componentes, Empresas de Servicios Complementarios y Fabricantes de Estructuras Offshore (periodo 2012-2017)



La figura anterior permite analizar la evolución de la contribución al PIB de tres subsectores: los Fabricantes de Equipos y Componentes, las Empresas de Servicios Complementarios y los Fabricantes de Estructuras Offshore.

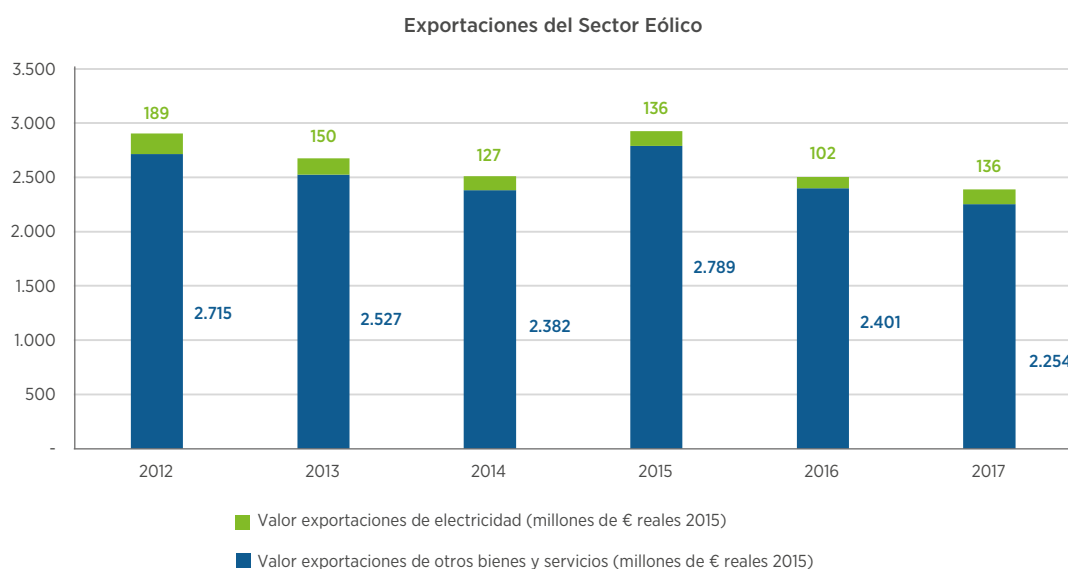
- El sector de Fabricantes de Equipos y Componentes alcanzó un mínimo en su contribución al PIB en 2012, y desde entonces su contribución ha crecido año tras año. El mayor incremento se produjo en 2013, tras el mínimo de 2012. Este aumento se ha basado en una clara orientación a las exportaciones de los equipos producidos, debido a la escasa potencia instalada en España en estos años.
- Las Empresas de Servicios Complementarios también tocaron suelo en 2012, dado que su actividad está relacionada con el desarrollo de parques eólicos. Desde entonces, su contribución al PIB se ha recuperado, si bien de forma menos clara que la de los Fabricantes de Equipos y Componentes. Hay que tener en cuenta que estos últimos, aparte del incremento en las exportaciones anteriormente señalado, también han amortiguado la reducción de su negocio interior cambiando sus modelos de negocio hacia la prestación de servicios, sobre todo de mantenimiento de equipos, en clara competencia con las Empresas de Servicios Complementarios.
- Por último, desde 2015, ha aparecido un nuevo subsector, el de los Fabricantes de Estructuras Offshore, cuya producción se dedica a la exportación.

La capacidad de exportación de los agentes industriales, junto con el desarrollo de actividades relacionadas con la prestación de servicios de mantenimiento a las instalaciones existentes, ha supuesto que la contribución de la Fabricación de Equipos y Componentes se haya recuperado tras el mínimo alcanzado en 2012.

- El sector de Fabricantes de Equipos y Componentes supuso en 2017 un 23% de la contribución total al PIB, desde un mínimo del 5% en 2012. Aunque la contribución es bastante variable, oscilando entre el 22% y el 39% entre 2013 y 2017, se encuentra muy alejado de la importancia que tuvo en la década 2000-2010, en que se encontraba en torno al 40-50%, debido a la falta de desarrollo de nueva potencia en España.
- El sector de las Empresas de Servicios Complementarios ha mantenido los niveles de actividad de 2015, centrados en la prestación de servicios a las instalaciones existentes y la exportación.

El nivel de las exportaciones de equipos y servicios alcanzó en 2017 2.254 millones de €₂₀₁₅, excluyendo las exportaciones de electricidad.

Evolución de las exportaciones del Sector Eólico (periodo 2012-2017)



Desde 2011, se observa un incremento constante de las exportaciones del Sector Eólico, muestra del ajuste del modelo de negocio que tuvieron que realizar estos Subsectores para atenuar el impacto de la reducción de potencia instalada en España. Debe destacarse que, aunque el volumen económico de las exportaciones de equipos y otros servicios, descontando la electricidad, se ha reducido un 19% entre 2015 y 2017, el volumen de encargos permanece en cifras similares. Se están produciendo reducciones en los precios, derivadas de tres factores:

- Mayor competencia a nivel mundial, con agentes que presentan estructuras de costes muy competitivas.
- Evolución de la tecnología, y reducción de sus costes.
- Incremento de la capacidad nominal de las turbinas, que provoca que para obtener un parque de la misma potencia, el número de turbinas a instalar sea inferior. Las turbinas de mayor potencia tienen precios superiores a las más pequeñas, pero el coste no es proporcional: para obtener la misma potencia, la inversión en turbinas de pequeño tamaño es muy superior que si se usan turbinas mayores.

Por otro lado, muchos fabricantes han pasado en los últimos años de dedicarse exclusivamente a la actividad de producción de turbinas y equipos, a la prestación de servicios de operación y mantenimiento y de suministro de repuestos. Esto ha permitido que los niveles de facturación se hayan podido mantener en niveles relevantes.

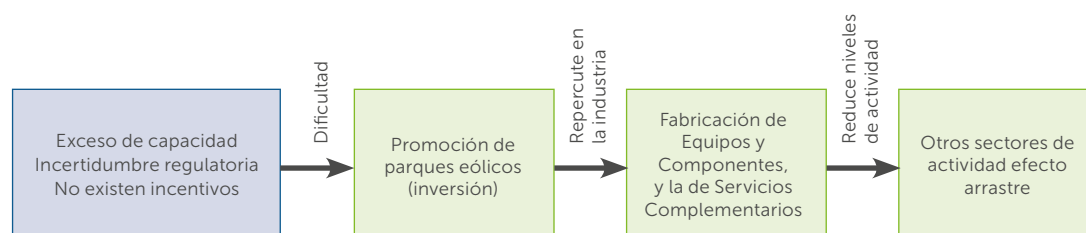
Pese al innegable efecto que han causado las reformas regulatorias, España continúa teniendo empresas líderes en el sector, reconocidas a nivel mundial, y que han desarrollado la tecnología durante un periodo en el que fueron líderes indiscutibles. No obstante, en los últimos años han surgido importantes empresas de nuevos países (China, India, Estados Unidos), en los que la instalación de potencia eólica ha sido muy relevante durante los últimos años. La competencia a nivel mundial es muy grande, por lo que las empresas fabricantes españolas deben ser apoyadas en su crecimiento y en las actividades de I+D para que puedan seguir siendo relevantes.

La diferenciación frente a compañías que ofrecen menores costes, por un coste inferior de los factores productivos que usan, debe venir de una alta calidad en sus productos, y la innovación constante.

Cabe destacar la importante contribución que realiza el sector de Fabricantes de equipos y componentes a la consecución de los objetivos de reindustrialización que tienen la Unión Europea y el Gobierno de España. En particular, la Unión Europea pretende que el Sector Industria pase de una contribución al Producto Interior Bruto de España del 14% al 20% en 2020²⁹.

De todas formas, como se ha señalado, la contribución de los Fabricantes de Equipos y componentes y de la prestación de servicios ha sido inferior en la última década.

Efecto de la incertidumbre regulatoria en la cadena de valor del Sector Eólico



29. Communication "For a European Industrial Renaissance". Bruselas, 22 de enero de 2014.

Las nuevas subastas de energía eólica que se han desarrollado entre 2016 y 2017 suponen una nueva esperanza para el sector de los Fabricantes de Equipos y componentes. No obstante, la limitación de tiempo para poner en marcha los parques (que deben estar funcionando antes de 2020), hace que probablemente muchos equipos deban importarse, ante la imposibilidad de los fabricantes españoles de absorber tal nivel de demanda, después de años de parálisis.

Por ello, es imprescindible que la regulación que se aplica al Sector Eólico sea en el futuro más estable y previsible, si se busca mantener una industria competitiva y su contribución al Producto Interior Bruto.

Sería importante también **favorecer estrategias de repotenciación** y favorecer la logística para facilitar exportaciones.

7.3. IMPACTO INDIRECTO DEL SECTOR EÓLICO EN OTRAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS

Toda actividad, y en particular el Sector Eólico, demanda bienes y servicios de otras actividades económicas. Este impacto indirecto, o efecto arrastre sobre la economía se puede evaluar mediante las Tablas Input-Output, publicadas por el Instituto Nacional de Estadística. Dado que estas Tablas no incluyen de forma desagregada el Sector Eólico, se completan a partir de cuestionarios distribuidos entre los agentes del Sector para conocer los sectores de los que demandan bienes y servicios. De esta forma, se puede calcular el impacto indirecto de la industria eólica sobre otros sectores económicos en España.

En general, la variación del efecto arrastre generado por la actividad del Sector Eólico es inferior a las oscilaciones en la contribución directa al Producto Interior Bruto. De todas formas, **en los últimos años ha permanecido en valores bajos**, debido a las siguientes razones:

- Uno de los sectores que menos impacto indirecto presenta es el de los Promotores/Productores, puesto que una vez el parque está en funcionamiento, la demanda de otros servicios es bastante reducida. Precisamente este sector es el que más ha aumentado su contribución directa al Producto Interior Bruto en España.
- Al mismo tiempo, el Sector de Fabricantes de Equipos y Componentes, que tiene un efecto arrastre mucho más relevante, ha visto reducida su actividad.

De acuerdo con los cálculos realizados, expresados en términos constantes del año 2015:

- La contribución indirecta del sector en otras actividades económicas en términos de PIB en el ejercicio 2017 fue de 1.094 millones de €₂₀₁₅.
- Sumado al impacto directo, esto implica **una contribución total del Sector Eólico de 3.395 millones de €₂₀₁₅**.
- La contribución inducida en otras actividades económicas en términos de PIB durante el periodo 2012-2017 fue de 6.380 millones de €₂₀₁₅, mientras que la contribución inducida en el periodo 2005-2017 superó los 15.135 millones de €₂₀₁₅.

La contribución total del Sector Eólico en estos dos periodos temporales fue de:

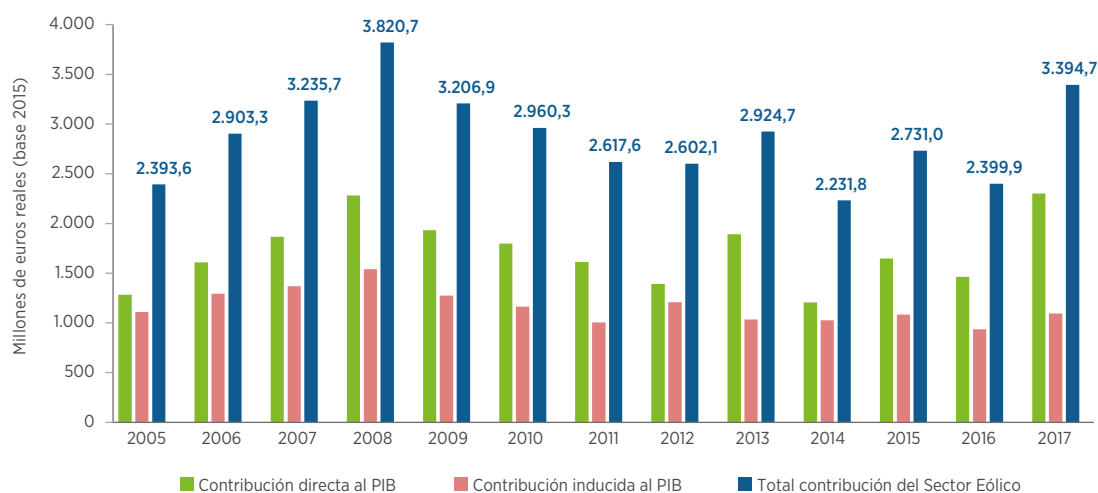
- 16.284 millones de €₂₀₁₅ de 2012 a 2017.
- 37.422 millones de €₂₀₁₅ en el periodo 2005-2017.

Impacto directo, inducido y total del Sector Eólico en el PIB en euros constantes (base 2015)

Millones de euros reales (base 2015)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Contribución directa al PIB	1.283,2	1.609,2	1.866,4	2.281,3	1.932,9	1.797,6	1.613,1
Contribución inducida al PIB	1.110,4	1.294,1	1.369,3	1.539,4	1.274,0	1.162,7	1.004,5
Total contribución del Sector Eólico	2.393,6	2.903,3	3.235,7	3.820,7	3.206,9	2.960,3	2.617,6

Millones de euros reales (base 2015)	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Contribución directa al PIB	1.393,3	1.891,1	1.206,8	1.647,9	1.463,9	2.300,8
Contribución inducida al PIB	1.208,8	1.033,5	1.025,0	1.083,1	936,0	1.093,9
Total contribución del Sector Eólico	2.602,1	2.924,7	2.231,8	2.731,0	2.399,9	3.394,7

Impacto directo, inducido y total del Sector Eólico en el PIB en euros constantes (base 2015)



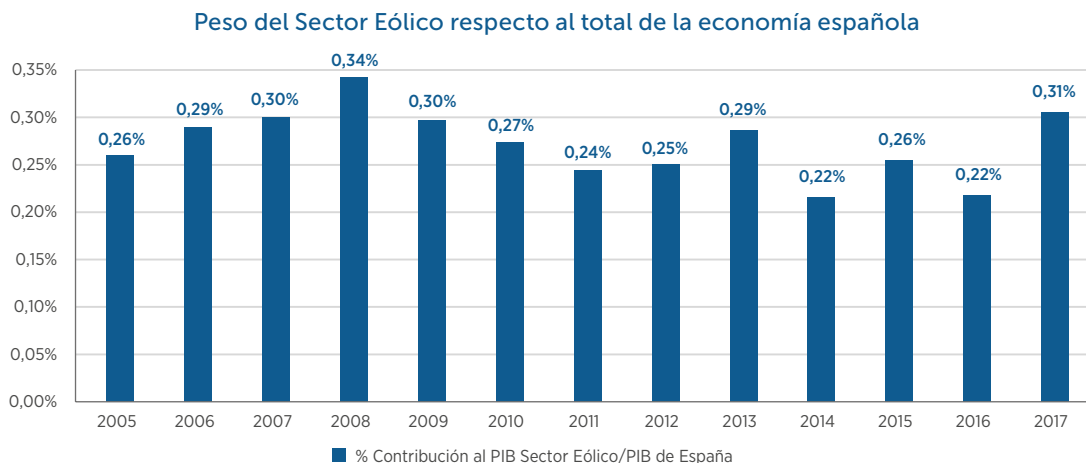
La siguiente tabla muestra la desagregación del impacto inducido entre los diferentes subsectores para el periodo 2005-2017.

Desagregación del impacto inducido del Sector Eólico al PIB, detalle por subsectores, periodo 2005-2017, en términos reales (base 2015)

Millones de euros reales (base 2015)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Subsector							
Promotor/Productor	409,0	489,8	458,9	516,3	475,7	528,4	472,8
Fabricantes de Equipos y Componentes	326,8	412,9	486,4	520,2	413,6	299,5	256,6
Empresas de Servicios Complementarios	374,6	391,4	424,1	502,9	384,7	334,9	275,1
Total	1.110,4	1.294,1	1.369,3	1.539,4	1.274,0	1.162,7	1.004,5

Millones de euros reales (base 2015)	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Subsector						
Promotor/Productor	546,2	550,0	465,8	511,3	506,3	518,9
Fabricantes de Equipos y Componentes	316,3	219,3	264,0	277,5	204,6	253,7
Empresas de Servicios Complementarios	346,3	264,2	295,2	297,4	208,9	302,0
Estructuras Offshore	-	-	-	11,9	16,3	19,3
Total	1.208,8	1.033,5	1.025,0	1.083,1	936,0	1.093,9

En términos relativos con respecto al total de la economía española y sumando los impactos directo e indirecto, el Sector Eólico representó en 2017 aproximadamente un 0,31% del PIB español.



7.4. IMPACTO DEL SECTOR EÓLICO EN EL EMPLEO

Desde un máximo alcanzado en el año 2008, la reducción en la contribución al Producto Interior Bruto de España del Sector Eólico se ha visto reproducida en paralelo en el número de profesionales empleados en cada uno de los subsectores. En primer lugar, y como consecuencia de la reducción en la retribución percibida por los Promotores/Productores, así como por la menor inversión en construcción de parques, el empleo directo generado en 2017 asciende a 3.190 empleados por este subsector, un 40% menos que en 2010.

El sector de Fabricantes de Equipos y Componentes presentó en 2017 un empleo inferior en un 44% al que tenía en 2008 (6.321 trabajadores frente a 11.204 en 2008), si bien ha recuperado casi 1.000 empleos comparado con el mínimo de 2016. Por último, la actividad del sector Empresas de Servicios Complementarios (que se desagrega a partir de 2015 entre Empresas de Servicios Complementarios y Estructuras Offshore) ha permitido mantener un número bastante uniforme de empleos en el periodo 2011-2017, pero se ha producido una reducción del 55% comparado con los 6.929 trabajadores que había en 2008.

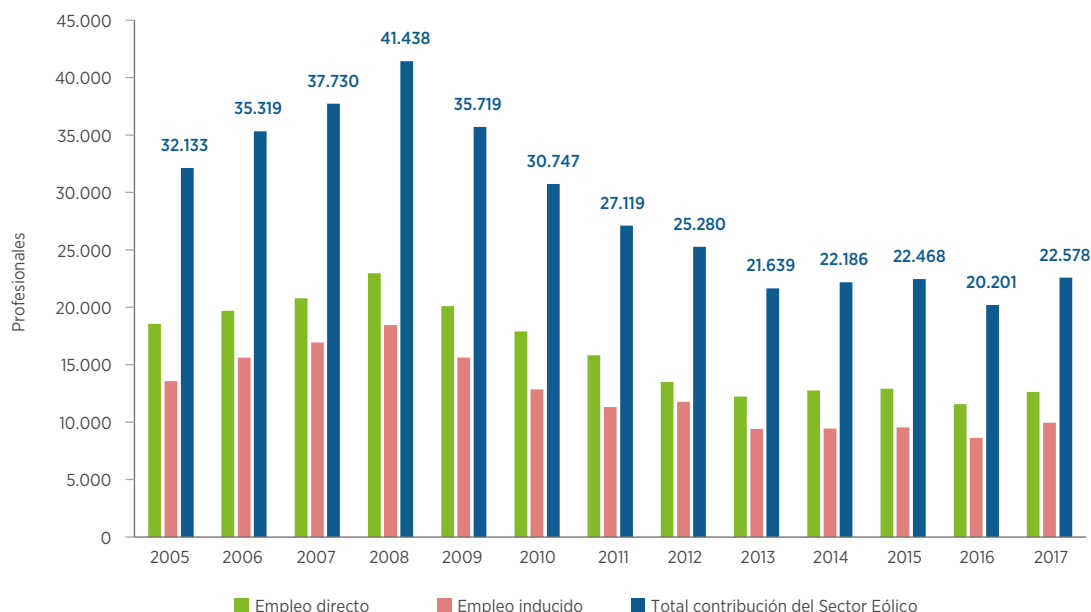
En 2017, el Sector Eólico empleaba directamente a 12.635 profesionales. Adicionalmente, debido al efecto arrastre o indirecto sobre otras actividades derivado del Sector Eólico, hubo 9.942 empleos indirectos. En conclusión, el Sector Eólico empleaba, de forma directa o indirecta, a 22.578 profesionales en 2017.

Evolución del empleo directo e inducido del Sector Eólico

Empleo	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Empleo directo	18.562	19.698	20.781	22.970	20.092	17.898	15.813
Empleo inducido	13.571	15.621	16.949	18.468	15.627	12.849	11.306
Total contribución del Sector Eólico al empleo	32.133	35.319	37.730	41.438	35.719	30.747	27.119

Empleo	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Empleo directo	13.499	12.216	12.751	12.923	11.571	12.635
Empleo inducido	11.781	9.423	9.434	9.545	8.630	9.942
Total contribución del Sector Eólico al empleo	25.280	21.639	22.186	22.468	20.201	22.578

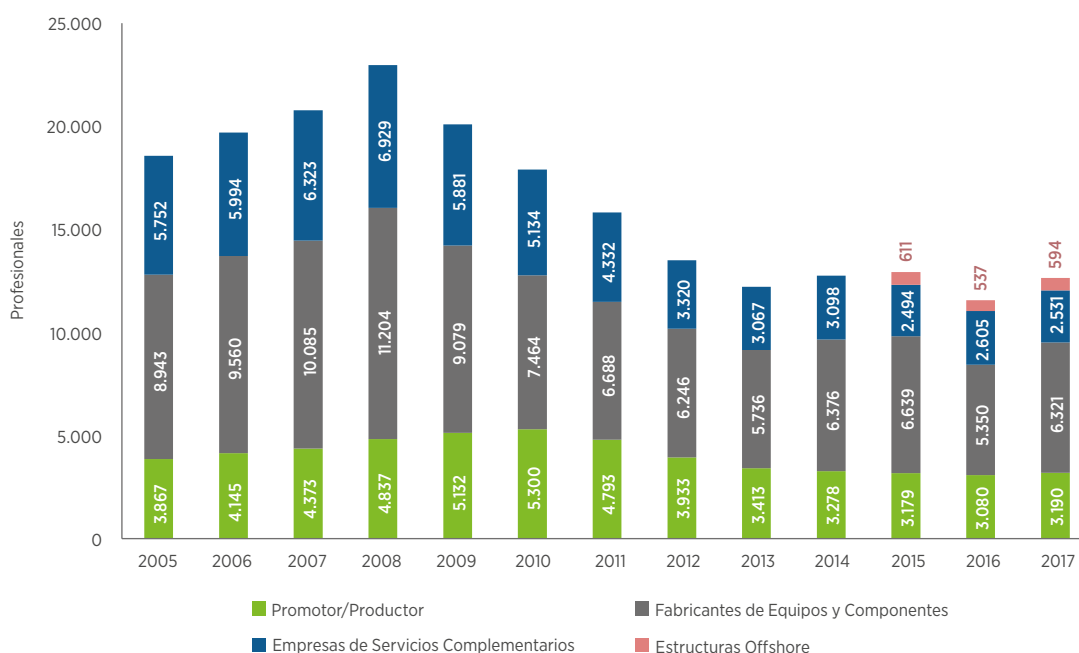
Evolución del empleo directo e inducido del Sector Eólico



En los dos últimos años, y debido a la poca actividad de instalación de potencia eólica, el empleo directo se ha mantenido en valores mínimos a lo largo de toda la serie histórica. Es destacable sobre todo la reducción en el empleo generado por el sector de Promotores/productores.

En 2017, el empleo en el Sector Eólico aumentó un 9%, debido a que las empresas están procediendo a contratar profesionales, para afrontar la instalación de la potencia eólica adjudicada en las subastas de 2016 y 2017. Otra razón para esto es el fuerte desarrollo de la energía eólica en los mercados internacionales, que supone una oportunidad para las compañías españolas.

Empleo directo por subsectores de actividad (2005-2017)

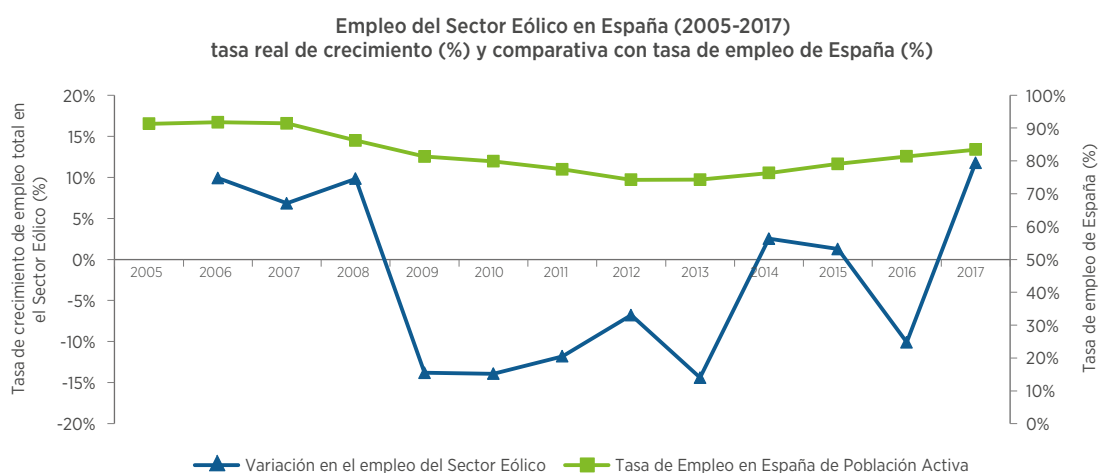


Empleos	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Subsector							
Promotor/Productor	3.867	4.145	4.373	4.837	5.132	5.300	4.793
Fabricantes Equipos y Componentes	8.943	9.560	10.085	11.204	9.079	7.464	6.688
Empresas de Servicios Complementarios	5.752	5.994	6.323	6.929	5.881	5.134	4.332
Total	18.562	19.698	20.781	22.970	20.092	17.898	15.813

Empleos	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Subsector						
Promotor/Productor	3.933	3.413	3.278	3.179	3.080	3.190
Fabricantes Equipos y Componentes	6.246	5.736	6.376	6.639	5.350	6.321
Empresas de Servicios Complementarios	3.320	3.067	3.098	2.494	2.605	2.531
Estructuras Offshore	-	-	-	611	537	594
Total	13.499	12.216	12.751	12.923	11.571	12.635

Por otro lado, es interesante comparar la evolución del empleo en el Sector Eólico con la tasa de empleo en España. La siguiente figura permite comparar la variación porcentual en el empleo total generado por el Sector Eólico con la evolución de la tasa de empleo.

Comparación entre la tasa de empleo en España y la variación en el empleo del Sector Eólico (2005-2017)



El gráfico anterior permite comprobar que el Sector Eólico continuó creando empleo en los primeros años de la crisis, pese a la reducción en la tasa de empleo de la economía española. Desde 2014, y exceptuando el año 2016, el Sector ha contribuido de forma relevante a la recuperación económica, creando además empleo de alta cualificación.

8

IMPACTO FISCAL DEL SECTOR EÓLICO EN ESPAÑA

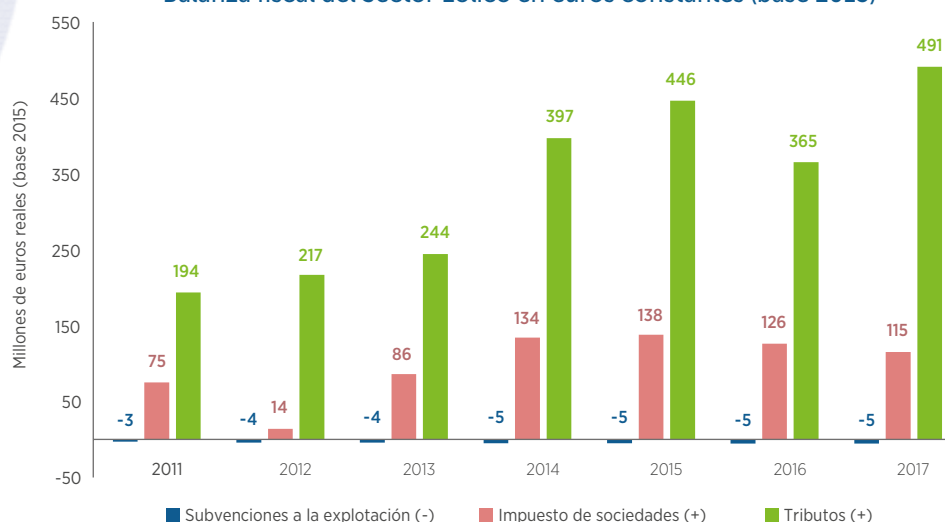
8.1. BALANZA FISCAL

Los agentes del Sector Eólico satisfacen el Impuesto de Sociedades, que grava los beneficios obtenidos, y otros tributos relacionados con la actividad que desarrollan, principalmente el Impuesto sobre el Valor de la Producción de la Energía Eléctrica (IVPEE), el Impuesto sobre Bienes Inmuebles (IBI) –que para la eólica es particularmente gravoso, por ser considerados los parques bienes de características especiales (BICES)–, el Impuesto de Actividades Económicas (IAE) y los cánones autonómicos. Las empresas pagaron en los dos últimos años analizados (2016 y 2017) un total de 1.097 millones de €₂₀₁₅ en impuestos y tributos.

La principal partida de la Balanza Fiscal, los tributos, se incrementó de forma muy relevante a partir del 2013, cuando se estableció el IVPEE: este impuesto tiene un tipo del 7%, que se aplica a los ingresos de la venta de electricidad incorporada al sistema.

La reducción de actividad y los ajustes que se han producido en el sector han disminuido de forma relevante la cuantía del impuesto sobre sociedades³⁰ en los ejercicios 2012 y 2013.

Balanza fiscal del Sector Eólico en euros constantes (base 2015)



Millones de euros reales (base 2015)	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Subvenciones a la explotación (-)	3	4	4	5	5	5	5
Impuesto de sociedades (+)	75	14	86	134	138	126	115
Tributos (+)	194	217	244	397	446	365	491
Total	266	227	326	526	579	486	601

30. A efectos del impuesto de sociedades se adopta el criterio contable, no el de flujo de caja.

El saldo de la Balanza Fiscal en 2017 fue de 601 millones de €, de los que 491 millones (el 82%), fueron tributos.

Debe destacarse que el importe de Tributos en 2017 fue especialmente alto. El tributo más importante en cantidad es el Impuesto sobre el Valor de la Producción de la Energía Eléctrica, que es un tributo de carácter directo y naturaleza real, que grava la realización de actividades de producción e incorporación al sistema eléctrico de energía eléctrica, medida en barras de central. El tipo de gravamen es del 7% de los ingresos que se obtienen por la venta de la electricidad, de forma que, al ser los ingresos de los promotores mayores en 2017 por un precio del *pool* eléctrico superior, éstos tuvieron que realizar pagos más importantes por el Impuesto sobre el Valor de la Producción de la Energía Eléctrica.

8.2. LOS IMPUESTOS Y TRIBUTOS Y LOS PRODUCTORES DEL SECTOR EÓLICO

Las obligaciones tributarias se han convertido para los productores eólicos en una de las principales salidas de caja.

Es destacable el número de impuestos, tasas y cánones que soporta la tecnología eólica, siendo una de las tecnologías de generación eléctrica que más impuestos debe pagar.

Los impuestos más importantes que soporta son:

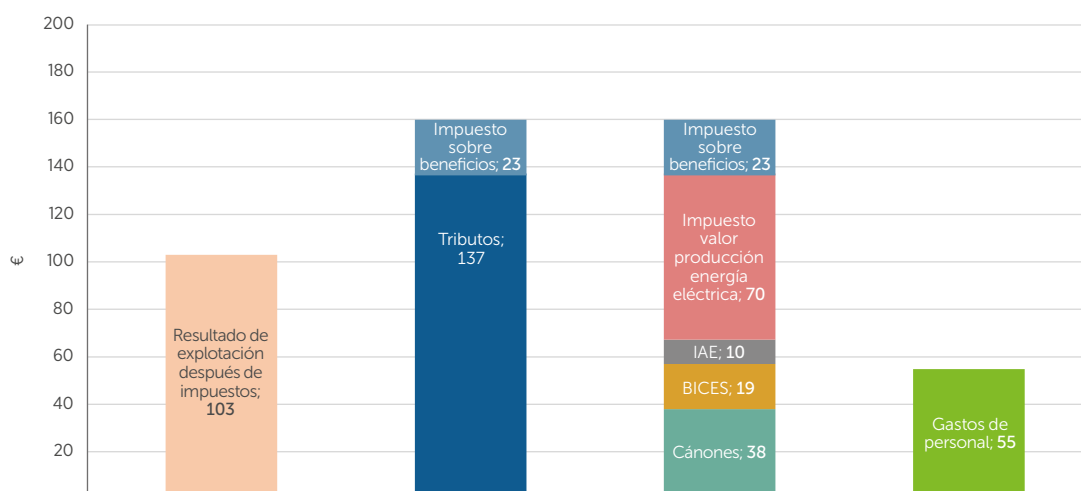
- Impuesto sobre Sociedades.
- Impuesto sobre el Valor de la Producción de la Energía Eléctrica.
- Impuesto de Actividades Económicas.
- Impuesto sobre Construcciones, Instalaciones y Obras (ICIO).
- Impuesto sobre Bienes Inmuebles de Características Especiales (BICES, antiguo IBI).
- Canon urbanístico, en función de la comunidad autónoma.
- Canon eólico, en función de la comunidad autónoma.
- Impuesto sobre Transmisiones Patrimoniales.

Para comprobar su relevancia, se ha analizado el caso real de un generador eólico en 2016.

Por cada 1.000 € de ingresos que obtuvo:

- Incurrió en gastos corrientes (sin incluir tributos) y amortizaciones por 530 €.
- 103 € se generaron como resultado neto después de impuestos.
- 160 € se dedicaron a pagos de tributos e impuestos (137 fueron tributos y 23, impuesto de sociedades).
- Los tributos se desagregaron en las siguientes partidas:
 - Impuesto sobre el Valor de la Producción de la Energía Eléctrica: 70 €.
 - Impuesto de Actividades Económicas (IAE): 10 €.
 - Impuesto sobre Bienes Inmuebles de Características Especiales (BICES): 19 €.
 - Cánones eólicos: 38 €.

Comparativa, para un caso de productor eólico, entre el resultado neto después de impuestos, los impuestos y tributos satisfechos, y los gastos incurridos de personal



Resulta paradójico observar el resultado de comparar las partidas anteriores, ya que:

- La cuantía satisfecha en impuesto de sociedades y tributos supera al resultado neto después de impuestos: 103 € frente a 160 €. Y la cuantía de tributos también es superior al resultado neto después de impuestos: 137 € frente a 103 €.
- La cuantía de tributos es más del doble que la partida de remuneración del personal: 137 € frente a 55 €.
- El IVPEE es superior a los gastos de personal: 70 € frente a 55 €.
- Las cuantías satisfechas por IAE, BICES y cánones son superiores a los gastos de personal.

En el negocio analizado, por cada 1.000 € de ingresos se generan 103 € de excedente después impuestos y 160 € deben dedicarse a impuestos y tributos: es decir, que la **carga fiscal que soporta la actividad de producción eólica es muy relevante con respecto al margen que genera.**

Evolución temporal de las exportaciones de electricidad y otros bienes y servicios del Sector Eólico Español, en términos reales (base 2015)



9.

LA RELEVANCIA DEL SECTOR EÓLICO ESPAÑOL EN EL EXTERIOR

9.1. EL IMPACTO DEL SECTOR EÓLICO EN LA EXPORTACIONES

El Sector Eólico ha contribuido desde el año 2007 de forma relevante a equilibrar la balanza de pagos de nuestro país. Debido a que se desarrolló pronto en comparación con otros mercados, a los altos niveles de calidad ofrecidos por los proveedores de equipos, componentes y servicios españoles y a la competencia interna, el Sector Eólico Español continúa compitiendo a nivel mundial con los nuevos actores que están entrando en el sector. Además, existen empresas españolas con relevancia en todas las actividades de la cadena de valor: Promotores/productores, Fabricantes de Equipos y componentes, y Empresas de Servicios Complementarios y Fabricantes de Estructuras Offshore relacionados con esta industria. El Sector Eólico ha podido amortiguar, al menos en parte, la reducción de actividad en España derivada de los cambios regulatorios, a partir de 2013, mediante una fuerte actividad exportadora hacia los principales mercados internacionales, que continúa en niveles muy relevantes, pese al incremento de competencia internacional.

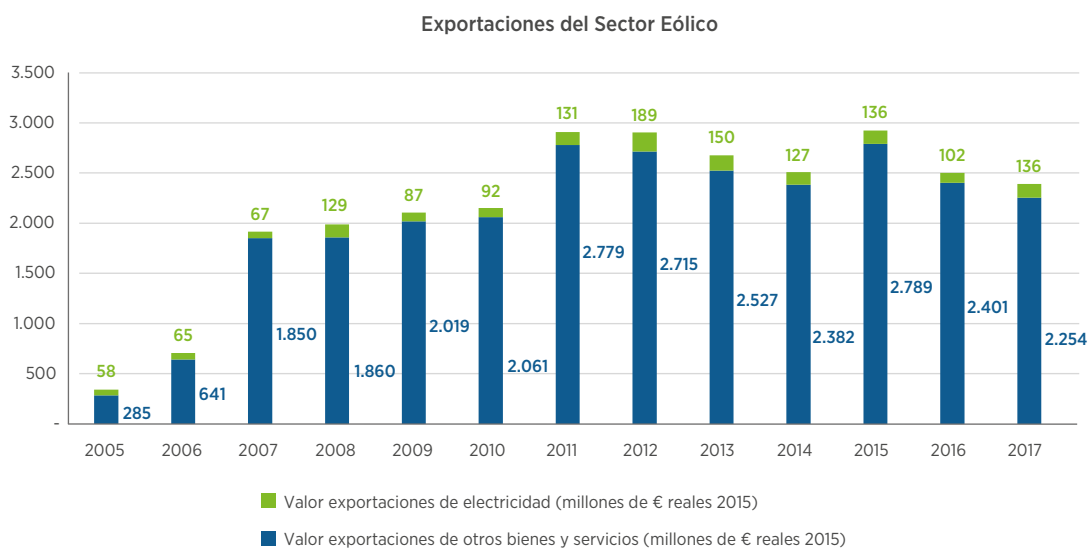
En 2017 la actividad exportadora alcanzó los 2.391 millones de €₂₀₁₅, lo que sitúa a España como el cuarto exportador del mundo de aerogeneradores, tras China, Dinamarca y Alemania (a la que llegó a superar en 2016).

- En el periodo 2012-2017 superó los 15.909 millones de €₂₀₁₅ (4.894 millones de €₂₀₁₅ en 2016 y 2017).
- Durante la última década, aportó 25.068 millones de €₂₀₁₅ a España.

Adicionalmente, la energía eólica permitió mejorar la balanza de pagos de la economía española debido a la reducción en las importaciones de combustible fósil, debido a la menor producción eléctrica con gas natural y carbón, sustituida por electricidad producido mediante viento. La energía eólica permitió ahorrar 11.971 millones de €₂₀₁₅ durante el periodo 2012-2017 (2.888 en 2016 y 2017).

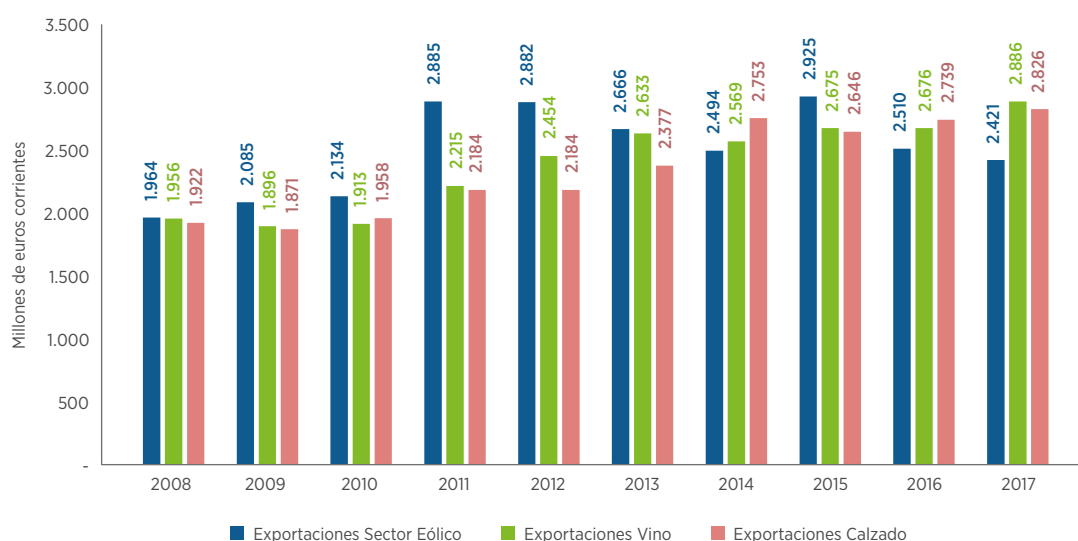
La siguiente figura incluye una desagregación de las exportaciones de la industria eólica, dividiendo entre bienes, equipos y servicios, y la electricidad que se exporta fuera de nuestras fronteras.

Evolución temporal de las exportaciones de electricidad y otros bienes y servicios del Sector Eólico Español, en términos reales (base 2015)



Si se comparan las exportaciones del Sector Eólico con las de otros sectores característicos de la economía española (calzado y vino), se observa la relevancia de esta industria.

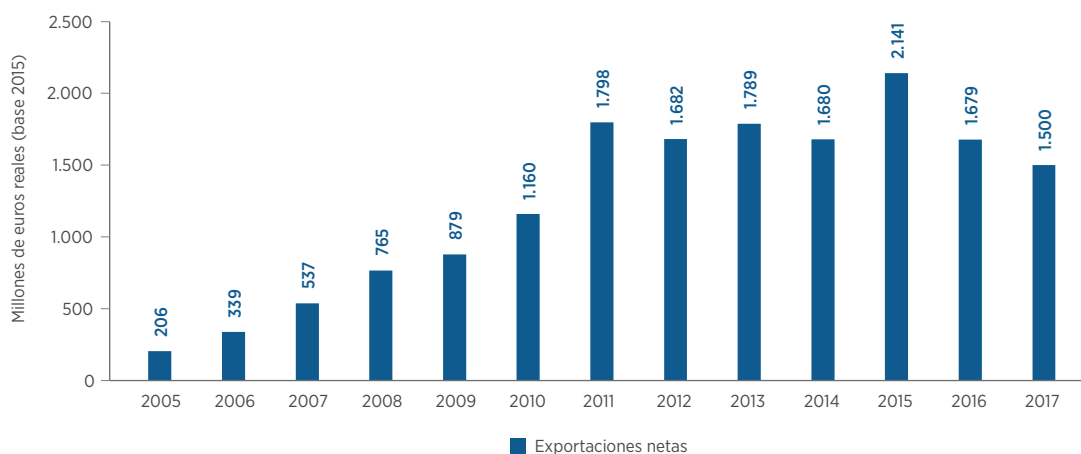
Comparativa de las exportaciones del Sector Eólico con las de otros sectores característicos de la economía española (datos en euros corrientes)



También es importante analizar el saldo comercial del Sector Eólico Español, es decir, la diferencia entre exportaciones e importaciones de bienes y servicios. Durante todo el periodo analizado, esta industria ha sido exportadora neta:

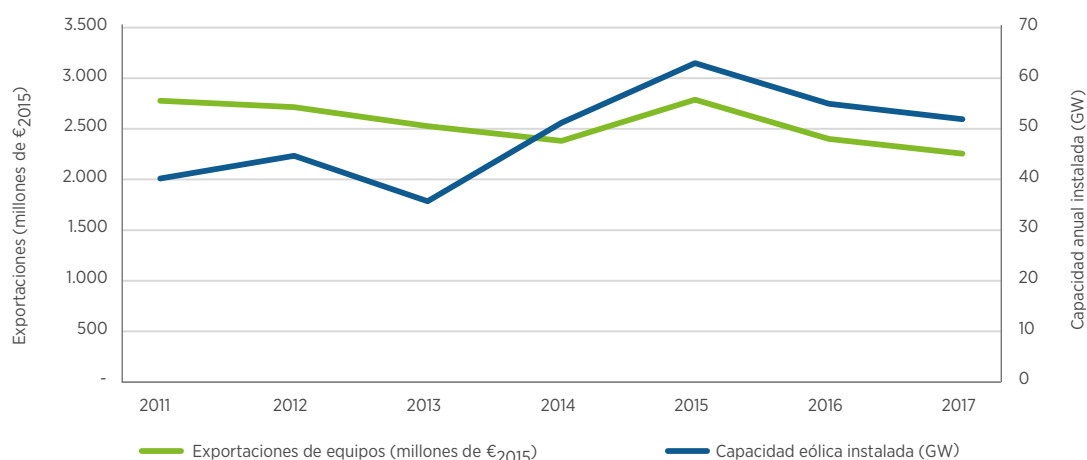
- En 2017 las exportaciones netas, una vez restadas las importaciones, alcanzaron los 1.500 millones de €₂₀₁₅.
- Durante el periodo 2012-2017, fueron de 10.471 millones de €₂₀₁₅, y en la última década sumaron 15.073 millones de €₂₀₁₅. De ellos, 3.179 millones de €₂₀₁₅ se obtuvieron en 2016 y 2017.

Evolución temporal de las exportaciones netas del Sector Eólico Español, en términos reales (base 2015)



Es interesante destacar también que, aunque el volumen de potencia que se exporta no ha variado de forma relevante, se ha producido una reducción en los precios de la energía eólica, debido a tres razones: la mejora de la tecnología, derivada de su madurez, el incremento en el tamaño y capacidad de las turbinas (que provoca que el precio pagado por MW sea inferior), y la mayor competencia entre fabricantes, con la entrada de agentes de nuevos mercados.

Comparación entre las exportaciones de bienes y servicios de los fabricantes españoles y el incremento de capacidad anual en el mundo



La parálisis en la instalación de capacidad durante los últimos años (2013-2017) ha perjudicado de forma clara a los Fabricantes de equipos y componentes, que han tenido que enfocar su actividad al mercado exterior. Aunque, como consecuencia de las subastas de potencia eólica realizadas en 2016 y 2017 se espera que se instalen volúmenes relevantes de potencia en España, la falta de planificación de la política energética puede provocar que la industria española no pueda asumir tal demanda. De esta forma, y para cumplir con los plazos establecidos, muchos promotores se van a ver obligados a importar equipos que, si se hubiera mantenido una demanda más uniforme, se hubieran podido fabricar en España.

En el futuro, debería procurarse que existiera un mercado interior constante para mantener las capacidades técnicas de la industria española, así como el desarrollo de actividades de investigación y desarrollo. Una buena oportunidad para ello, pasado 2020, puede ser el fomento de la repotenciación de parques cuya vida útil (regulatoria o técnica) llegue a su fin. Esta repotenciación puede deberse no solamente al propio fin del parque, sino a la sustitución de turbinas de menor potencia por otras más modernas en las zonas con mejor recurso eólico.

10.

IMPACTO DEL SECTOR EÓLICO EN TÉRMINOS DE DEPENDENCIA ENERGÉTICA Y BENEFICIOS MEDIO AMBIENTALES

La producción de electricidad mediante energía eólica permite evitar unas **externalidades o costes externos**, que no se consideran dentro de los costes de producción, y que sí están presentes en la generación mediante combustibles fósiles (ciclos combinados de gas natural, carbón y fuel/gas).

El uso de energía eólica, en sustitución de energías convencionales, permite reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera. Esto supone una gran ayuda para que España cumpla con sus compromisos con la Unión Europea y con el Acuerdo de París en materia de reducción de emisiones y lucha contra el cambio climático. También tiene un efecto relevante a la hora de evitar otras emisiones de gases contaminantes como son el SO_2 , los NO_x y las partículas.

Dado que las reservas de combustibles fósiles de nuestro país son escasas, la mayor parte de estos combustibles se importan del exterior. Esto supone una alta dependencia energética de España del exterior, y el pago de elevados importes al extranjero, perjudicando el equilibrio de nuestra balanza de pagos.

- Al depender de la importación de combustibles fósiles, España está expuesta a su volatilidad de precios, así como a las políticas de los países que los exportan. Esto no es así si se utilizan recursos autóctonos, como la energía eólica.
- De la misma manera, una dependencia energética tan alta supone una menor seguridad de suministro para España.

Como consecuencia, la energía eólica contribuye a que España logre los tres objetivos de las Políticas Energéticas de la Unión Europea: Seguridad de Suministro, Competitividad y energía a precios asequibles, y Sostenibilidad Medioambiental.

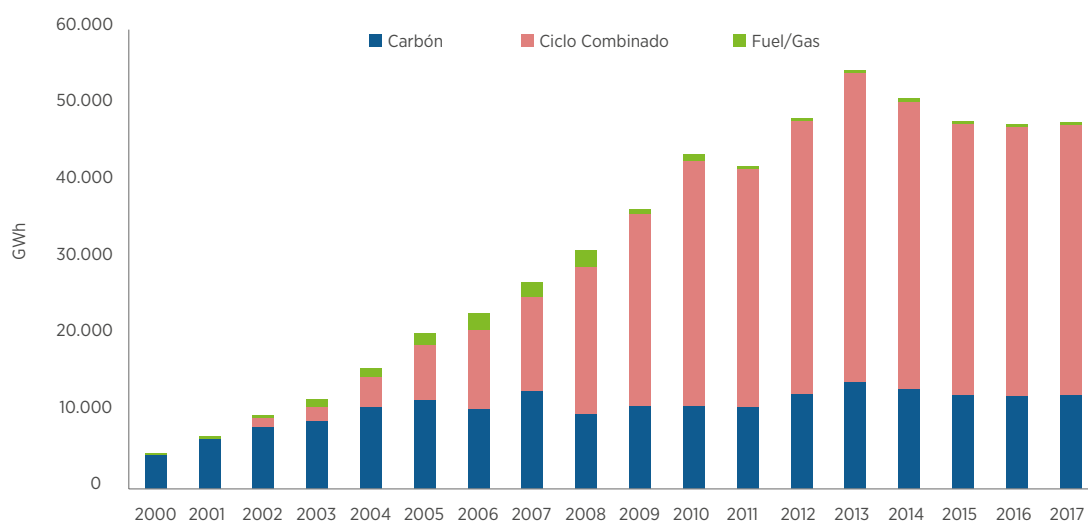
Gracias a la eólica y otras renovables, se genera electricidad sin necesidad de quemar combustibles fósiles, con los consiguientes beneficios medioambientales. **La eólica produjo 298 TWh durante el periodo 2012-2017 (48 TWh tanto en 2016 como en 2017)³¹; y 576 TWh entre 2000 y 2017.**

La generación eólica desde 2000 a 2017 equivale a:

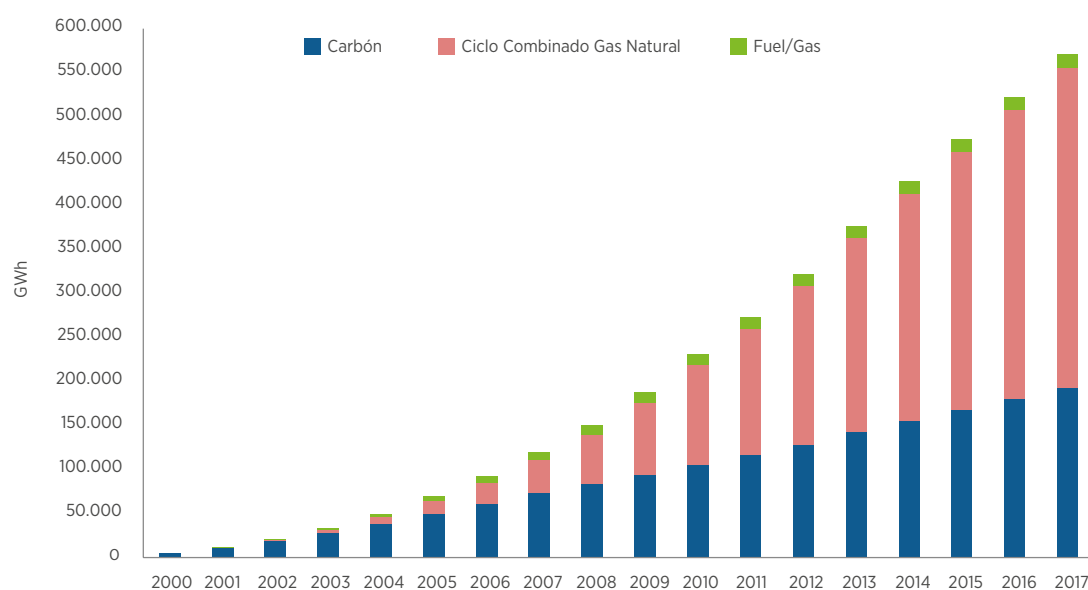
- La generación eléctrica con carbón en el periodo 2006-2017.
- Es superior a la demanda en barras de central total de la economía española en el conjunto de los dos últimos años (2016 y 2017).

31. Fuente Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia.

Producción de electricidad con energía eólica que sustituye a la que se hubiese generado con carbón, fuel/gas³² y gas natural (2000-2017)



Producción de electricidad con energía eólica que sustituye a la que se hubiese generado con carbón, fuel/gas y gas natural (acumulado 2000-2017)



10.1. EMISIONES DE CO₂ EVITADAS POR LA GENERACIÓN EÓLICA EN ESPAÑA

La energía eólica supuso, durante el periodo considerado, los siguientes beneficios medioambientales:

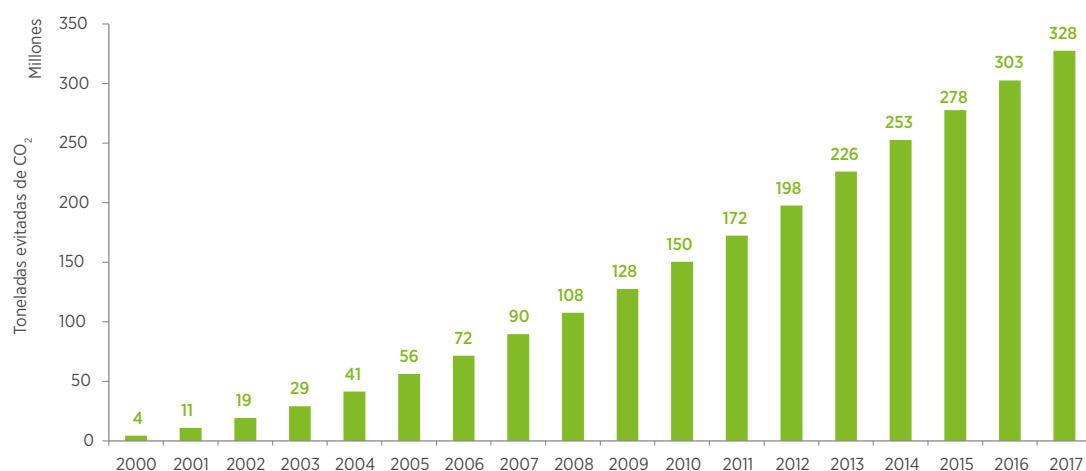
- Evitó la emisión de 155 millones de toneladas de CO₂ a la atmósfera entre 2012 y 2017, de las que 50 millones de toneladas de CO₂ se corresponden a 2016 y 2017. En el periodo 2000-2017, se evitó la emisión a la atmósfera de 328 millones de toneladas. En 2017, 25 millones.

32. En 2011-2017 únicamente en Sistemas Eléctricos Extrapeninsulares

Emisiones de CO₂ evitadas en el período 2000-2017



Emisiones de CO₂ evitadas acumuladas 2000-2017



Cabe destacar los siguientes hechos:

- En 2017, las emisiones que ha permitido reducir la energía eólica equivalen a un 58% de las emisiones totales de las centrales de generación de carbón ese año.
- Las emisiones evitadas desde el año 2000 hasta 2017 por el Sector Eólico ascienden a 328 millones de toneladas de CO₂ equivalente. Esta cifra es superior a las emisiones de toda España en 2016 (325 millones de toneladas de CO₂).

10.2. IMPORTACIONES DE COMBUSTIBLES FÓSILES EVITADAS POR LA GENERACIÓN EÓLICA

La generación de electricidad a partir de energía eólica permite evitar el uso de combustibles fósiles. Durante los años en que los combustibles fósiles estuvieron más caros (entre 2012-2014), el ahorro en importaciones de combustibles fósiles derivado del uso de la energía eólica supuso, junto con las exportaciones de la industria, una contribución importante al reducir el deterioro de la balanza de pagos española, y apoyando la salida de la crisis económica.

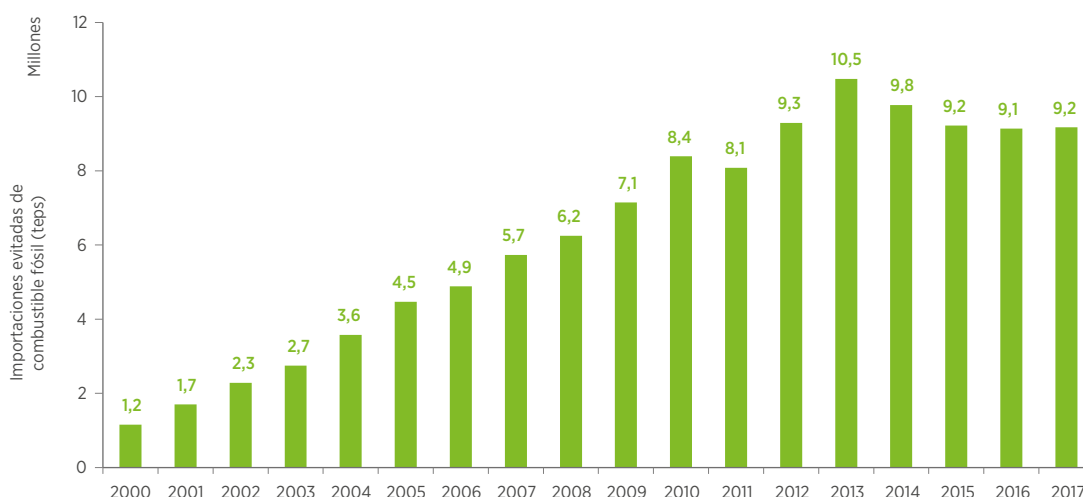
Según los cálculos realizados:

- Durante el periodo 2012-2017, se ha evitado importar 57 millones de toneladas equivalentes de petróleo, de los que 18 se corresponden con el periodo 2016-2017. Entre el año 2000 y 2017, se ha evitado la importación de 113 millones de toneladas equivalentes de petróleo.
- En 2017, se evitó la importación de 9,2 millones de toneladas equivalentes de petróleo.

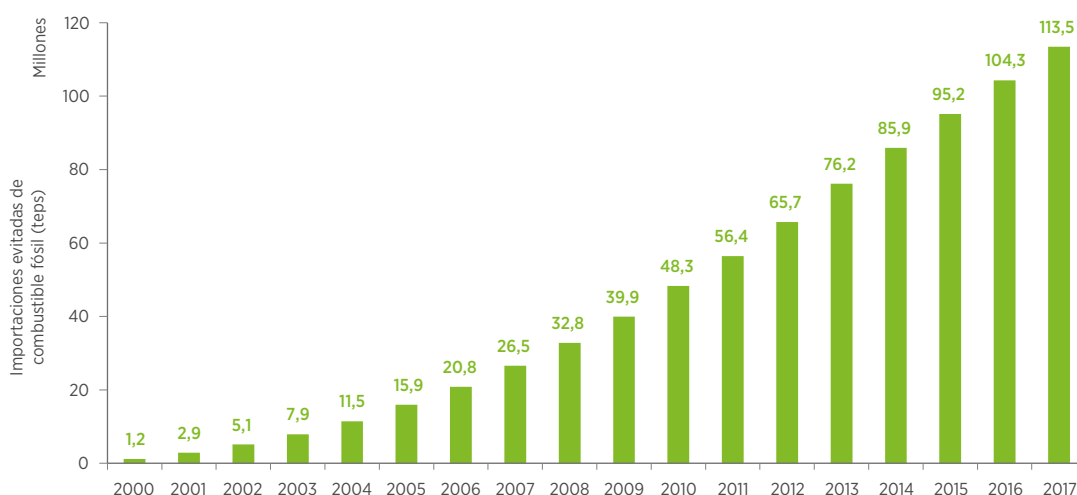
Esto ha supuesto en términos económicos un importante ahorro para España:

- 1.506 millones €₂₀₁₅ en 2017.
- 11.971 millones €₂₀₁₅ en el periodo 2012-2017.
- 21.234 millones €₂₀₁₅ en el periodo 2000-2017.
- Desde el año 2000, las importaciones evitadas de combustibles fósiles ascienden a más de 113 millones de toneladas equivalentes de petróleo.

Importaciones evitadas de combustible fósil en toneladas equivalentes de petróleo en el periodo 2000-2017

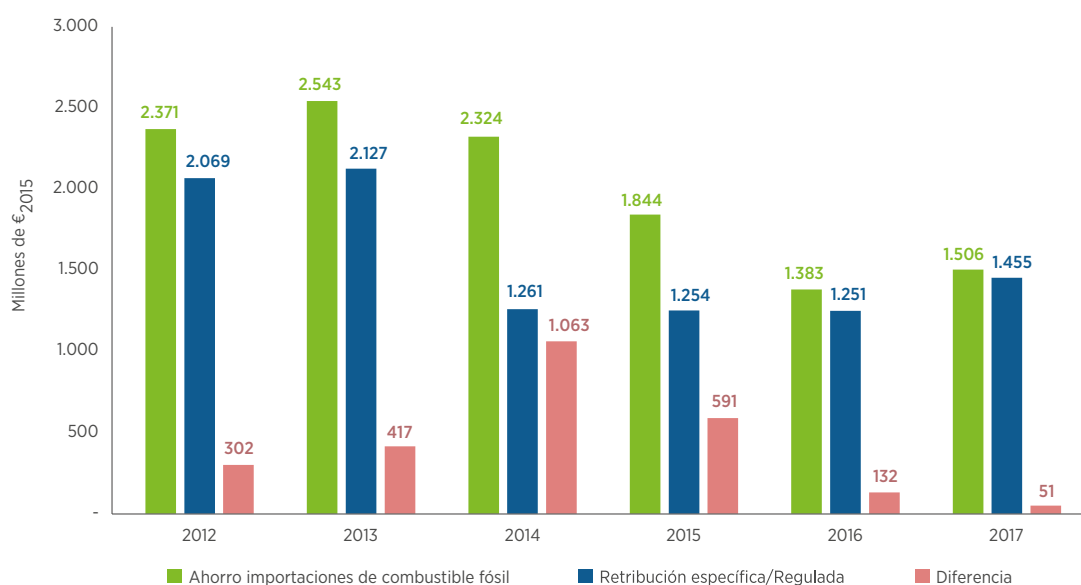


Importaciones evitadas de combustible fósil en toneladas equivalentes de petróleo en el periodo 2000-2017 (dato acumulado)



Si comparamos para el periodo 2012-2017 el ahorro anual de las importaciones de combustible fósil evitadas por la generación eólica y los incentivos devengados, se llega a la conclusión de que los ahorros han sido muy superiores a los incentivos recibidos: más de 2.554 millones de €₂₀₁₅ durante el periodo analizado.

Comparativa entre los ahorros derivados de las importaciones evitadas por la generación eólica y los incentivos devengados³³ (periodo 2012-2017)



33. Retribución específica y Regulada publicada por la CNMC.

11.

ESFUERZO DEL SECTOR EÓLICO EN I+D

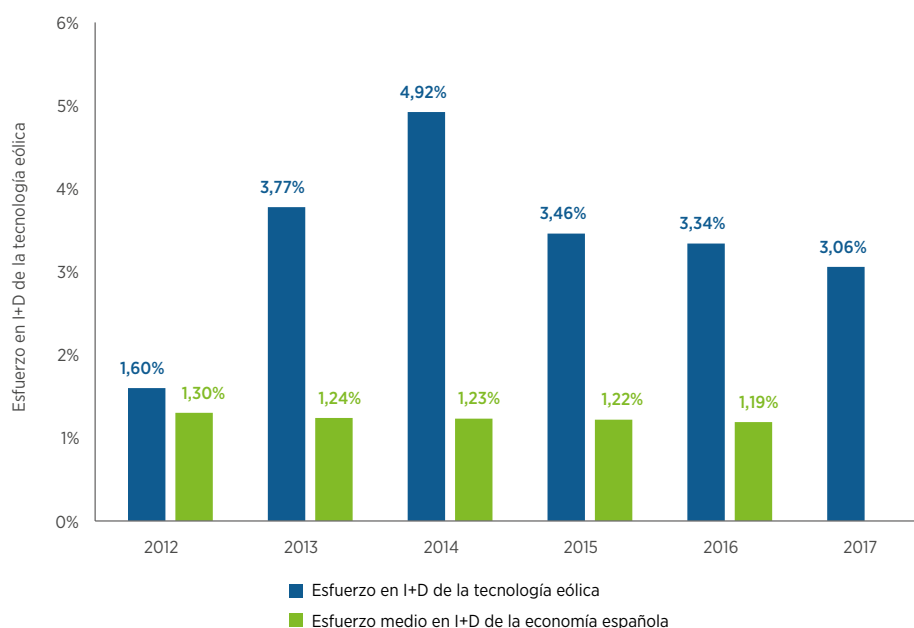
11.1. GASTOS DEL SECTOR EÓLICO EN I+D

El desarrollo de la tecnología eólica, con el incremento de las potencias, la reducción de las necesidades de mantenimiento, y el aumento del rendimiento de las turbinas ha sido clave en el incremento de la capacidad eólica instalada, y en la reducción de los costes que se han producido.

El esfuerzo en I+D realizado por el Sector Eólico es superior al esfuerzo realizado de media por todos los sectores de la economía española. En 2017, el esfuerzo de la industria eólica española alcanzó el 3,06% de su contribución al producto interior bruto. Con respecto a la economía española en su conjunto, el último dato disponible es el de 2016, donde suponía un 1,19% del producto interior bruto del país.

El dato de 2017 es inferior al de los demás años, excepto 2012, debido a que la inversión en I+D de los distintos subsectores se ha ponderado por su contribución al PIB. Debido a los altos precios del *pool* eléctrico en 2017, la contribución al PIB del subsector de los Promotores/Productores ha sido especialmente alta en 2017, y este sector invierte, proporcionalmente, menos que el de Fabricantes de Equipos y Componentes. **En valores absolutos, la inversión en I+D en 2017 ha sido incluso superior a la de 2016.** El mismo razonamiento puede aplicarse a 2012.

Evolución del esfuerzo en I+D del Sector Eólico y de la Economía Española³⁴



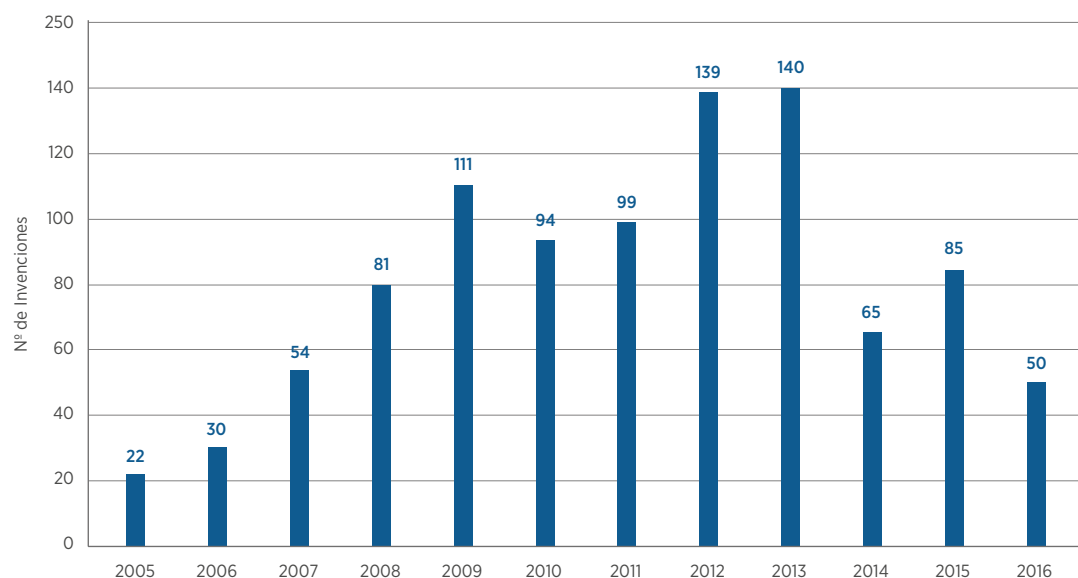
34. Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Deloitte.

11.2. EVOLUCIÓN DEL NÚMERO DE PATENTES DEL SECTOR EÓLICO EN ESPAÑA

El Sector Eólico español ha realizado un gran esfuerzo en el desarrollo de patentes aplicables a distintos componentes y tecnologías de los equipos eólicos.

De acuerdo con los datos de la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM), **desde el año 2005, las empresas españolas han publicado 960 patentes relacionadas con la tecnología eólica**. España ocupa el sexto lugar a nivel mundial en la solicitud de patentes eólicas y la cuarta posición a nivel europeo, lo que da una idea del potencial de innovación del Sector Eólico español, ligado al hecho de haber sido uno de los países pioneros en el desarrollo de esta tecnología.

Evolución del número de invenciones publicadas (patentes y modelos de utilidad)
en tecnología eólica



12.

COMPETITIVIDAD EN COSTES DE LA GENERACIÓN EÓLICA VS LAS SEÑALES DE PRECIO DEL MERCADO ELÉCTRICO

12.1. EVOLUCIÓN DEL LCOE EÓLICO 2005-2017

A la hora de considerar el impacto de las energías renovables en el mix energético a nivel mundial, es corriente señalar que resultan caras. Existen diversos aspectos que afectan a su coste que no dependen de la tecnología, tales como el precio de las materias primas, el coste de financiación, o las modificaciones de la política energética. No obstante, los costes propios de la tecnología se están reduciendo de forma constante, debido a que la potencia instalada a nivel mundial sigue creciendo, con lo que la experiencia y madurez de la tecnología es alta.

La mejor manera de valorar el coste de las tecnologías de generación eléctrica entre sí, para determinar la competitividad de cada una, es el concepto de coste armonizado de generación (en inglés, LCOE, *levelised cost of energy*). En la fórmula para el cálculo de este concepto se incluyen diversos factores, entre los que destacan:

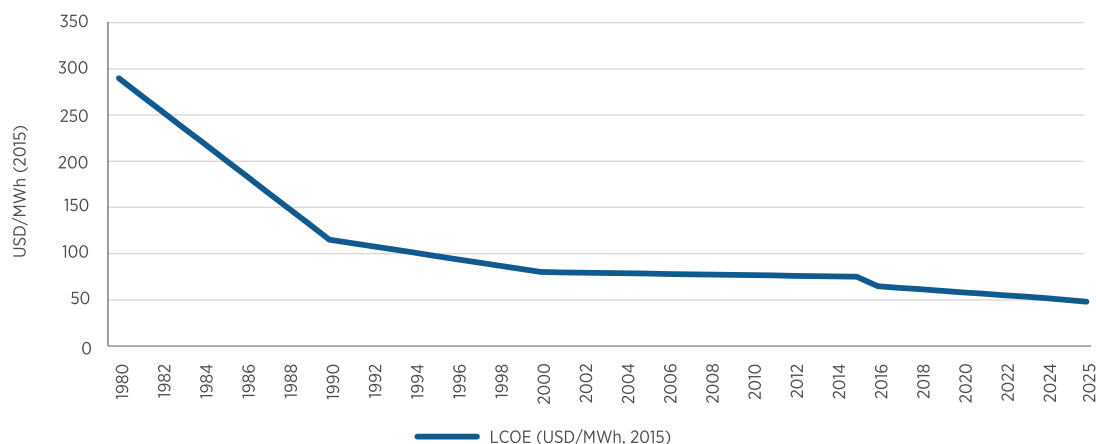
- El coste o inversión inicial (CAPEX): el coste del aerogenerador supone aproximadamente el 60-70%. El coste medio de un parque eólico se sitúa en un rango de entre 1.100 y 1.400 € por kW de potencia instalada. Varía según la tecnología y la marca a instalar.
- La vida útil de la instalación, que generalmente se estima en 20 años prorrogables (aunque en los últimos años, algunos parques están alcanzando el final de su vida útil estimada, y se está comprobando que se encuentran en situación de llegar a vidas útiles de 25 e incluso 30 años).
- Los costes financieros.
- Los costes de operación y mantenimiento (OPEX): suponen alrededor del 1-4% anual de la inversión.
- La energía global producida en un periodo de un año (el factor de capacidad de la instalación): se define en función de las características del aerogenerador y del viento en el emplazamiento.

El coste de generación de la energía eólica ha venido reduciéndose desde su aparición, debido al desarrollo de la tecnología, y a las continuas mejoras en la misma, debido al esfuerzo en I+D+i realizado por las empresas fabricantes de aerogeneradores y componentes. Se estima que entre 1986 y 2009, como consecuencia de estos esfuerzos, el coste de generación de la energía eólica **se redujo a la décima parte**, debido al esfuerzo realizado en los países desarrollados.

Desde 2010, la eólica empieza a tener un protagonismo creciente también en los países emergentes, especialmente en China, India y Brasil (de hecho, a finales de 2017, la potencia instalada en China era de 188 MW, un 35% de la

total a nivel mundial³⁵). Esta expansión a escala global y las importantes mejoras tecnológicas han convertido a la eólica en una tecnología muy próxima a las convencionales en términos de costes y utilización, llegando a superar a algunas de ellas.

Evolución LCOE de la eólica 1980-2025



De acuerdo con los estudios publicados por la U.S. Energy Information Administration, en la actualidad, **los costes de la energía eólica terrestre se encuentran entre los más bajos de todas las tecnologías, ligeramente por debajo de la energía hidráulica**. También pueden competir con los costes de las centrales de combustibles fósiles (incluso con ciclos combinados de gas natural), sin necesidad de incluir siquiera los costes de los derechos de emisión de CO₂ que estas últimas producen. Por otro lado, se espera que las nuevas políticas de lucha contra el cambio climático, y en concreto del Acuerdo de París, junto con la posible modificación de los mercados de derechos de emisión puedan suponer un aumento en los costes de los combustibles fósiles y de los derechos, incrementando así el LCOE de las tecnologías fósiles.

Si bien la tecnología está madura, y han pasado muchos años desde la aparición de los primeros aerogeneradores comerciales, **los costes de la eólica se seguirán reduciendo**, según las estimaciones de la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA). Según IRENA, en España, los costes de los proyectos de energía eólica terrestre se han reducido en un 70% desde los primeros proyectos hasta 2016³⁶, mientras que para 2025 se espera que disminuya un 26% adicional.

Costes de inversión, factores de capacidad y LCOE medios globales en 2015 y 2025

	Costes de Inversión (\$/KW)		Variación	Factor de capacidad		Variación	LCOE (\$/MWh)		Variación
	2015	2025		2015	2025		2015	2025	
Solar Fotovoltaica	1.810	790	-57%	18%	19%	8%	130	60	-59%
Termosolar (Colector parabólico)	5.550	3.700	-33%	41%	45%	8,40%	150/190	90/120	-37%
Termosolar (Torre colector)	5.700	3.600	-37%	46%	49%	7,60%	150/190	80/110	-43%
Eólica terrestre	1.560	1.370	-12%	27%	30%	11%	70	50	-26%
Eólica marina	4.650	3.950	-15%	43%	45%	4%	180	120	-35%

De acuerdo con el informe The Power to Change: Solar and Wind Cost Reduction Potential to 2025, de IRENA, a lo largo de los próximos diez años, **el coste de generación de la energía eólica terrestre se debería reducir en un 26%**, alcanzando los 50 \$/MWh, es decir, unos 45 €/MWh. Por otro lado, de acuerdo con BloombergNEF, esta reducción sería de un 25% hasta 2039³⁷. Gracias a la mayor experiencia alcanzada, así como a mejoras de la tecnología,

35. Fuente: The Global Wind Energy Council.

36. Fuente: IRENA (2018). Renewable Power Generation Costs in 2017. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

37. Fuente: BloombergNEF. New Energy Outlook 2018.

ya se están alcanzando estos precios en diversas subastas de capacidad y contratos a largo plazo (PPAs) de venta de electricidad. Por ejemplo, en Marruecos se alcanzaron en las subastas de 2015 precios de 2.7 c€/kWh, mientras que en 2016 se celebraron subastas en Perú y México que alcanzaron precios de 3,4 y 3,0 c€/kWh. Estas cifras se deben a un elevado recurso eólico (entre 4.000 y 5.000 horas equivalentes de funcionamiento), excelentes condiciones de financiación, y un tamaño de proyecto muy grande. El coste de capital, es decir, el interés que el promotor debe pagar por los créditos, es uno de los principales factores que afectan al coste de generación de las energías renovables, junto con el recurso disponible y el coste de los equipos. Este tipo de proyectos se encuentra fuertemente apalancado, y el coste de generar electricidad puede encarecerse hasta un 35% si la tasa de interés sobre el capital se incrementa de un 5% a un 10%. **El peso del coste de capital sobre el LCOE para un proyecto de energía eólica terrestre es de media un 75%, dependiendo del tipo de interés vigente a pagar.**

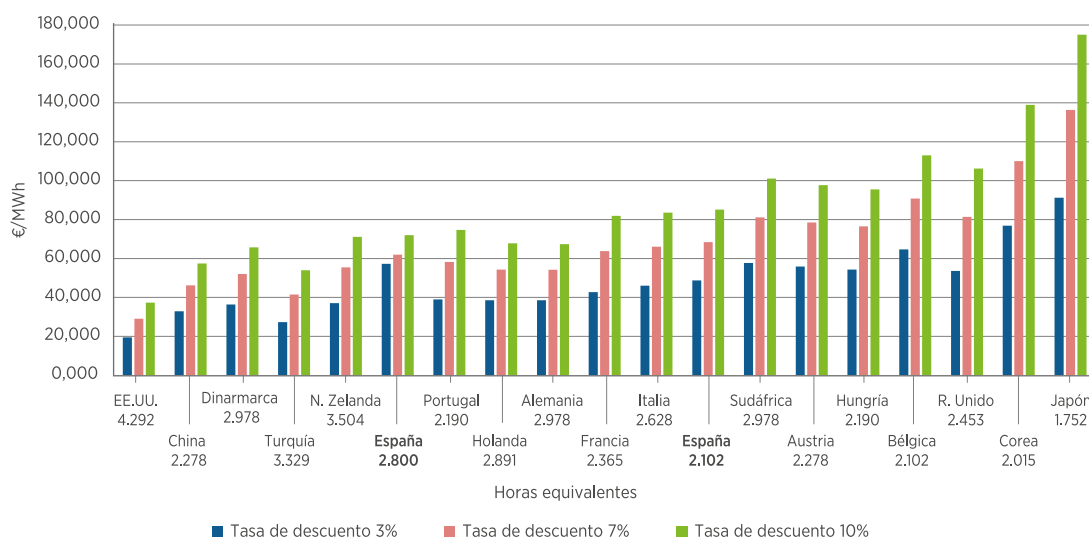
Otras fuentes, como la Comisión Europea, también consideran a la eólica, junto con la hidráulica y la geotérmica, como las tecnologías de generación más competitivas, por delante de las térmicas de gas, la nuclear y el carbón.

En su estudio quinquenal de 2015 sobre los costes de generación de diferentes tecnologías, la Agencia Internacional de la Energía (AIE) avaló esta tesis y destacó también el fuerte impacto del coste de capital. En el caso de España, establece una gran diferencia entre el coste de generación de un parque con 2.102 horas equivalentes de capacidad (la media calculada por la AIE para los parques españoles) y otro de 2.800 horas, diferencia que aumenta también en función del coste de financiación del parque. Mientras que un parque de 2.102 horas con un coste de financiación del 10% tendría un LCOE de 90 €/MWh, el de 2.800 horas con un coste de financiación del 3% costaría 55 €/MWh, prácticamente la mitad.

Las empresas están realizando grandes esfuerzos en reducir los costes de la tecnología, a la vez que incrementan el rendimiento de las turbinas (entre otras cosas, para que puedan aprovechar vientos con velocidades inferiores). No obstante, no pueden actuar sobre el coste de capital, que es función de la política regulatoria: **cuando se incrementa la inestabilidad, la financiación resulta más cara.**

En ese mismo estudio, se pone de manifiesto que **el coste de inversión para instalar un megavatio eólico en España está entre un 10% y un 50% por debajo de la mayoría de los países del entorno** (Holanda, Francia, Italia, etc.), lo que podría suponer una ventaja para que nuestro país concentre inversiones europeas en eólica de cara al cumplimiento del objetivo de renovables de 2030 (al menos un 32% de la energía final consumida en la UE deberá ser renovable³⁸).

LCOE Eólico Onshore



38. Este objetivo fue fijado el 14 de julio por los gobiernos de la Unión Europea y el Parlamento Europeo, e incluye una cláusula de revisión al alza en 2023. Se trata de un objetivo intermedio entre el propuesto por el Parlamento Europeo, del 35% y el que buscaban los países de la Unión Europea, del 27%.

Otro aspecto importante: el LCOE de la eólica española se ha estado encareciendo como consecuencia del impuesto a la generación del 7%. En el caso de las comunidades autónomas, la existencia de cánones eólicos resulta en un coste de producción aún más alto, lo que les resta atractivo a la hora de competir por nuevas inversiones. Si se eliminaran los cánones eólicos y el impuesto sobre el valor de la producción de energía eléctrica, las nuevas instalaciones eólicas podrían tener un coste inferior a los 65 €/MWh en casi todas las comunidades, al menos las que cuentan con un recurso eólico abundante (con excepción de Canarias, donde la insularidad incrementa los gastos de construcción).

12.2. EL IMPACTO DEL SECTOR EÓLICO EN LOS PRECIOS DEL MERCADO MAYORISTA DE LA ELECTRICIDAD

El efecto reductor de las energías renovables sin coste de recurso, como la eólica, en los mercados eléctricos europeos es sustancial. Desde 2008, los precios han bajado considerablemente y las diferencias entre los mercados se han reducido: hoy prácticamente todos se mueven en una banda de entre 20 y 50 €/MWh.

En España, la gradual sustitución de la generación térmica fósil por producción eólica ha tenido un efecto significativo. Desde 2012, el ahorro para el sistema ha sido de 21.807 millones de € (ver tabla). Llevado al precio de la electricidad de los consumidores, implica un ahorro medio de 1,5 c€/kWh. Para un consumidor de 4.000 kWh anuales, el ahorro total en cinco años ha sido de 351 €.

Impacto de la energía eólica en el precio del mercado mayorista de la electricidad³⁹

Año	Efecto reductor de la eólica (€/MWh)	Demanda eléctrica peninsular (GWh)	Ahorro total generado (M €)
2017	9,7	252,74	2,452
2016	15,2	250,099	3,802
2015	12	248,398	2,981
2014	19	243,544	4,627
2013	21	246,368	5,174
2012	11	252,014	2,772
Total (2012-2017)			21,807

En los últimos cinco años, gracias a la eólica el precio medio anual del mercado eléctrico español ha sido entre 9,7 y 21 €/MWh inferior que si la electricidad se hubiese generado en centrales térmicas fósiles.

El efecto reductor de la eólica en el mercado eléctrico español, en 2017, fue de 9,7 €/MWh, menor que en 2016 debido al efecto de la mayor interconexión con Francia. En los picos de generación eólica se ha exportado más a Francia, por lo que el precio no ha sido tan bajo como en otras ocasiones. Cuando no ha habido viento, se ha importado más de Francia, en lugar de utilizar los ciclos combinados autóctonos, por lo que los precios han sido menores que antes de poner en marcha la nueva interconexión con nuestro país vecino.

39. Fuente de los datos: REE, OMIE y AEE

Aun así, la generación eólica ha supuesto un beneficio para los consumidores españoles. Un consumidor doméstico con tarifa PVPC habría pagado (antes de impuestos) 17,97 c€/kWh, si no hubiese existido la generación eólica, mientras que gracias a la eólica ha pagado 17,90 c€/kWh (incluye también los incentivos que se le dan a 2/3 de los parques eólicos). A lo largo del año, un consumidor doméstico se ha ahorrado 1,7 €.

Los que más salen beneficiados del efecto reductor de la eólica son los consumidores industriales. Para un consumidor medio que tenga la Tarifa AT1 y un consumo de 1.500 MWh anuales, el ahorro a lo largo de 2017 ha sido de 9.900 €. Es decir, si no se hubiesen puesto en marcha los 23.000 MW eólicos existentes, la electricidad le habría costado 9.900 € más al año.

La diferencia entre un consumidor y otro es que los consumidores domésticos pagan proporcionalmente más costes fijos del sistema que los industriales y que éstos últimos consumen mucha más electricidad. Un consumidor PVPC paga casi el triple en concepto de peaje de acceso respecto a lo que paga el consumidor industrial por kilovatio hora consumido.

El efecto reductor de la eólica en los precios de la electricidad europeos es una gran noticia para consumidores y empresas, que pagan menos en su factura de la luz. Sin embargo, la presión que supone para las compañías que se dedican a la generación eléctrica es tal, que **ninguna tecnología de generación puede recuperar sus costes de inversión iniciales (CAPEX) si percibe exclusivamente lo que recibe del mercado.**

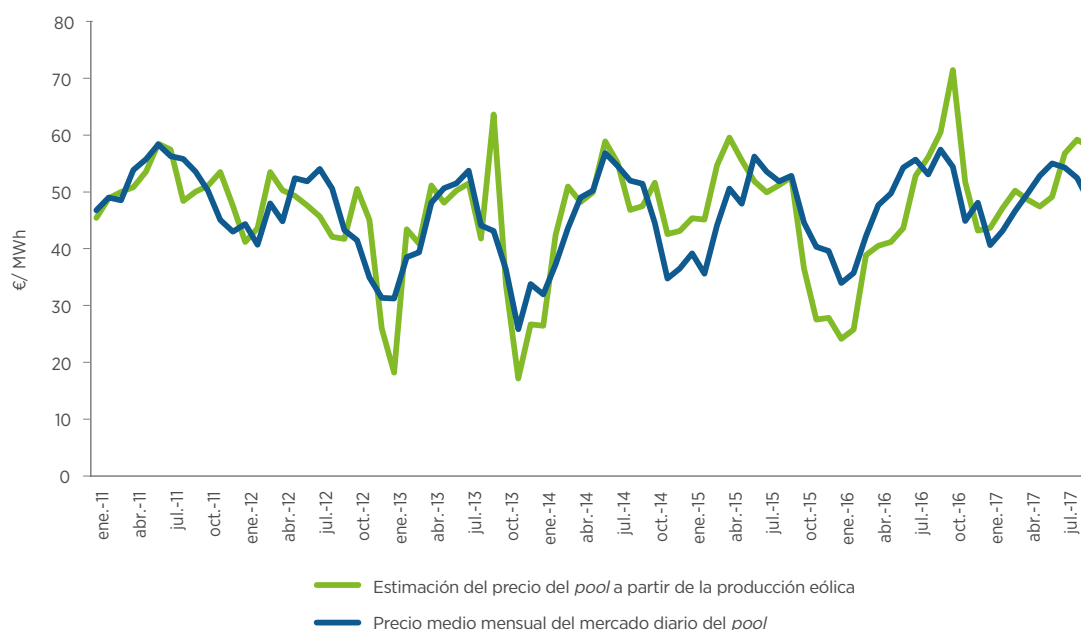
12.3. EL IMPACTO DEL SECTOR EÓLICO EN LA FORMACIÓN DEL PRECIO DEL POOL

El elevado nivel de penetración eólica en nuestro sistema eléctrico determina en gran medida el comportamiento del mercado eléctrico español.

Si se analiza la sensibilidad del precio del mercado mayorista de la electricidad con respecto a la producción eólica, se puede concluir que:

- La producción eólica mensual en España explica el 56% del comportamiento del precio medio mensual de España del mercado diario de la electricidad.
- Una variación de 500 GWh en la producción eólica mensual implica:
 - Una reducción de 4,8 €/MWh en el precio medio mensual del mercado diario, en el caso de aumento de la producción eólica.
 - Un aumento de 4,8 €/MWh en el precio medio mensual del mercado diario, en el caso de reducción de la producción eólica.
- De la misma manera, una variación de 1 MW en el sistema eléctrico supone:
 - Una reducción de 2 cts €/MWh en el precio medio mensual del mercado diario, si se introduce 1 MW de energía eólica más en el sistema.
 - Un incremento de 2 cts €/MWh en el precio medio mensual del mercado diario, si se retira 1 MW de energía eólica del sistema.

Comparación del precio medio mensual del mercado diario del mercado mayorista de la electricidad y el estimado a partir de la producción eólica



Esto lleva a reflexionar sobre la conveniencia de mantener el modelo actual de mercado mayorista, ya que plantea problemas de desarrollo de proyectos de inversión a largo plazo.

El aumento de la penetración de la energía eólica, y de tecnologías cuyo coste marginal es muy bajo, reduce el precio del mercado en mayor cuantía que si el aumento de la potencia se hubiese realizado con unidades de combustible fósil.

Esto desincentiva el desarrollo de nuevos proyectos de generación eólica y, en los casos de alta penetración de eólica y solar fotovoltaica, también desestimula la instalación de generación fósil.

De esta mayor incertidumbre con respecto al precio del mercado se derivan exigencias de mayores tasas de rentabilidad para los proyectos de generación de energía, tanto de energías renovables como de combustible fósil, lo cual dificulta el desarrollo de nuevos proyectos de inversión en esta actividad.

12.4. ESTIMACIÓN DEL IMPACTO DE LAS SUBASTAS DE POTENCIA EÓLICA EN LA FORMACIÓN DEL PRECIO DEL *POOL*

La energía eólica tiene un importante efecto reductor sobre los precios del mercado mayorista de electricidad. Tal y como se ha señalado anteriormente, el precio de la electricidad es muy sensible a la producción eólica: un incremento en la energía generada, ya sea por un mes con mucho recurso eólico, o bien por una mayor potencia instalada, está relacionado, en ausencia de otros factores, con una bajada en el precio de la electricidad.

Se ha simulado el comportamiento del mercado eléctrico durante los años 2018, 2019 y 2020, considerando la entrada en funcionamiento de la potencia eólica que se ha asignado en las tres subastas que se han producido hasta el momento. Se ha podido estimar el efecto reductor de la energía eólica sobre el precio del mercado mayorista. Para ello, se han seguido los siguientes pasos:

- Se ha tomado el precio del mercado de futuros del mercado eléctrico (OMIP), como referencia del precio de mercado en los meses de 2018 que restan desde la elaboración del presente informe, y para 2019 y 2020.
- Se ha calculado el efecto reductor de la potencia eólica instalada actualmente, sin considerar la que se añadirá con las subastas. En este caso, no se han considerado posibles retiradas de potencia de antiguos parques o posibles repotenciaciones.
- A continuación, se ha simulado la entrada en funcionamiento de los 4.608 MW adjudicados en las tres subastas, a lo largo de 2018, 2019 y 2020. Para ello, se ha considerado que todos los parques tienen que haber entrado en funcionamiento antes de 2020, según las condiciones establecidas en las subastas.

Como consecuencia de este análisis, se concluye:

- Sin considerar la potencia instalada por las subastas, la reducción de precio media derivada de la energía eólica será de 3,19 €/MWh en 2018, 8,14 €/MWh en 2019 y 3,66 €/MWh en 2020.
- Si se considera la potencia que se instalará como consecuencia de las subastas, el precio se reduciría en 3,56 €/MWh en 2018, 8,93 €/MWh en 2019 y 15,83 €/MWh en 2020.

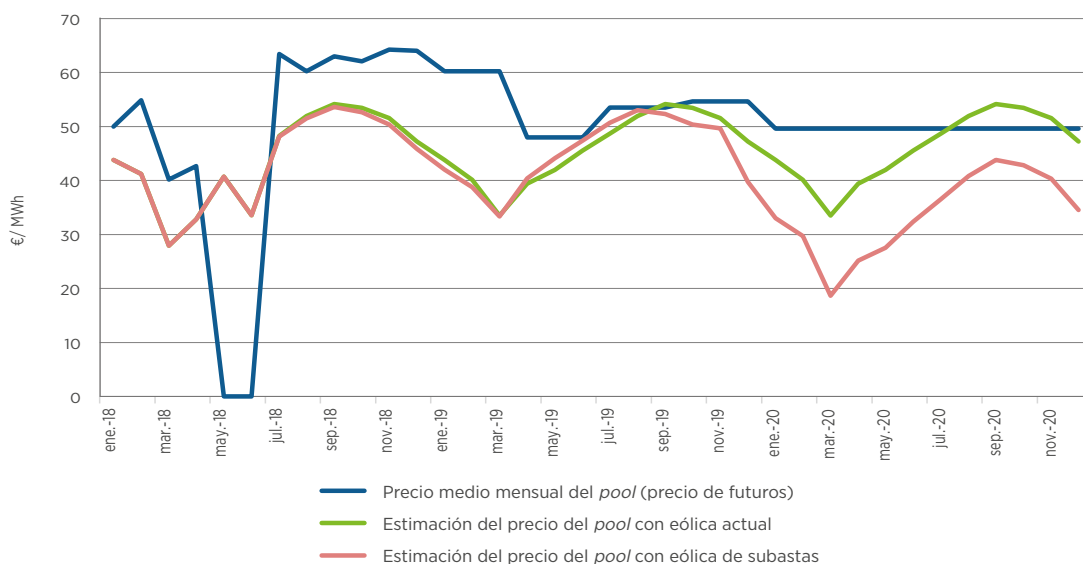
Estos ahorros se reflejan en la siguiente tabla:

Impacto de la energía eólica en el precio del mercado mayorista de la electricidad

Ahorro derivado de eólica	Sin subastas	Con subastas
2018	3,19 €	3,56 €
2019	8,14 €	8,93 €
2020	3,66 €	15,83 €

El siguiente gráfico muestra la evolución de tres precios: el precio del mercado de futuros, el precio estimado del *pool* considerando la potencia eólica actualmente instalada, y la estimación del precio del *pool* teniendo en cuenta la potencia eólica que se instalará como consecuencia de las subastas.

Comparación del precio medio mensual del mercado de futuros del mercado mayorista, el precio estimado del *pool* con la potencia eólica actual, y el precio estimado del *pool* con la eólica que se instalará como consecuencia de las subastas



Esto permite confirmar que, como se señaló anteriormente, el incremento de la potencia eólica instalada supone una reducción en el precio del mercado mayorista de electricidad.

En un futuro, conforme la penetración de la energía eólica se incremente, y haya más horas del año en el que el mercado diario case a precios cada vez más bajos, podría ser necesario rediseñar el actual mercado marginalista y asegurar unos ingresos mínimos para las distintas tecnologías, de cara a evitar que las inversiones realizadas no sean rentables.

La siguiente tabla recoge una estimación del ahorro que para el mercado mayorista tendrá la generación eólica, considerando la potencia actual y la nueva potencia instalada por las subastas.

Estimación del impacto futuro de la energía eléctrica en el mercado mayorista de la electricidad, años 2018-2020⁴⁰

Año	Demanda eléctrica peninsular (GWh)	Ahorro derivado de eólica (millones de €). Sin subastas	Ahorro derivado de eólica (millones de €). Con subastas
2018	254,248	811	906
2019	258,689	2,105	2,311
2020	262,946	962	4,161
Total (2018-2020)	775,883	3,877	7,378

De acuerdo con la tabla anterior, la actual potencia eólica instalada supondrá unos ahorros de casi 4.000 millones de euros en estos tres años. Si se instala la potencia prevista, no obstante, el ahorro total será de más de 7.000 millones de euros en este mismo periodo.

40. Fuentes: La demanda futura de electricidad en España se ha estimado a partir de datos de The Economist Intelligence Unit.

13.

ESCENARIOS A 2020, 2030 Y 2050: LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN ESPAÑA Y SUS IMPLICACIONES PARA LA ENERGÍA EÓLICA

13.1. ESCENARIOS QUE SE PLANTEAN

La ineludible transición energética de los combustibles fósiles a las renovables lleva aparejada una serie de hitos que los países han de ir cumpliendo a lo largo del camino. El primero y más inmediato son los objetivos de la UE en materia de consumo de energía final con fuentes renovables, que en 2020 ha de alcanzar el 20%. En 2030, la UE en su conjunto debe llegar al menos al 32% de consumo a través de renovables. A diferencia de los de 2020, los objetivos de 2030 se han planteado a nivel europeo, no nacional, lo que **deja espacio a España para imponerse metas más ambiciosas, como están haciendo países como Alemania o Francia.** Sin olvidar la necesidad de cumplir los Acuerdos de París de diciembre de 2015 sobre emisiones.

En este apartado del informe se evalúa la evolución del Sector Eólico en términos económicos para los horizontes 2020, 2030 y 2050 según diferentes escenarios de evolución de la penetración eólica. El primero toma como base el escenario de referencia con el que trabaja la Comisión Europea. El segundo, más ambicioso, está planteado con unos parámetros más probables en términos de correlación PIB/demanda eléctrica.

Escenario 1. Escenario de referencia planteado para la Comisión Europea a partir del Modelo PRIMES (desarrollado por la National Technical University of Athens)

El Modelo PRIMES supone el cumplimiento del objetivo del 20% de energía final renovable para 2020 y del 27% para 2030. En él se plantea una potencia instalada en 2030 de 29.888 MW de energía eólica en España. Se ha propuesto, como meta intermedia, 27.700 MW en 2020, resultado de sumar los 4.608 MW adjudicados en las subastas de 2016 y 2017 a la potencia de 23.092 MW instalados al final de 2017. Este modelo considera, para 2050, una potencia instalada de 47.142 MW. El ritmo de desarrollo de la eólica sería el siguiente:

- De 2018 a 2020: 4.608 MW (de 23.092 MW a 27.700 MW), lo que supondría un incremento de potencia anual de 1.536 MW.
- De 2021 a 2030: 2.188 MW (de 27.700 MW a 29.888 MW), lo que supondría un incremento de potencia anual de 219 MW.
- De 2031 a 2050: 17.254 MW (de 29.888 MW a 47.142 MW), lo que supondría un incremento de potencia anual de 863 MW.

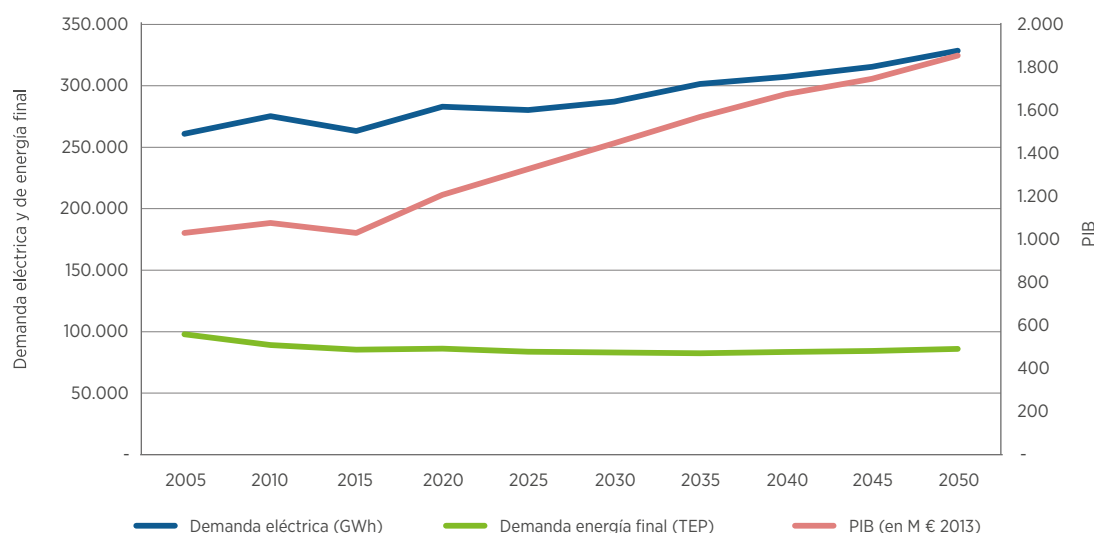
Las implicaciones de este escenario 1 son:

- **No se incentivaría el desarrollo de actividad industrial:** para instalar menos de 900 MW al año habría capacidad excedentaria.
- Podría mantenerse un pequeño sector industrial local, siendo el principal objetivo de esta actividad la exportación y el mantenimiento de las instalaciones existentes.
- Se iría perdiendo la mayor parte de las ventajas competitivas que se habían desarrollado en el pasado: economías de escala, liderazgo tecnológico, etc.
- La industria española perdería competitividad a nivel internacional, al no existir un mercado interno exigente.
- El empleo entre 2020 y 2030 se reduciría de forma clara, tras la recuperación que se espera que produzca la instalación de la potencia asignada en las subastas hasta 2020. Luego se produciría un aumento sostenido, en línea con el incremento de potencia instalada.

Este escenario está basado en un crecimiento reducido de la demanda eléctrica (aumento del 25%, un 0,7% anual) y de la energía final (incremento del 0,02% anual, un 1% en total) de 2015 a 2050, mientras el PIB (en euros constantes de 2013) aumentaría un 80%. Esto resulta poco probable (por cada 3 puntos porcentuales de crecimiento de la economía la demanda eléctrica sólo aumentaría uno), teniendo en cuenta que entre 2000 y 2015 la correlación entre la evolución del PIB y el consumo de energía y electricidad ha sido notable, del 82% (por cada punto de incremento del PIB la demanda eléctrica ha aumentado 0,82 puntos).

Planteamiento del Modelo PRIMES para España⁴¹

Modelo PRIMES: evolución demanda eléctrica, energía final y PIB (2005-2050)



Escenario 2. Este escenario va más allá y tiene en cuenta unos parámetros más reales: toma como base una correlación del 50% entre el aumento del PIB y el incremento del consumo eléctrico entre 2015 y 2050⁴². Al aumento del 80% del PIB en este periodo le correspondería un incremento de la demanda eléctrica del 40%. **Este escenario estaría así más acorde con la evolución hacia una economía más electrificada, especialmente en el transporte. Se ha considerado, para 2020 la misma potencia que en el escenario anterior, de 27.700 MW, 40.000 MW en 2030 y 60.000 MW en 2050.**

41. Fuente: Modelo PRIMES: Comisión Europea.

42. Por cada punto porcentual de incremento del PIB se incrementa un 0,5% la demanda eléctrica.

La capacidad anual de aumento de potencia sería:

- De 2018 a 2020: 1.536 MW anuales.
- De 2021 a 2030: 1.230 MW anuales (se pasaría de 27.700 MW en 2020 a 40.000 MW en 2030, lo que supone un aumento de potencia de 12.300 MW en 10 años).
- De 2030 a 2050: 1.000 MW anuales (se pasaría de 40.000 MW a 60.000 MW en 2050, un incremento de 20.000 MW en 20 años).

Las implicaciones del escenario 2 serían:

- Una reactivación de la actividad industrial debido a la instalación de nueva potencia.
- El desarrollo del mercado interior mejoraría la posición competitiva (economías de escala, liderazgo tecnológico, profesionales cualificados, etc.) de las empresas españolas, lo que permitiría incrementar aún más las exportaciones.
- La actividad de mantenimiento de instalaciones tendría un papel aún más relevante.
- Se produciría un aumento constante en el número de empleados en el Sector Eólico, alcanzando los 35.686 empleados en 2050.

El resultado de aplicar estos escenarios sobre los principales indicadores de actividad, y su impacto económico y social están reflejados en la tabla siguiente.

Evolución del sector para 2020, 2030 y 2050 de acuerdo con diferentes escenarios:
previsión de la evolución de los principales indicadores

	2017	2020	2030		2050	
			Escenario 1	Escenario 2	Escenario 1	Escenario 2
Potencia Instalada (MW)	23.020	27.700	29.888	40.000	47.142	60.000
Potencia a instalar anualmente (MW)		1.536	219	1.230	863	1.000
Contribución anual al PIB (M €2015)	3.395	4.212	3.816	4.346	5.324	5.838
Empleo profesionales	22.578	26.740	24.698	28.126	32.890	35.327
Energía generada (TWh)	48	62	67	90	106	135
Emisiones evitadas de CO ₂ (Millones de toneladas)	18%	22%	23%	31%	37%	47%
Importaciones de combustible fósil evitadas (M tep)	25	33	35	47	56	71

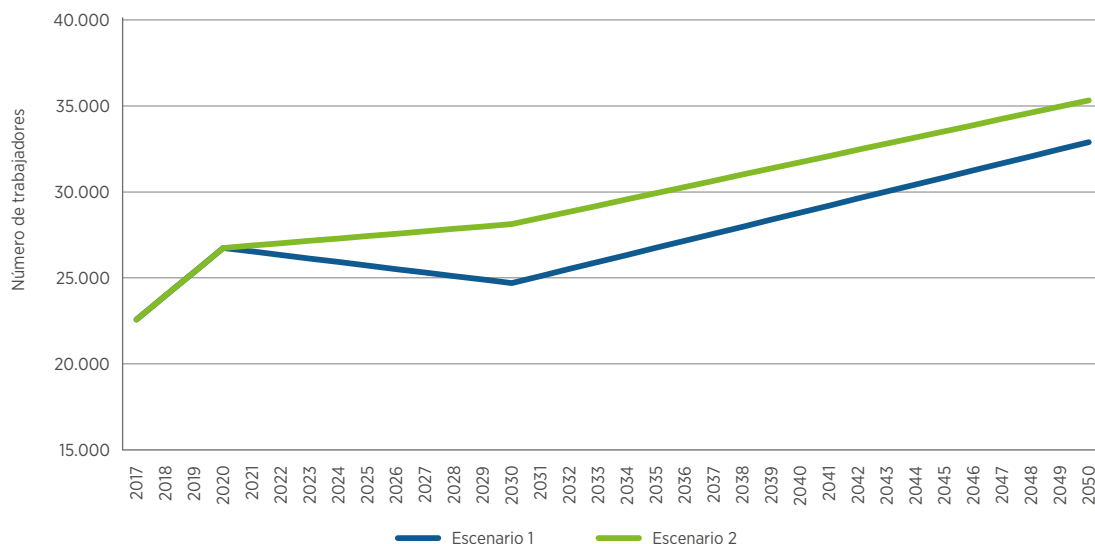
Es decir, que el segundo escenario tendría unos mayores beneficios no sólo para el sector, sino para el país en su conjunto:

- La aportación al PIB del sector sería más de 500 millones de euros superior que en el Escenario 1 (un 13 % más).
- La independencia energética española mejoraría al reducirse las importaciones de combustibles fósiles en 6 millones de tep respecto al Escenario 1, y las emisiones de CO₂ serían inferiores en 15 millones de toneladas.

El siguiente gráfico representa la evolución en el empleo entre 2017 y 2050, suponiendo los dos escenarios anteriormente descritos:

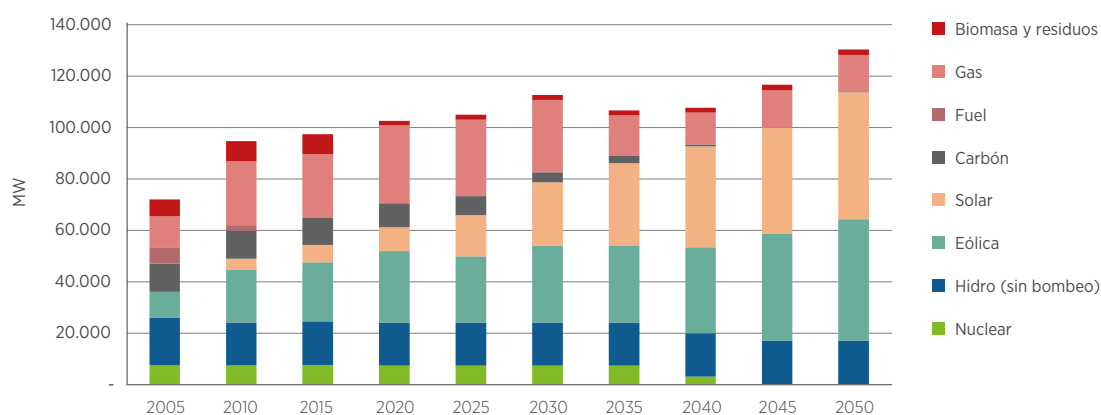
Evolución del empleo en el sector para 2020, 2030 y 2050 de acuerdo con diferentes escenarios

Evolución del empleo en los Escenarios 1 y 2

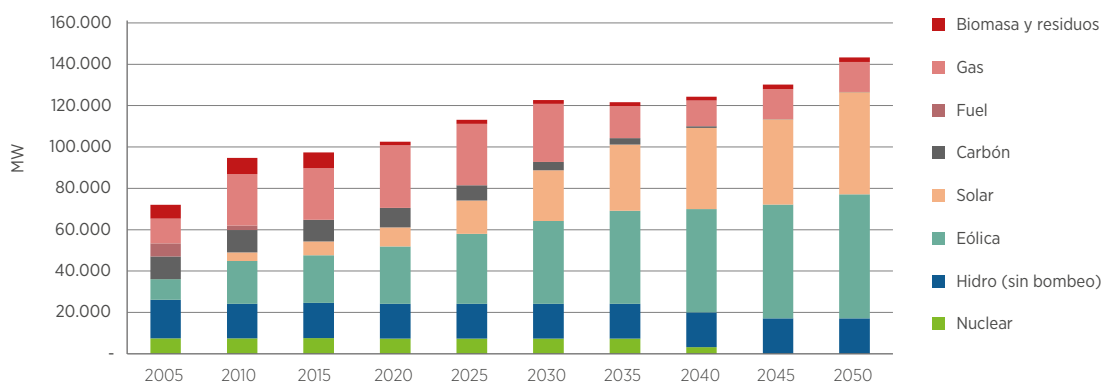


Evolución de la potencia instalada en España según tecnología⁴³

Evolución potencia instalada en España 2005-2050 (Modelo PRIMES)

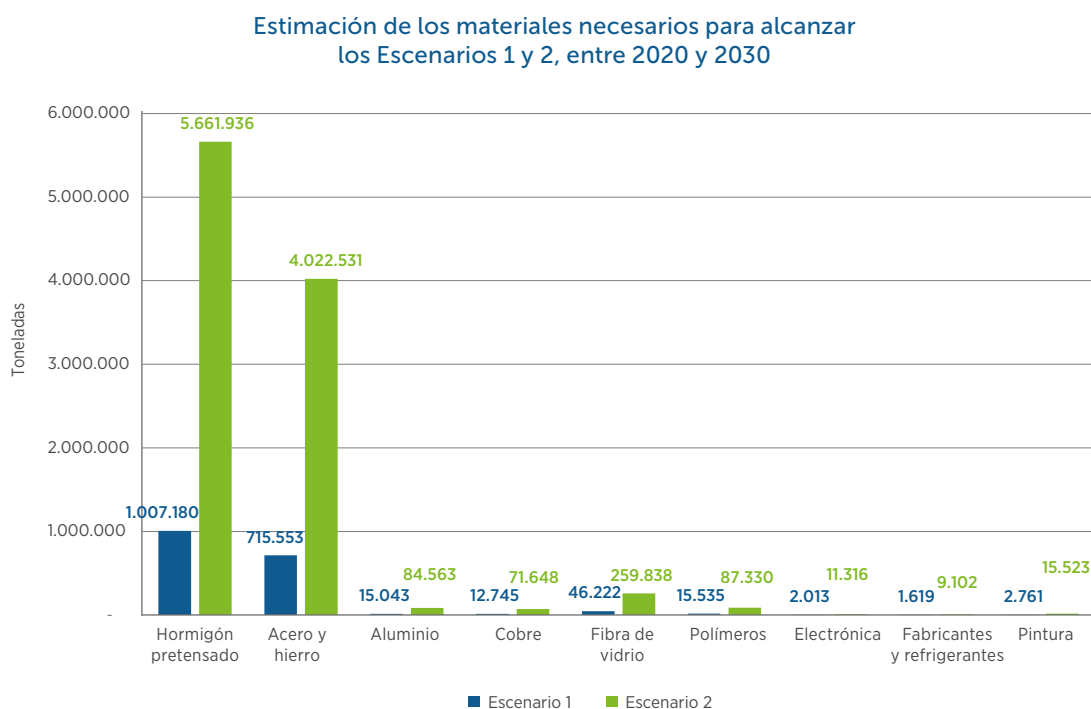


Evolución potencia instalada en España 2005-2050 (Modelo 60.000 MW en 2050)



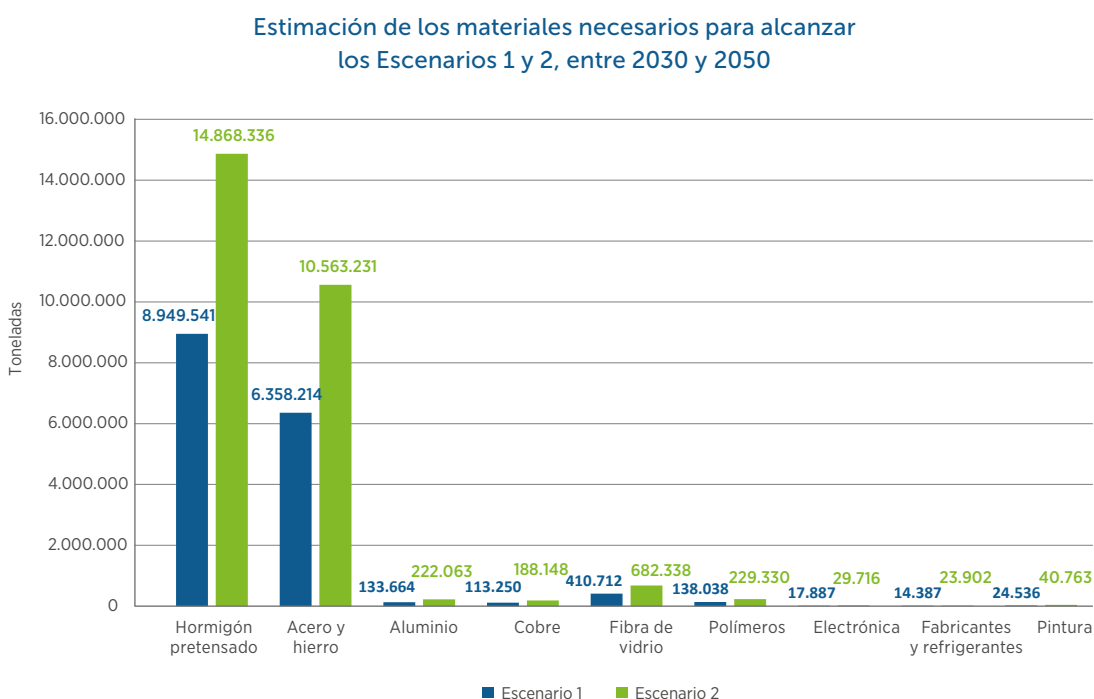
43. Fuente: Modelo PRIMES y AEE.

La siguiente figura incluye la estimación del material necesario para instalar la potencia contemplada en los Escenarios 1 y 2, entre 2020 y 2030.



En el Escenario 2, el consumo de hormigón por parte del Sector Eólico en el periodo 2020-2030 equivale al 51,1% del consumo que tuvo la economía española en su conjunto en 2016. Por otro lado, el consumo de acero y hierro sería un 29,6% de la producción total en España en 2016.

Adicionalmente, entre 2030 y 2050, para obtener una potencia instalada de 47.142 MW en 2050 en el Escenario 1 y de 60.000 MW en el Escenario 2, las cantidades necesarias serían las reflejadas en la siguiente Figura:



En este periodo, y en el Escenario 2, los consumos de hormigón superarían ampliamente el consumo de la economía española en 2016, y el consumo de acero sería un 77,7% de la producción de 2016 en España.

13.2. LA EÓLICA EN LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA DE ESPAÑA

Para cumplir los objetivos europeos a 2020 y alcanzar los 60.000 MW en 2050 (Escenario 2) –contando con que las centrales térmicas más antiguas y contaminantes se vayan cerrando de acuerdo con la regulación europea a partir de 2018–, sería necesario el desarrollo de las siguientes condiciones:

- **Garantizar la existencia de un marco regulatorio favorable, estable y predecible a largo plazo**, que dé seguridad jurídica a las inversiones. Dificilmente se invertirá en nuevas instalaciones eólicas si el modelo de ingresos de estas inversiones está sujeto a cambios en el marco que las regula.
- **Introducir esquemas (o mejorar los existentes) que incentiven la reactivación del mercado interno** con el objetivo de potenciar la actividad industrial. Por ejemplo, **un sistema de subastas que garantice la ejecución de los proyectos** (con calendarios que sean factibles, y garanticen la instalación constante de potencia en España, criterios de precalificación que prioricen proyectos con más posibilidades de ejecutarse y una supervisión adecuada por parte del regulador, entre otras cosas) o unas reglas que incentiven la repotenciación y el alargamiento de vida de las instalaciones.
- **Establecer mecanismos regulatorios, administrativos y económicos que incentiven** la repotenciación y el alargamiento de vida de las instalaciones antiguas con el objetivo de conseguir un óptimo aprovechamiento de zonas con un alto recurso eólico.
- **Desarrollar herramientas que pongan en valor las externalidades positivas** que se derivan de las instalaciones de energías renovables y de la eólica en particular, como la reducción de la dependencia energética del país y de la contaminación producida por la generación eléctrica. En concreto, el incentivo que se estableciese podría estar ligado al actual esquema europeo de comercio de emisiones y garantías de origen.
- **Crear nuevos sistemas de contratación en el mercado mayorista de la electricidad** que tengan en cuenta que la penetración de la energía eólica deprime el precio de mercado mayorista, lo cual desincentiva las inversiones en nueva potencia de generación (por ejemplo, fomentar los contratos a largo plazo, como los PPAs estadounidenses).
- **Mejorar la capacitación de los profesionales españoles y fomentar actividades de I+D** con el fin de que el desarrollo de nueva potencia contribuya a mantener el liderazgo tecnológico en esta industria.
- **Crecimiento de la demanda de electricidad**: no sería razonable incrementar la potencia instalada en nuestro sistema eléctrico si no se produce un aumento del consumo. Un exceso aún mayor de capacidad deprimiría los precios del mercado mayorista, desincentivando el desarrollo de nuevas inversiones.

El crecimiento de la demanda debería enfocarse hacia una mayor electrificación de la economía apoyada en tecnologías renovables, las opciones más competitivas y rápidas de implantar de cara a la descarbonización de la economía y la reducción de la dependencia energética, con el consiguiente efecto positivo para el medioambiente y la balanza de pagos.

En concreto los sectores en los que se podría aumentar la penetración de la energía eléctrica serían:

- Residencial y servicios: aumentando la penetración de electrodomésticos y bombas de calor.
- Industrial: sustituyendo viejos equipos poco eficientes con elevado consumo de combustible fósil por sistemas eléctricos (como hornos de arco eléctrico en el sector siderúrgico).
- Transporte: incrementando la penetración del vehículo eléctrico e híbrido enchufable para el uso particular y de transporte ligero, y fomentando el uso del ferrocarril para mercancías y del transporte público urbano basado en soluciones eléctricas (suburbano, tranvías, autobuses eléctricos, taxis eléctricos o híbridos, etc.).

Si estas condiciones se dan, el Sector Eólico podrá seguir creciendo de forma sostenida, y recuperar la posición de liderazgo a nivel mundial.

14.

CONCLUSIONES

14.1. IMPACTO SOCIOECONÓMICO DE LA ENERGÍA EÓLICA EN ESPAÑA

El Sector Eólico continúa teniendo un impacto muy relevante en la economía española, pese a los cambios regulatorios y la escasa potencia eólica instalada durante los últimos años en nuestro país: 28 MW en 2014, 0 MW en 2015, 38 MW en 2016 y 66 MW en 2017. El sector supuso un 0,31% del PIB de España en 2017, entre contribución directa e inducida. Además, genera empleo para 22.578 profesionales, y permite a las empresas exportar más de 2.391 millones de €₂₀₁₅, contribuyendo muy positivamente a mejorar la balanza de pagos del país. Algunas de las empresas líderes en el Sector Eólico son españolas.

Pese a todo, durante los últimos años, ha habido varios factores que han afectado de forma negativa al sector. Entre ellos, cabe destacar los siguientes:

- Aunque durante los últimos tres años se observa una mejora de la situación económica, la demanda de electricidad se está incrementando en menor medida. La demanda en 2017 fue inferior a la que hubo en 2011.
- Por otro lado, tampoco se espera que se produzcan fuertes incrementos en un futuro cercano. Esto es consecuencia del desacoplamiento entre el crecimiento económico y la demanda energética, ligado a la mejora de la eficiencia energética de los equipos. En efecto, entre 2015 y 2050, se estima un crecimiento del PIB del 80%, mientras que la demanda de electricidad aumentaría tan sólo un 25%⁴⁴.
- La instalación de nueva potencia de generación eólica en España ha continuado en niveles muy bajos: 38 MW en 2016 y 66 MW en 2017⁴⁵. Este crecimiento de potencia no ha permitido sustentar la actividad de fabricación de equipos y componentes, que subsiste en base a sus exportaciones.
- Los Promotores/Productores han visto cómo sus ingresos no sólo se veían reducidos, sino que son impredecibles: desde que se produjo el cambio regulatorio, los ingresos dependen de los precios del mercado mayorista de electricidad. Esto supone que la rentabilidad de los Promotores/Productores es función de la volatilidad de estos precios, y hace muy complicado elaborar modelos económico-financieros para los proyectos. De esta forma, la obtención de financiación para estos proyectos es mucho más complicada.

44. Fuente: Modelo PRIMES de la National Technical University of Athens.

45. Fuente: Asociación Empresarial Eólica.

- La actividad de los fabricantes de equipos y componentes se ha recuperado lentamente desde el mínimo que alcanzó en 2012, pero está todavía muy lejos de la actividad que tenía en el periodo 2007-2009.
- El incremento en su contribución al PIB no se basa en un incremento en los equipos instalados en España, sino en un cambio en sus modelos de negocio con dos vertientes: por un lado, enfocándose a la exportación de la mayor parte de su producción, y por otra en la prestación de servicios de operación y mantenimiento y el suministro de repuestos a los parques eólicos existentes en España.

No obstante, la evolución de la potencia instalada en el mundo es muy positiva: En 2017, se alcanzaron los 539.581 MW (entre eólica terrestre y marina), con un incremento del 25% respecto a 2015. Este incremento se espera que continúe, ya que la Agencia Internacional de la Energía, en su World Energy Outlook, estima que la potencia instalada en 2025 alcanzará los 842 GW, esto es, un incremento del 56% en 8 años. **En 2050, la potencia eólica podría alcanzar los 1.305 GW.**

Las empresas españolas, pese a la fuerte competencia de nuevos agentes (países como China o Estados Unidos), continúan contando con una experiencia y reputación que les sitúan en condiciones inmejorables para aprovechar esta oportunidad.

Los principales resultados del presente estudio son los siguientes

- **Contribución al PIB (directa e inducida) durante el periodo 2016-2017:** 5.794,6 millones de €₂₀₁₅.
- La contribución directa del Sector Eólico al PIB de España en 2017 ascendió a 2.300,8 millones de €₂₀₁₅, mientras que la contribución total supuso 3.394,7 millones de €₂₀₁₅. Este valor supone un 0,31% del PIB total nacional en España en 2017.

Existe una fuerte volatilidad en la contribución al PIB, ligada a los ingresos de los Promotores/Productores, que a su vez depende del precio del mercado mayorista de electricidad: en 2017 se alcanzaron niveles muy relevantes, superiores en un 40% a los de 2016, impulsados por un precio muy alto del mercado mayorista. Esta situación puede cambiar radicalmente en el futuro.

El cambio regulatorio supone una fuerte volatilidad de esta variable.

- En 2017, el 31% de la contribución directa del Sector Eólico al Producto Interior Bruto de España, 704,5 millones de €₂₀₁₅, se destinó a la remuneración de los asalariados, y el 69% fue excedente bruto de explotación del negocio (1.596,3 millones de €₂₀₁₅).
- La contribución total del Sector Eólico al PIB fue de 3.394,7 millones de €₂₀₁₅ en 2017, con un impacto indirecto sobre el PIB valorada en 1.093,9 millones de €₂₀₁₅.
- Si se analiza la contribución por sectores, la actividad de los Promotores/Productores es la más relevante desde 2009, alcanzando en 2017 los 1.443,6 millones de €₂₀₁₅, esto es, un 63% de la contribución directa total.

La actividad de los Fabricantes de equipos y componentes ascendió en 2017 a 516,6 millones de €₂₀₁₅, un 22% del total. Es destacable su incremento desde el mínimo de 2012 (75,2 millones de €₂₀₁₅), logrado **compensando la fuerte reducción en la demanda interna con un incremento de las exportaciones.**

- El Sector Eólico contribuye de forma positiva a la balanza comercial de España con el exterior.

En 2017, las exportaciones del Sector Eólico ascendieron a 2.391 millones de €₂₀₁₅, frente a unas importaciones de 890,5 millones de €₂₀₁₅. Como consecuencia, las exportaciones netas supusieron 1.500,4 millones de €₂₀₁₅, un 65% de la contribución directa al PIB del Sector.

La mayor parte de estas exportaciones se correspondieron con la venta de bienes y servicios (2.391 millones de €₂₀₁₅), mientras que el resto (136,5 millones de €₂₀₁₅) es la exportación de electricidad. El Sector Eólico ha compensado la casi inexistente instalación de potencia en España durante los últimos años con un incremento de la actividad exterior, derivada de la capacitación de sus profesionales y el reconocimiento que han alcanzado las empresas españolas del sector en el extranjero.

- En 2017, el Sector empleaba a 12.635 profesionales de forma directa y a 9.942 de forma indirecta. Como consecuencia, el número de empleos generados por el Sector ascendía a 22.578.
- Emisiones de gases de efecto invernadero evitadas por la sustitución de combustibles fósiles: 25 millones de toneladas de CO₂ en 2016 y 2017 (en cada uno de los años).
- Sustitución de la importación de combustibles fósiles en 2017: 9,2 millones de teps, valoradas en 1.506 millones de €₂₀₁₅.

14.2. EL FUTURO DEL SECTOR

Si se pretende que el Sector Eólico continúe siendo de gran relevancia para la economía española, y que pueda aprovecharse el enorme potencial de crecimiento de esta tecnología a nivel mundial, es imprescindible tomar las siguientes acciones:

- Crear un marco regulatorio estable, predecible y favorable a largo plazo, que permita que los Promotores/Productores puedan elaborar modelos económico-financieros fiables para sus inversiones.
- Introducir esquemas para favorecer la reactivación del mercado de fabricación de equipos y componentes, para garantizar que se produce la reactivación de la actividad industrial. Este objetivo, que está en las políticas tanto de la Unión Europea como de España, puede conseguirse con un ritmo constante de instalación de potencia eólica, evitando un avance discontinuo, con periodos de fuertes inversiones con otros en los que la potencia no crece apenas. En el caso de las subastas, deben establecerse calendarios factibles.
- Favorecer, en vez de penalizar, la repotenciación y el alargamiento de vida de instalaciones antiguas, con potencias bajas, pero situadas habitualmente en zonas con un alto recurso eólico.
- Valorar las externalidades positivas que supone la energía eólica, como la reducción de la dependencia energética del país, los ahorros en importaciones de combustibles fósiles, y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera.
- Modificar el actual mercado de contratación de electricidad, marginalista, en previsión de que una fuerte penetración de energías renovables con costes muy bajos de generación pueda deprimir los precios del mercado mayorista, desincentivando las inversiones en nueva capacidad de generación.

- Facilitar que los profesionales españoles estén adecuadamente capacitados, y fomentar las actividades de I+D para mantener el liderazgo tecnológico de la industria española.
- Impulsar la electrificación del país, sobre todo en los sectores industrial y transporte. Esto es clave para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, así como la contaminación local (NO_x , SO_x), y cumplir con los compromisos de España en el Acuerdo de París y con la Unión Europea.

El crecimiento de la demanda de electricidad es clave para que se incremente la potencia instalada: si no aumenta el consumo, no tiene sentido instalar nueva potencia, sabiendo además que el factor de cobertura de la demanda en España es muy alto.

- Ofrecer a los Fabricantes de equipos y componentes, y a las Empresas de servicios complementarios, ayuda para exportar sus productos y expandir sus negocios al extranjero, lo cual será clave para aprovechar el fuerte incremento previsto de potencia eólica instalada.

En particular, se puede ofrecer:

- Acceso a información sobre otros mercados, dando análisis de los mismos, y publicando las oportunidades que surjan en forma de concursos, subastas, etc. para desarrollar nueva potencia, o servicios en países con fuertes incrementos de potencia eólica.
- Asesoramiento en materia de regulación.
- Asesoramiento legal, fiscal y económico para desarrollar actuaciones.
- Participación en ferias, exposiciones, etc. sobre energía eólica o sobre la industria a nivel mundial.
- Actuaciones relacionadas con establecimientos permanentes y filiales en el exterior.
- Apoyo financiero para desarrollar actividades en el exterior.
- Acceso a iniciativas internacionales de I+D+i.

ANEXO 1

METODOLOGÍA Y CÁLCULO DE LA ENERGÍA SUSTITUIDA EN ESPAÑA

IMPACTO SOCIOECONÓMICO DE LA ENERGÍA EÓLICA EN ESPAÑA

Con el objetivo de evaluar cuantitativamente los efectos positivos de la penetración de la energía eólica dentro del sistema eléctrico nacional, se ha desarrollado la siguiente metodología:

- **Energía convencional sustituida:** se utiliza la electricidad generada mediante energía eólica y se trabaja bajo el supuesto de que son combustibles fósiles los sustituidos. Para ello, se utiliza el *mix* de generación fósil de España para asignar el volumen de gas natural, carbón y fuel evitado.
- **Emisiones de CO₂ evitadas:** se cuantifican las toneladas de CO₂ que estas tecnologías hubieran emitido a la atmósfera de acuerdo con los valores publicados por Red Eléctrica de España y a la energía sustituida calculada en el apartado anterior.
- **Importaciones de combustibles fósiles evitadas:** para valorar el efecto en la reducción de la dependencia energética, se estiman las importaciones de combustibles fósiles sustituidas en términos de toneladas equivalentes de petróleo.
- **Ahorro en derechos de emisión de CO₂ y en importaciones:** se cuantifica el ahorro económico que supone en derechos de emisión de CO₂, así como en importación de combustibles fósiles de acuerdo a los precios de estas variables.

ANEXO 2

EVOLUCIÓN DEL MARCO REGULATORIO APLICABLE A LA ENERGÍA EÓLICA

IMPACTO SOCIOECONÓMICO DE LA ENERGÍA EÓLICA EN ESPAÑA

- A principios de 2012, el **Real Decreto-ley 1/2012, de 27 de enero**, suspendió temporalmente los regímenes económicos incentivadores para las instalaciones del régimen especial no inscritas en el Registro de Pre-Asignación, así como el procedimiento de pre-asignación de retribución para el régimen especial (**moratoria verde**).
- La **Ley 15/2012, de 27 de diciembre**, de medidas fiscales para la sostenibilidad energética **establece el Impuesto sobre el Valor de la Producción de la Energía Eléctrica (IVPEE)**, que grava la realización de actividades de producción e incorporación al sistema eléctrico de energía eléctrica. El tipo impositivo es del 7%, que se aplica al importe de la producción de electricidad incorporada al sistema.
- El **Real Decreto-ley 2/2013, de 1 de febrero**, de medidas urgentes en el sistema eléctrico y en el sector financiero, y el **Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio**, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico, que deroga el Real Decreto 661/2007, modifican la anterior Ley del Sector Eléctrico (LSE), fijan la rentabilidad razonable con carácter retroactivo y establecen las características del nuevo modelo retributivo.
- La **Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico**, establece el nuevo marco regulatorio de las energías renovables en España. Consagra el principio de rentabilidad razonable basado en un modelo analítico establecido en función de una serie de parámetros.
- La modificación de los parámetros de retribución se realiza de acuerdo con los siguientes criterios:
 - En la revisión que corresponda a cada periodo regulatorio (seis años) **se podrán modificar todos los parámetros retributivos y, entre ellos el valor sobre el que girará la rentabilidad razonable** en lo que reste de vida regulatoria de las instalaciones tipo, que se fija por ley. En ningún caso una vez reconocida la vida útil regulatoria o el valor estándar de la inversión inicial de una instalación se podrán revisar dichos valores. **Esta rentabilidad razonable es teórica, porque el sistema no asegura que las empresas consigan los ingresos necesarios para alcanzarla.**

ANEXO 3

LISTA DE ASOCIADOS DE LA ASOCIACIÓN EMPRESARIAL EÓLICA

ASOCIACIONES

- >> AEOLICAN (Asociación Eólica Canaria)
- >> AEPA (Asociación Eólica del Principado de Asturias)
- >> APECYL (Asociación de Promotores de Energía Eólica de Castilla y León)
- >> Asociación Eólica de Cantabria
- >> CLANER (Asociación de Energías Renovables de Andalucía)
- >> EGA (Asociación Eólica de Galicia)
- >> EOLICCAT (Associació Eólica de Catalunya)

CENTROS DE INVESTIGACIÓN

- >> CENER (Centro Nacional de Energías Renovables)
- >> Fundación CIRCE – Centro de Investigación de Recursos y Consumos Energéticos
- >> Fundación Tecnalia Research & Innovation
- >> Instituto de Investigación de Energías Renovables. Universidad de Castilla-La Mancha

FABRICANTES DE AEROGENERADORES

- >> ENERCON GMBH Sucursal en España
- >> SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY
- >> GE WIND ENERGY
- >> NORDEX ACCIONA WINDPOWER
- >> NORVENTO ENERGÍA DISTRIBUIDA
- >> SENVION
- >> VESTAS EÓLICA

FABRICANTES DE COMPONENTES

- >> ABB
- >> AVANTI WIND SYSTEMS
- >> BALLUFF
- >> BOSCH REXROTH
- >> DEIF A/S
- >> FT WIND SENSORS
- >> GRUPO TÉCNICO RIVI
- >> HAIZEA WIND

- » IED GREENPOWER
- » KINTECH INGENIERÍA
- » KK WIND SOLUTIONS A/S
- » LAULAGUN BEARINGS
- » LM WIND POWER
- » MOVENTAS GEARS
- » NRG SYSTEMS
- » ROXTEC SISTEMAS PASAMUROS
- » SANTOS MAQUINARIA ELÉCTRICA
- » SCHAEFFLER IBERIA
- » TECNOARANDA
- » TRACTEL IBÉRICA
- » VELATIA (Grupo ORMAZABAL)
- » WINDAR RENOVABLES

PROMOTORES / PRODUCTORES

- » ABO WIND ESPAÑA
- » ACCIONA ENERGÍA
- » ALDESA ENERGÍAS RENOVABLES
- » ALERION SERVIZI TECNICI E SVILUPPO
- » ALFANAR ENERGÍA ESPAÑA
- » AUDAX RENOVABLES
- » BANC SABADELL INVERSIÓ I DESENVOLUPAMENT
- » BURGALESA DE GENERACIÓN EÓLICA
- » CALIDAD ENERGÉTICA
- » CANEPA GREEN ENERGY
- » CEPSA GAS Y ELECTRICIDAD
- » COPCISA ELÉCTRICA
- » ECOENER
- » EDP RENOVÁVEIS
- » ENDESA
- » ENERFÍN SOCIEDAD DE ENERGÍA
- » ENERGIEKONTOR III - ENERGÍAS ALTERNATIVAS
- » ELAWAN ENERGY
- » EOLIA RENOVABLES DE INVERSIONES, SCR
- » EÓLICA DE NAVARRA
- » EÓLICA DEL MONTALT
- » FORESTALIA RENOVABLES

- >> GENERAL EÓLICA ARAGONESA
- >> BERDROLA
- >> IBEREÓLICA
- >> INNOGY SPAIN
- >> JORGE
- >> NATURGY
- >> NORVENTO
- >> OLIVENTO
- >> OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO MINICENTRALES HIDRÁULICAS
- >> PARQUE EÓLICO LA CARRACHA
- >> PROYECTOS EÓLICOS ARAGONESES
- >> RENOVALIA ENERGY GROUP
- >> RENOVIS ENERGÍAS
- >> RP GLOBAL SPAIN OPERATIONS
- >> SAETA YIELD
- >> SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY
- >> SMARTENER
- >> VIESGO RENOVABLES

SERVICIOS

- >> 4FORES
- >> 8.2 ESPAÑA / AMÉRICA LATINA
- >> ADVENTIS SOLUTIONS (CÁMARA DECIMAVILLA)
- >> AEROBLADE
- >> AGUADO WIND SERVICES
- >> ALTERMIA ASESORES TÉCNICOS
- >> ALTERTEC RENOVABLES
- >> ALTRAN INNOVACIÓN
- >> AMARA
- >> ARBOREA INTELLBIRD (ARACNOCÓPTERO)
- >> ASAKEN ROPE ACCESS SOLUTIONS
- >> ASSYSTEM IBERIA
- >> ATTEN2 ADVANCED MONITORING TECHNOLOGIES
- >> AXPO IBERIA
- >> BARLOVENTO RECURSOS NATURALES
- >> BORONYIELD
- >> BP OIL ESPAÑA
- >> BRÜEL & KJÆR VIBRO

- » CEPSA COMERCIAL PETRÓLEOS
- » COBRA GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURAS
- » COMANTUR
- » COMERCIAL CORFRI
- » COVERWIND SOLUTIONS
- » CTE WIND IBÉRICA
- » CUBICO SUSTAINABLE INVESTMENTS LTD
- » DEUTSCHE WINDTECHNIK
- » DIAGNÓSTIQA CONSULTORÍA TÉCNICA
- » DNV GL
- » ENÉRGYA VM Gestión de Energía
- » ENERTIS SOLAR
- » ENGINEEA REMOTE TECHNOLOGIES
- » EQUINOR, ASA
- » EREDA
- » ESTEYCO SAP
- » ÉTULOS SOLUTE
- » EUROGRUAS HOLDING CORPORATIVO
- » FUCHS LUBRICANTES
- » G-ADVISORY, CONSULTORÍA TÉCNICA, ECONÓMICA Y ESTRATÉGICA
- » GARLOWIND
- » GDES WIND
- » GE GRID SOLUTIONS
- » GLOBAL ENERGY SERVICES SIEMSA
- » GREENBYTE AB
- » GREEN EAGLE SOLUTIONS
- » GRUPO G.S. ENERGÍA
- » GWA SUPPLIES
- » HEMAV
- » IDNAMIC
- » INDRA SISTEMAS
- » INDVERSIS MANAGEMENT CONSULTING
- » INSTITUTO DE SOLDADURA E QUALIDADE
- » INTEGRAL MANAGEMENT FUTURE RENEWABLES
- » ISOTROL
- » ITESTIT (SMARTIVE)
- » LASO ABNORMAL LOADS
- » LIFTRA
- » METEO FOR ENERGY

- » METEOLÓGICA
- » MOOVE LUBRICANTES
- » MS ENERTECH
- » MTORRES, DESARROLLOS ENERGÉTICOS
- » NABLA WIND POWER
- » NATIXIS PARTNERS ESPAÑA
- » NEM SOLUTIONS
- » OREMOTOR
- » PÉREZ TORRES MARÍTIMA
- » PINILLA
- » PREVinsa-FORACTIVA
- » PROCINSA ENERGÍAS RENOVABLES
- » REINOSO CONSULTORS
- » ROMO WIND AG
- » ROYAL & SUN ALLIANCE INSURANCE
- » SEGULA TECNOLOGÍAS ESPAÑA
- » SERVICIOS RENOVABLES DE NAVARRA
- » SGS TECNOS
- » SHELL ESPAÑA
- » SINCRO MECÁNICA
- » SIROCO CAPITAL, S.C.R.
- » SPICA CONTROLS
- » TAIGA MISTRAL OPERATING SERVICES
- » TAMOIN
- » TÉCNICA Y PROYECTOS
- » TERAWATIO
- » TESICNOR
- » TIMKEN ESPAÑA
- » TINDAI PREVENCIÓN Y SEGURIDADL.
- » TRAINEK
- » TRANSPORTES LASARTE
- » TRATAMIENTO SUPERFICIAL ROBOTIZADO
- » TUV SUD IBERIA
- » UL RENOVABLES
- » VECTOR CUATRO
- » VERTICALIA SERVICIOS DE FORMACIÓN Y CONSULTORÍA
- » VORTEX
- » WIND COMPOSITE SERVICE GROUP EUROPE
- » WIND1000 SERVICES
- » WIND TO MARKET
- » YNFINITI ENERGY



ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

CAPÍTULO 1

Potencia eólica instalada en España, acumulada e incremento anual (1998-2017)	6
Evolución de la contribución al PIB del Sector Eólico en términos reales (contribución directa + inducida en otros sectores de actividad) (base 2015)	7
Evolución del empleo directo e indirecto del Sector Eólico en España	8
Capacidad de generación instalada a nivel global en GW y porcentaje con respecto al total mundial en 2017	9
La retribución de la eólica vs sus beneficios económicos, sociales y medioambientales en 2017	12

CAPÍTULO 2

Esquema de la metodología utilizada para evaluar el efecto arrastre del Sector Eólico	16
Extracto de la Tabla Input-Output de la Producción Interior para España	17

CAPÍTULO 3

Evolución de la potencia eólica instalada (terrestre y marina) a nivel mundial (1996-2017)	19
Evolución de la potencia eólica marina instalada a nivel mundial (1999-2017)	20
Capacidad de generación instalada a nivel global en GW y porcentaje con respecto al total mundial en 2017	21
Evolución prevista del Sector Eólico a largo plazo	22
Evolución prevista de la potencia eólica a largo plazo detallada por zona	22
Comparativa entre el Saldo de la Balanza de Pagos por Cuenta Corriente y Capital-Bienes y Servicios y el Saldo de Exportaciones e Importaciones de Combustibles y Energía	24
Evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero en España; incluye todos los sectores excepto el impacto que tienen el uso de la tierra, el cambio en el uso de la tierra y la silvicultura	25
Potencia eólica instalada en España en 2017 por comunidades autónomas (diciembre 2017)	26

Potencia eólica instalada en España, acumulada e incremento anual (1998-2017)	27
Generación de energía eólica y porcentaje de cobertura de la demanda en España con energía eólica	27

CAPÍTULO 4

Cadena de valor del Sector Eólico	31
Resumen de la estimación de los materiales necesarios para producir una turbina eólica tipo	32
Resumen de la estimación de los equipos necesarios para producir una turbina eólica tipo	33
Estimación del empleo generado por cada tarea de la cadena de valor de un parque eólico terrestre tipo de 50 MW	34
Empleo generado por el Diseño del Proyecto y evaluación de recurso eólico en un parque de 50 MW	34
Empleo generado por la Fabricación de equipos y componentes en un parque de 50 MW	35
Empleo generado por el Transporte en un parque de 50 MW	35
Empleo generado por la Construcción de un parque de 50 MW	36
Empleo generado por la Conexión a red y puesta en marcha de un parque de 50 MW	36
Empleo generado por la Operación y mantenimiento de un parque de 50 MW (por año)	36
Empleo generado por la Desmantelamiento de un parque de 50 MW	37

CAPÍTULO 5

Evolución de la retribución percibida por distintas tecnologías en €/MWh	39
Evolución de la retribución percibida por distintas tecnologías en % para el periodo 2009-2017	39
Evolución de la retribución percibida por distintas tecnologías en base 100 para el periodo 2009-2017	39

CAPÍTULO 6

Adjudicatarios de la primera subasta de renovables (14/01/2016)	43
Resultados de la primera subasta de energías renovables (14/01/2016), y retribución en el primer periodo regulatorio	43
Adjudicatarios de la segunda subasta de renovables (17/05/2017)	46
Resultados de la segunda subasta de energías renovables (17/05/2017), y retribución en el primer periodo regulatorio	46
Adjudicatarios de la segunda subasta de renovables (26/07/2017)	48

Resultados de las tres subastas celebradas hasta el 2017	49
Estimación de los materiales necesarios para instalar 4.608 MW de energía eólica	49

CAPÍTULO 7

Contribución directa del Sector Eólico al PIB en millones de euros constantes (base 2015)	50
Contribución directa acumulada al PIB del Sector Eólico durante el periodo 2005-2017 en millones de € constantes (base 2015)	51
Tasa de crecimiento de la contribución directa al PIB del Sector Eólico (2006-2017)	51
Precio medio anual del <i>pool</i> (€/MWh) en España	52
Contribución del Sector Eólico al PIB, periodo 2005-2017 (y detalle del periodo 2012-2017), en términos reales (base 2015)	53
Contribución del Sector Eólico al PIB, periodo 2005-2017 (y detalle del periodo 2012-2017), en términos corrientes	53
Comparativa de la contribución directa al PIB del Sector Eólico con la de otros sectores económicos para 2015, en términos corrientes	54
Contribución del Sector Eólico al PIB, detalle por subsectores, periodo 2005-2017, en términos reales (base 2015)	54
Cuota porcentual de la contribución al PIB por subsectores del Sector Eólico con respecto a la contribución total	55
Contribución anual al PIB del Subsector de Promotor/Productor (en datos corrientes)	56
Ingresos medios obtenidos por los Promotores/Productores en el mercado diario de la electricidad en España e ingresos por venta de electricidad de los productores eólicos	56
Evolución de la contribución al PIB de los sectores de Fabricantes de Equipos y Componentes, Empresas de Servicios Complementarios y Fabricantes de Estructuras Offshore (periodo 2012-2017)	57
Evolución de las exportaciones del Sector Eólico (periodo 2012-2017)	58
Efecto de la incertidumbre regulatoria en la cadena de valor del Sector Eólico	59
Impacto directo, inducido y total del Sector Eólico en el PIB en euros constantes (base 2015)	61
Impacto directo, inducido y total del Sector Eólico en el PIB en euros constantes (base 2015)	61
Desagregación del impacto inducido del Sector Eólico al PIB, detalle por subsectores, periodo 2005-2017, en términos reales (base 2015)	61

Peso del Sector Eólico respecto al total de la economía española	62
Evolución del empleo directo e inducido del Sector Eólico (tabla)	62
Evolución del empleo directo e inducido del Sector Eólico (gráfico)	63
Empleo directo por subsectores de actividad (2005-2017)	63
Comparación entre la tasa de empleo en España y la variación en el empleo del Sector Eólico (2005-2017)	64

CAPÍTULO 8

Balanza fiscal del Sector Eólico en euros constantes (base 2015)	65
Comparativa, para un caso de productor eólico, entre el resultado neto después de impuestos, los impuestos y tributos satisfechos, y los gastos incurridos de personal	67
Evolución temporal de las exportaciones de electricidad y otros bienes y servicios del Sector Eólico Español, en términos reales (base 2015)	67

CAPÍTULO 9

Evolución temporal de las exportaciones de electricidad y otros bienes y servicios del Sector Eólico Español, en términos reales (base 2015)	69
Comparativa de las exportaciones del Sector Eólico con las de otros sectores característicos de la economía española (datos en euros corrientes)	69
Evolución temporal de las exportaciones netas del Sector Eólico Español, en términos reales (base 2015)	70
Comparación entre las exportaciones de bienes y servicios de los fabricantes españoles y el incremento de capacidad anual en el mundo	70

CAPÍTULO 10

Producción de electricidad con energía eólica que sustituye a la que se hubiese generado con carbón, fuel/gas y gas natural (2000-2017)	72
Producción de electricidad con energía eólica que sustituye a la que se hubiese generado con carbón, fuel/gas y gas natural (acumulado 2000-2017)	72
Emisiones de CO ₂ evitadas en el período 2000-2017	73
Emisiones de CO ₂ evitadas acumuladas 2000-2017	73
Importaciones evitadas de combustible fósil en toneladas equivalentes de petróleo en el período 2000-2017	74
Importaciones evitadas de combustible fósil en toneladas equivalentes de petróleo en el período 2000-2017 (dato acumulado)	74

Comparativa entre los ahorros derivados de las importaciones evitadas por la generación eólica y los incentivos devengados (periodo 2012-2017)	75
--	----

CAPÍTULO 11

Evolución del esfuerzo en I+D del Sector Eólico y de la Economía Española	76
Evolución del número de invenciones publicadas (patentes y modelos de utilidad) en tecnología eólica	77

CAPÍTULO 12

Evolución LCOE de la eólica 1980-2025	79
Costes de inversión, factores de capacidad y LCOE medios globales en 2015 y 2025	79
LCOE Eólico Onshore	80
Impacto de la energía eólica en el precio del mercado mayorista de la electricidad	81
Comparación del precio medio mensual del mercado diario del mercado mayorista de la electricidad y el estimado a partir de la producción eólica	83
Impacto de la energía eólica en el precio del mercado mayorista de la electricidad	84
Comparación del precio medio mensual del mercado de futuros del mercado mayorista, el precio estimado del <i>pool</i> con la potencia eólica actual, y el precio estimado del <i>pool</i> con la eólica que se instalará como consecuencia de las subastas	84
Estimación del impacto futuro de la energía eléctrica en el mercado mayorista de la electricidad, años 2018-2020	85

CAPÍTULO 13

Planteamiento del Modelo PRIMES para España	87
Evolución del sector para 2020, 2030 y 2050 de acuerdo con diferentes escenarios: previsión de la evolución de los principales indicadores	88
Evolución del empleo en el sector para 2020, 2030 y 2050 de acuerdo con diferentes escenarios	89
Evolución de la potencia instalada en España según tecnología	89
Estimación de los materiales necesarios para alcanzar los Escenarios 1 y 2, entre 2020 y 2030	90
Estimación de los materiales necesarios para alcanzar los Escenarios 1 y 2, entre 2030 y 2050	90

Este informe ha sido preparado para la Asociación Empresarial Eólica de acuerdo con los términos y condiciones establecidos en la carta propuesta de diciembre de 2015, por lo que Deloitte Advisory, S.L. no acepta responsabilidad, deber, ni obligación hacia ninguna otra persona física o jurídica que pueda tener acceso al mismo.

El trabajo de Deloitte Advisory, S.L. ha consistido exclusivamente en la realización de los procedimientos que se indican en nuestra Carta Propuesta de diciembre de 2015. Por tanto, la información contenida en el informe no pretende en modo alguno constituir ninguna base sobre la que un tercero pueda tomar decisiones, ni supone ningún consejo o recomendación positiva o negativa por parte de Deloitte Advisory, S.L.

Deloitte hace referencia, individual o conjuntamente, a Deloitte Touche Tohmatsu Limited ("DTTL"), sociedad del Reino Unido no cotizada limitada por garantía, y a su red de firmas miembro y sus entidades asociadas. DTTL y cada una de sus firmas miembro son entidades con personalidad jurídica propia e independiente. DTTL (también denominada "Deloitte Global") no presta servicios a clientes. Consulte la página www.deloitte.com/about si desea obtener una descripción detallada de DTTL y sus firmas miembro.

Esta publicación contiene exclusivamente información de carácter general, y ni Deloitte Touche Tohmatsu Limited, ni sus firmas miembro o entidades asociadas (conjuntamente, la "Red Deloitte"), pretenden, por medio de esta publicación, prestar un servicio o asesoramiento profesional.

Ninguna entidad de la Red Deloitte se hace responsable de las pérdidas sufridas por cualquier persona que actúe basándose en esta publicación.

Por último, indicar que el apartado de este informe "El Impacto del Sector Eólico en los precios del mercado mayorista de la electricidad" no ha sido realizado por Deloitte, sino por la Asociación Empresarial Eólica.



Asociación Empresarial Eólica

C/ Sor Ángela de la Cruz, 2 – Planta 14D. 28020 Madrid

Tel. 91 745 12 76 | aeolica@aeolica.org | www.aeolica.org