

**Estudio sobre energía eólica:
situación, modelo económico y
normativa**

David Ortiz Rodríguez



RECONOCIMIENTO-NO COMERCIAL-COMPARTIR BAJO LA MISMA LICENCIA 2.5
ESPAÑA

Eres libre de:

- copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra
- hacer obras derivadas

Bajo las condiciones siguientes:

- **Reconocimiento.** Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciador (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o apoyan el uso que hace de su obra).
- **No comercial.** No puede utilizar esta obra para fines comerciales.
- **Compartir bajo la misma licencia.** Si altera o transforma esta obra, o genera una obra derivada, sólo puede distribuir la obra generada bajo una licencia idéntica a ésta.
- Al reutilizar o distribuir la obra, tiene que dejar bien claro los términos de la licencia de esta obra.
- alguna de estas condiciones puede no aplicarse si se obtiene el permiso del titular de los derechos de autor
- Nada en esta licencia menoscaba o restringe los derechos morales del autor.

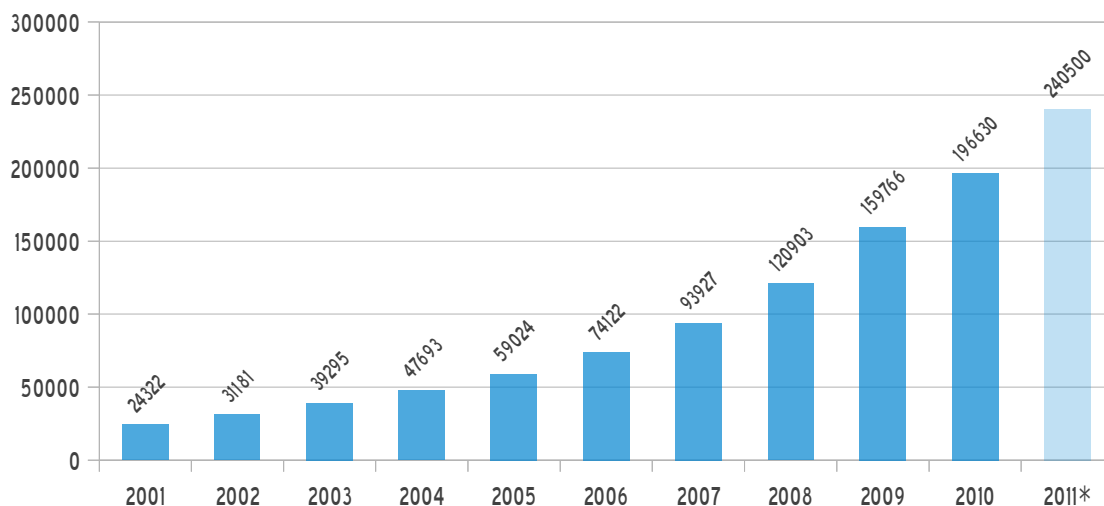
PARTE I — SITUACIÓN MUNDIAL, NACIONAL Y AUTONÓMICA DE LA ENERGÍA EÓLICA

1. EVOLUCIÓN DEL MERCADO HASTA EL 2010

Desde principios del s. XXI –cuando la capacidad instalada a nivel mundial era de 24322 MW– la industria eólica ha venido creciendo a tasas siempre superiores al 17% anual llegando a alcanzar, en algunos casos hasta el 25% de nuevas instalaciones en un mismo año.

Sin embargo, los últimos años han supuesto un importante desafío para la industria eólica mundial que ha tenido que lidiar con la actual crisis económica que ha golpeado con especial fuerza a 3 de los 5 países líderes en instalación de potencia eólica y, especialmente, a la *zona euro* que tradicionalmente ha sido el motor tecnológico de la industria de la energía eólica.

Fig. 1 - Capacidad instalada a nivel mundial [MW]

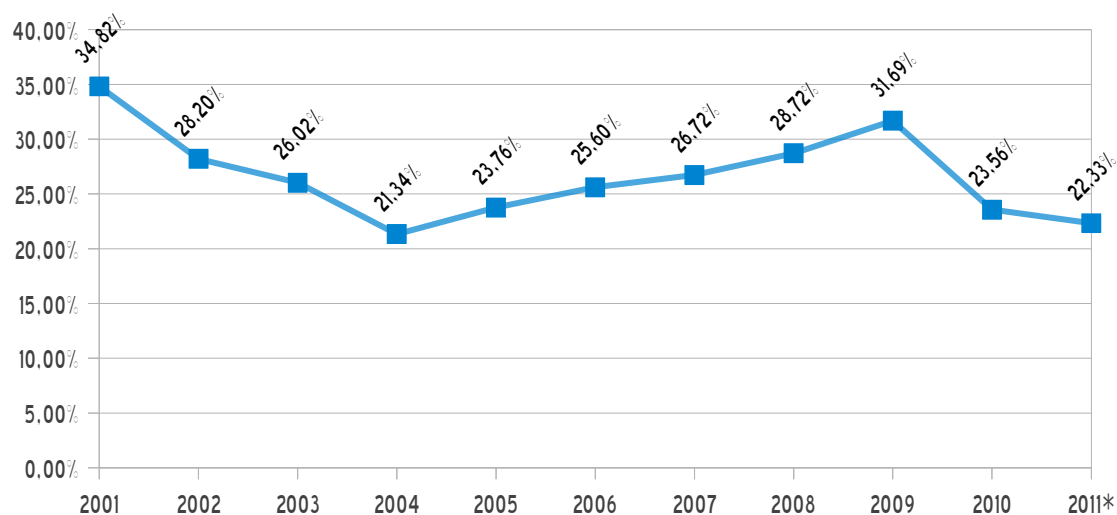


Para finales de 2009 el mundo tenía instalados 159.766 MW de energía eólica tras una tasa de crecimiento anual superior al 20% desde el 2006 que se vio drásticamente recortada durante el 2010 produciéndose por primera vez en más de dos décadas un descenso en la inversión en nuevas instalaciones. Sin embargo, gracias al impulso de China –que instaló más de la mitad de la nueva

capacidad eólica en 2010– las previsiones de crecimiento a futuro siguen indicando que la capacidad eólica instalada a nivel mundial se duplica cada tres o cuatro años. El volumen de negocios en el sector eólico alcanzó los 40000 millones de euros (55000 millones USD)¹ en 2010, luego de que alcanzara los 50000 millones de euros (70000 millones USD) en el año 2009². Así, la tasa de crecimiento³ del 2010 fue de sólo 23,56%, la más baja de los últimos 10 años. Antes del 2010, la tasa de crecimiento anual aumento continuamente desde el año 2004, llegando al punto máximo de 31,69 % en 2009, el valor más alto desde 2001.

La disminución en la nueva potencia instalada fuera de China puede explicarse en base a dos causas principales: la disminución global de inversiones industriales debido a la crisis – especialmente fuerte en la eurozona y EE.UU. (que copan tres los cinco primeros instaladores: China, EE.UU, Alemania, España e India con más del 70% de la inversión eólica mundial)– y la falta de iniciativas políticas que apoyen la energía eólica durante 2010.

Fig. 2 · Nuevas instalaciones [%]



1 40 billones de euros (55 billones USD) si usamos la definición anglosajona de billón(10⁹) en lugar de la tradicional definición (10¹²)

2 50 billones de euros (70 billones USD) si usamos la definición anglosajona de billón(10⁹) en lugar de la tradicional definición (10¹²)

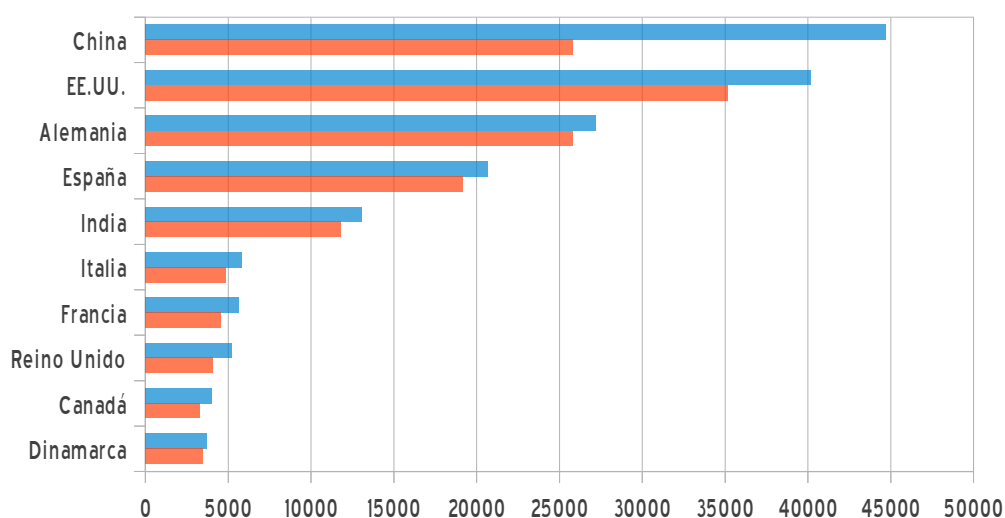
3 La tasa de crecimiento es la relación entre la nueva capacidad instalada de energía eólica y la capacidad total instalada hasta el año anterior

Ese liderazgo ha llevado a China a convertirse en un mercado eólico en sí misma, instalando más potencia eólica durante 2010 que el resto del mundo junto y sobrepasando a EE.UU. como el país con mayor potencia eólica instalada con 44733 MW (añadiendo 18900 MW a su potencia) para finales de 2010 y 52733 MW para junio de 2011; mientras que EE.UU. sufrió una muy importante disminución en su inversión eólica al pasar de instalar 9900 MW (tasa de crecimiento del 25,9%) en 2009 a instalar tan sólo 6900 MW (tasa de crecimiento del 14,9%) en 2010.

En la eurozona países tradicionalmente potentes en energía eólica como España, Alemania o Dinamarca disminuyeron sus inversiones aunque el empuje de los países de la Europa del Este, especialmente Rumanía– que multiplicó su capacidad instalada por 40 –compensó en cierta manera la falta de inversión de los líderes tradicionales.

Una vez más África, con la excepción de Egipto y Marruecos, y América Latina se mantienen al margen de estas inversiones con 906 MW y 1980 MW respectivamente de capacidad total instalada aunque con tasas de crecimiento muy dispares, mientras que África cerró 2010 con un crecimiento del 20% (menor a la media mundial) América Latina lo hizo con un 30,8% (si bien mayor a la media mundial muy lejana del 113% del año anterior).

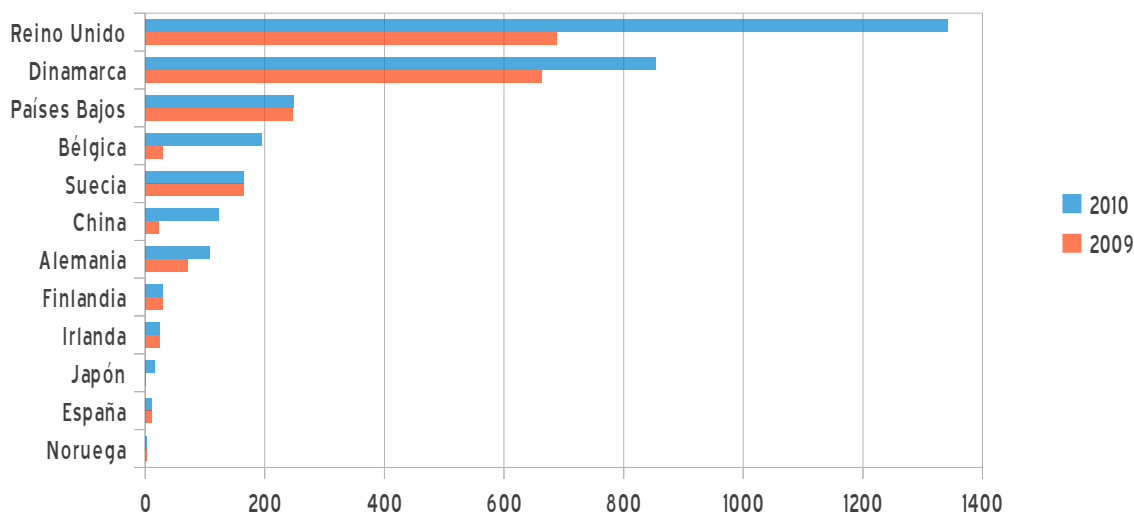
Fig. 3 - Top 10 países por capacidad eólica instalada [MW]



Esta dispar respuesta en la tasa de crecimiento en 2010 ha llevado a que, para finales de ese año China y EE.UU. (los dos principales instaladores a nivel mundial) representen el 43,2% de la capacidad eólica mundial (frente al 38,2% del 2009), que el top 5 de mayores instaladores (los anteriores más Alemania, España e India) copen el 74,2 % de la capacidad eólica en todo el mundo, superando el 73,6 % en el año anterior mientras que el top 10 de mayores instaladores (añadiendo Italia, Francia, Reino Unido, Canadá y Dinamarca) apenas hayan pasado del 86,4% al 86,6% lo que evidencia aún más la polarización de la implantación de la energía eólica en dos mercados: China y el resto del mundo.

Respecto a las instalaciones eólicas *off-shore* la capacidad instalada continuó creciendo en el 2010 al igual que en el año anterior. Existen 12 países con parques eólicos instalados en el mar (diez de ellos europeos a los que se suman China y Japón) con una capacidad instalada durante 2010 de 1161,7 MW para alcanzar los 3117,6 MW (con una tasa de crecimiento del 59%) que representa el 1,6% de la energía eólica instalada. El principal instalador de energía *off-shore* durante 2010 fue el Reino Unido con 653 MW (más del 50% de la potencia instalada en 2010) convirtiendo al Reino Unido como el mayor mercado de energía eólica *off-shore*.

Fig. 4 - Capacidad off-shore instalada [MW]



2. EL ESTADO DE LA ENERGÍA POR CONTINENTES

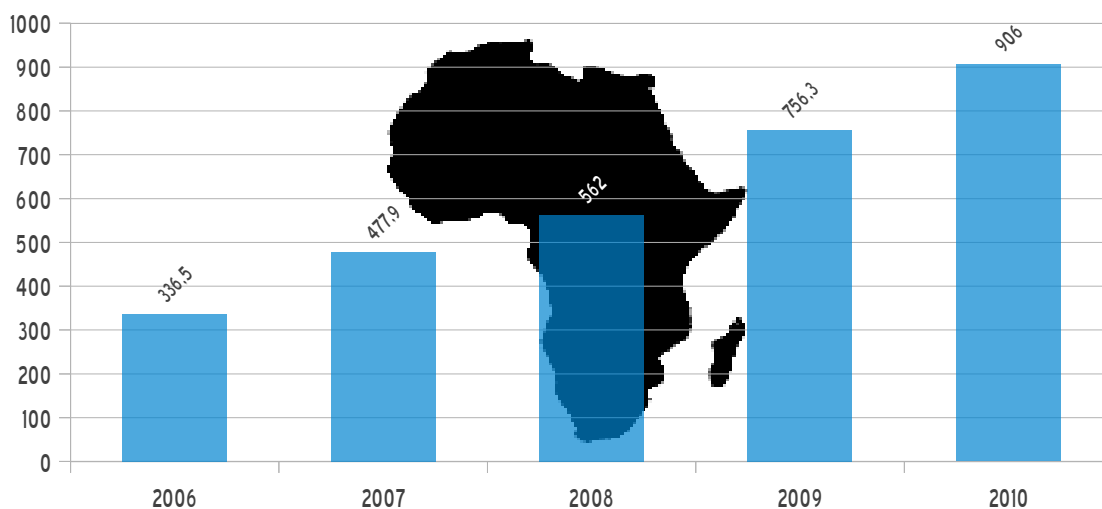
La inversión en energía eólica en el continente africano ha sido tradicionalmente muy escasa y sólo cuatro países (Egipto, Marruecos, Túnez y Sudáfrica) parecen tener planes concretos para el desarrollo de esta tecnología.

Egipto (550 MW instalados), Marruecos (286 MW instalados) y Túnez (54 MW instalados) suman el 98% de la potencia instalada en el continente africano (906 MW) aunque el crecimiento durante el 2010 fue muy dispar entre los tres ya que mientras que Egipto y Marruecos mantuvieron una alta tasa de renovación⁴ Túnez casi no realizó nuevas instalaciones.

El principal motivo de alegría durante 2010 en el continente africano fue la implantación del sistema de tarificación *feed-in* en Sudáfrica lo que le convierte, potencialmente, en el líder en energía eólica de África planeándose la instalación de 700 MW de capacidad hasta el año 2013.

En general, la implantación de la energía eólica en África está limitada por la inexistencia de políticas favorables a las energías renovables, por las deficientes infraestructuras y por la inestabilidad política que lleva a las empresas a no realizar grandes inversiones en el continente. Por ello, para el desarrollo futuro, debería hacerse especial hincapié en el desarrollo de sistemas de pequeña escala e híbridos para electrificación rural.

Fig. 5 - Capacidad instalada en África [MW]



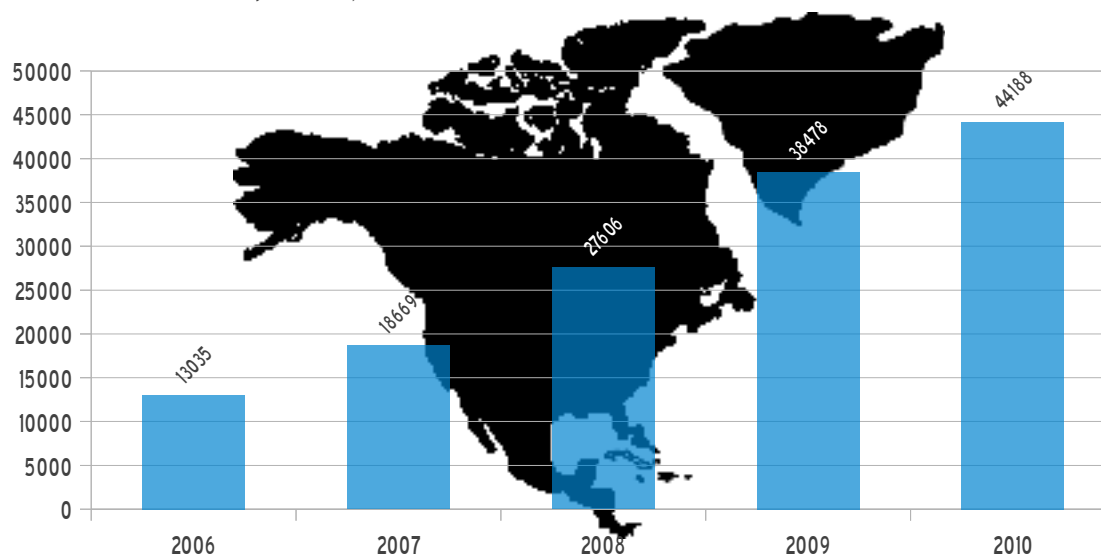
⁴ Alta en el contexto africano, aún así menor que la media mundial

El fuerte estancamiento sufrido por el sector en EE.UU. junto con el fuerte liderazgo de China ha causado que América del Norte perdiera en 2010 su posición como segundo mercado más dinámico del mundo en energía eólica. Su tasa de crecimiento disminuyó desde el 39% de 2009 hasta un exiguo 16% en 2010.

Los EE.UU. como principal economía de la zona es el causante al haber instalado tan sólo 5,9 GW de potencia eólica en 2010 (muy alejados de los 9,9 GW instalados en 2009), sin embargo las facilidades de crédito que han aparecido a finales de 2010 auguran una recuperación del mercado para 2011 aunque algunas incertidumbres políticas al respecto de las nuevas regulaciones de ayudas federales hacen temer que la recuperación no sea total.

Canadá por su parte mantuvo su mercado estable con una tasa de crecimiento del 21% al añadir 690 MW a su total de 4008 MW gracias a la instauración de política *feed-in* en varias provincias.

Fig. 6 - Capacidad instalada en América del Norte [MW]

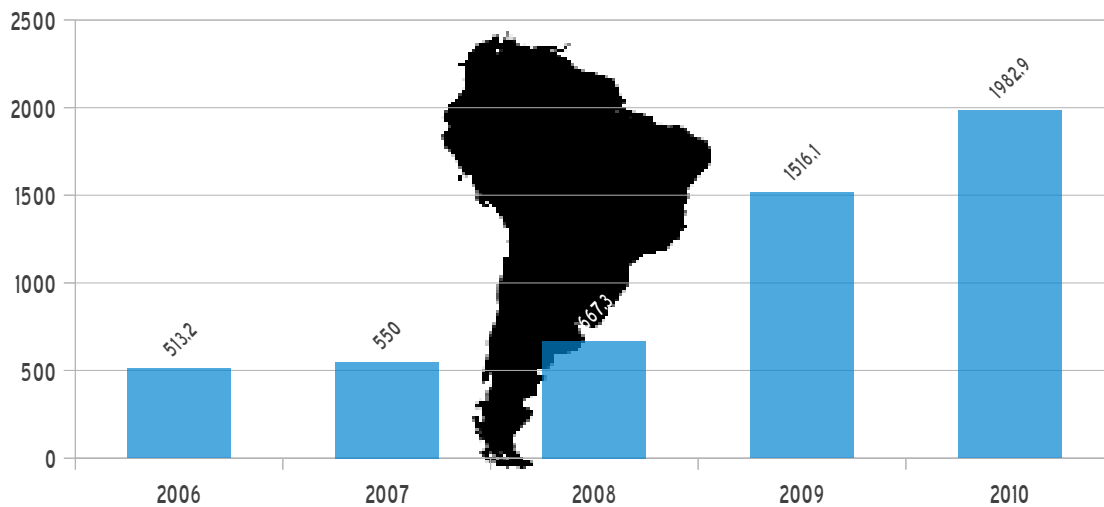


América del Sur⁵ por su parte mantuvo su crecimiento instalando 1938 MW de capacidad eólica, alcanzando una tasa de crecimiento del 30,8%, muy superior a la media mundial pero lejos de la tasa del 113% que alcanzó en 2009. Pese a ello el continente está muy lejos de ser un mercado importante en el sector eólico pues sólo alcanza el 1,2% de la potencia instalada a nivel mundial.

5 Aunque geográficamente pertenezca a América del Norte se ha considerado a México parte de América del Sur en este estudio por las similitudes geopolíticas y de mercado eólico con el resto del continente y la amplia brecha con EE.UU.

Sólo seis países de América del Sur instalaron nuevos aerogeneradores en el año 2010: Brasil (320 MW), México (104,5 MW), Argentina (25,3 MW), Uruguay (10 MW), Cuba (4,5 MW) y Chile (2,6 MW). Con la excepción de Brasil y México, el mercado eólico en América Latina se puede considerar en sus primeros estadios.

Fig. 7 - Capacidad instalada en América del Sur [MW]



Con el primer y el quinto país productores Asia se convirtió en el centro de atención de la industria eólica durante 2010 con China liderando el sector e instalando más potencia eólica que el resto del mundo junto. La capacidad total instalada en Asia llegó a 61,2 GW (31,1 % de total mundial) con la mayor tasa de crecimiento mundial.

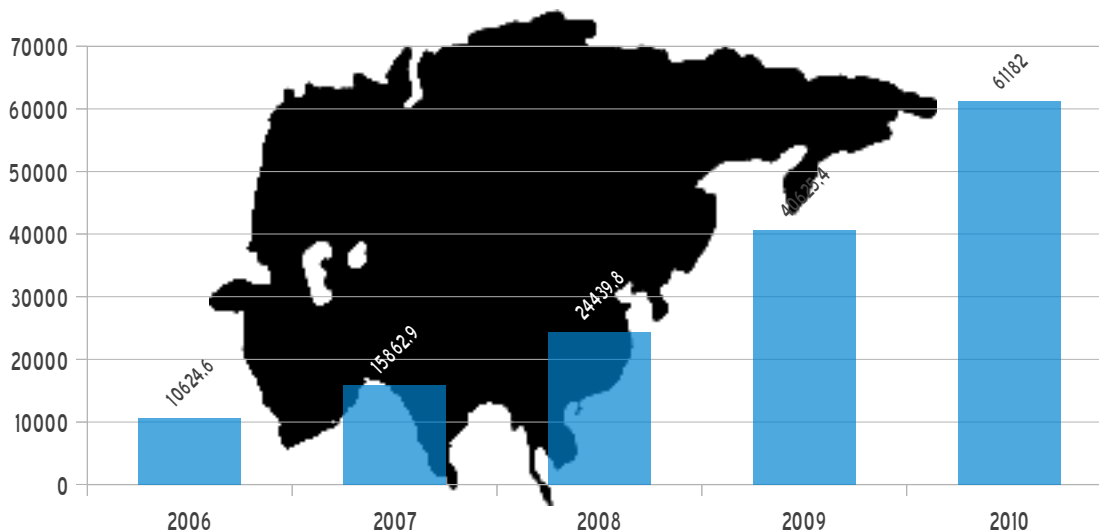
China incrementó enormemente su capacidad eólica alcanzando una tasa de crecimiento del 73,3% en un año en el que la inversión eólica a nivel mundial se desmoronó pasando a liderar no sólo las nuevas instalaciones (como llevaba varios años haciendo) sino la capacidad total instalada superando a EE.UU. Al alcanzar 44700 MW instalados. Sin embargo, China todavía enfrenta grandes desafíos en cuanto a la conexión a la red de los aerogeneradores instalados, de acuerdo con el Consejo de Electricidad de China, sólo 31070 MW de los 44700 MW instalados estaban realmente alimentando a la red nacional, mientras que un gran número de los parques eólicos está a la espera de conexión a la red debido a la falta de infraestructura adecuada.

Tras el indudable liderazgo Chino la India se afianzó como el segundo mercado más grande de Asia y el quinto del mundo con una tasa de crecimiento del 10,7% alcanzando una capacidad total de 13 GW y permitiendo augurar un modesto pero continuo crecimiento en el futuro.

Tras la India se establecen tres mercados de mediano tamaño (Japón, Taiwán y Corea del Sur) que mostraron pequeñas tasas de crecimiento al instalar 298 MW para alcanzar un total de 3183 MW. Por su parte, Vietnam se presentó como un nuevo país a tener en cuenta en los mercados al triplicar su capacidad pasando de 9 MW a 31 MW en 2010.

Para el futuro es de esperar que China continúe liderando el mercado tratando de superar sus debilidades en infraestructura mientras que se implanten nuevas políticas pro-renovables en los gobiernos asiáticos impulsados por el liderazgo Chino. Caso especial es Japón que probablemente se centre mucho más hacia las renovables para sustituir parte de su potencia nuclear tras el pánico causado por el accidente que afectó al país en la primavera de 2011.

Fig. 8 - Capacidad instalada en Asia [MW]



Pese al fuerte estancamiento sufrido en 2010 Europa sigue siendo la región del mundo con más capacidad eólica instalada con un total de 86 GW aunque no deja de perder peso en el total del mercado mundial de la energía eólica poseyendo sólo el 43,7% de la capacidad mundial. El sector eólico europeo añadió 9970 MW en el año 2010 (algo por debajo de los instalados en el 2009) con Alemania (1551 MW añadidos) y España (1527 MW añadidos) como líderes del sector aunque con

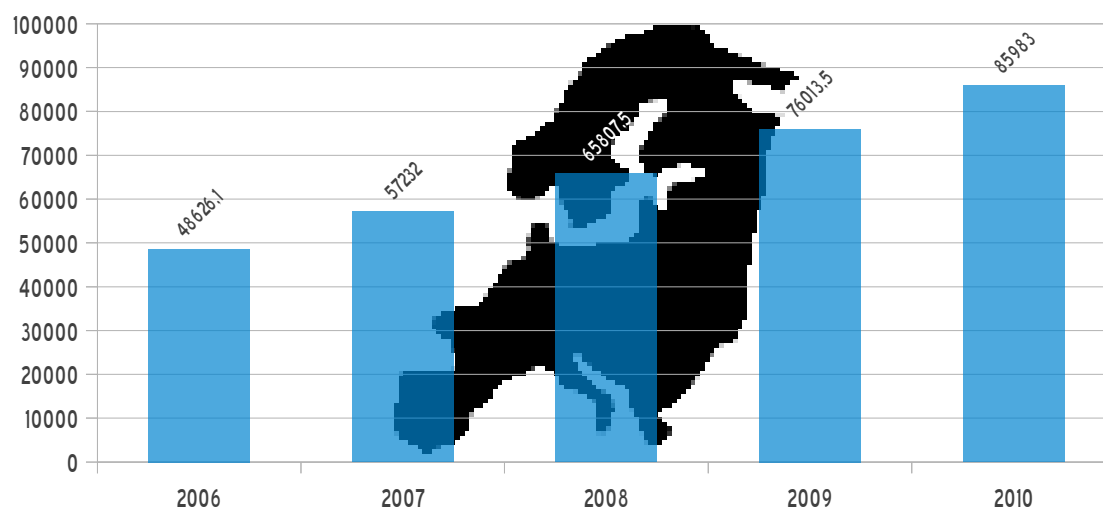
tasas de crecimiento muy modestas (el 5,6% y el 8,0% respectivamente). Los mercados europeos de tamaño medio con un fuerte crecimiento, alrededor del 20 %, son Italia (950 MW añadidos), Francia (1086 MW adicionales) y el Reino Unido (1112 MW adicionales).

Además, los mercados de la Europa del Este aunque aún pequeños se muestran mucho más dinámicos con enormes tasas de crecimiento como en Rumanía (más del 4000 % de crecimiento, 591 MW de capacidad total) Croacia (161%, 70 MW) Bulgaria (112 %, 375 MW) Lituania (69 %, 154 MW) Polonia (53 %, 1107 MW) y Hungría (47%, 295 MW).

También Suiza (139 %, 42 MW) Bélgica (62 %, 886 MW) Turquía (60 %, 1'274 MW) y Chipre (82 MW desde 0) mostraron un crecimiento impresionante.

Pese al estancamiento de 2010 las perspectivas en Europa son bastante buenas, teniendo en cuenta los ambiciosos objetivos fijados desde la política en muchos países y la buena percepción generalizada entre la población acerca de la energía eólica y otras renovables.

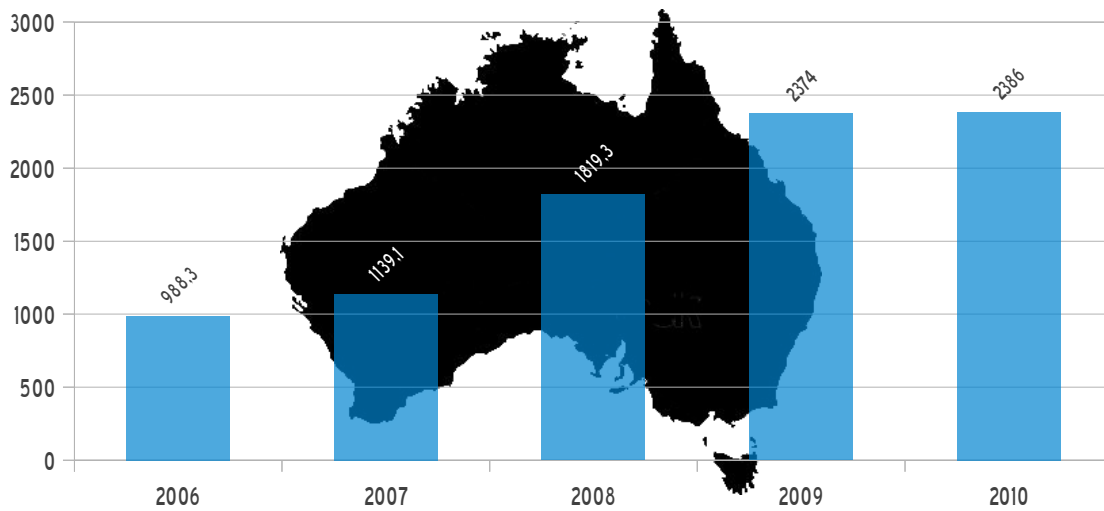
Fig. 9 - Capacidad instalada en Europa [MW]



En Oceanía se apreció un fuerte estancamiento en la instalación de energía eólica al añadirse sólo 11,8 MW tras los 555 MW instalados en 2009. Sin embargo, 2011 se presenta como un año de fuerte recuperación al estar proyectados más de 1000 MW tan sólo en Australia y al menos 100 MW más en Nueva Zelanda.

Además, a nivel político, pueden verse mejoras en el apoyo a las renovables con nuevas formas de financiación y desarrollo como el parque eólico de Hepburn en Australia (que entrará en funcionamiento en 2011) y se presenta como el primer parque eólico a nivel mundial en ser propiedad de la comunidad.

Fig . 10 - Capacidad instalada en Oceanía [MW]



3. TENDENCIAS INDUSTRIALES

Al igual que el durante el 2010 China se erigió como el verdadero líder en cuando a la energía eólica sus empresas fabricantes de aerogeneradores aprovecharon la enorme demanda interna del país y su privilegiada posición en el mercado doméstico chino para crecer en peso respecto a sus competidores a nivel global. Así, una cuarta empresa china (respecto a las tres que había en 2009) se ha colado en el top 10 mundial de empresas productoras de aerogeneradores y China refuerza su

Fig. 11 - Top 10 fabricantes de aerogeneradores (2009)

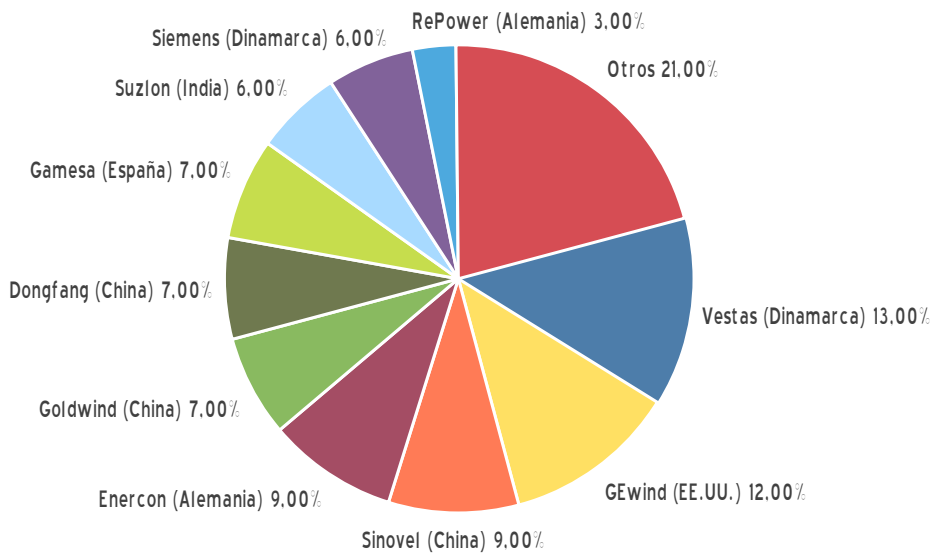
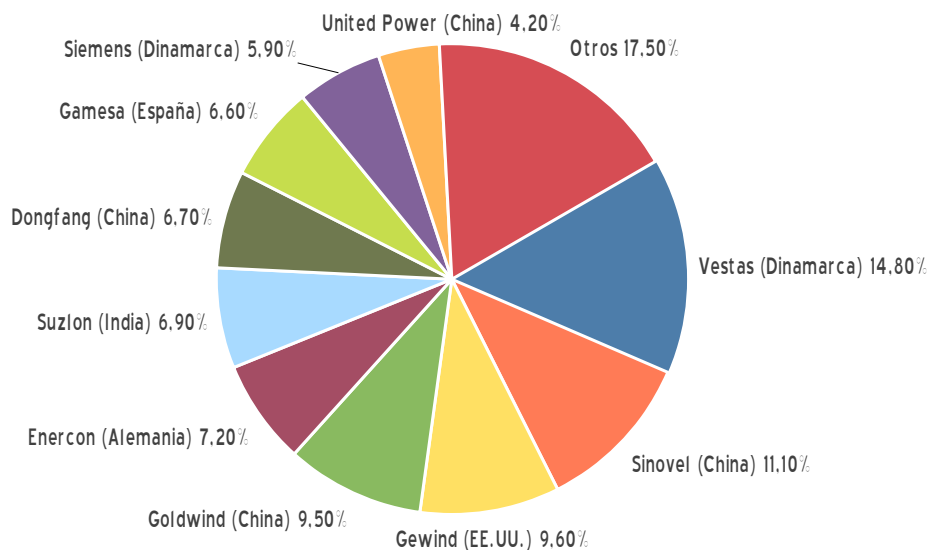


Fig. 12 - Top 10 fabricantes de aerogeneradores (2010)



posición como segunda región productora de aerogeneradores (sólo por detrás de la eurozona en su conjunto) abasteciendo no sólo su demanda interna sino exportando tanto turbinas completas como partes a EE.UU. (por parte de Goldwind) o a India (por parte de Sinovel).

Mientras tanto los fabricantes y desarrolladores europeos alentados por los objetivos políticos de la UE (alcanzar un 20% de contribución eólica al *pool* energético para 2020) y los mercados emergentes de la Europa del Este han podido mantener su predominancia como principales fabricantes mundiales no sólo copando el mercado europeo sino exportando en grandes cantidades a EE.UU. y Canadá. Además, el crecimiento en energía eólica *offshore* y las subvenciones de la UE permiten a las empresas europeas continuar a la cabeza de las líneas de investigación desarrollando máquinas más eficientes y adaptadas a los nuevos mercados lanzando nuevos diseños como el aerogeneradores *gearless*⁶ Goldwind Vesys 1,5 MW y nuevos prototipos de aerogeneradores *gearless* de hasta 3,6 MW.

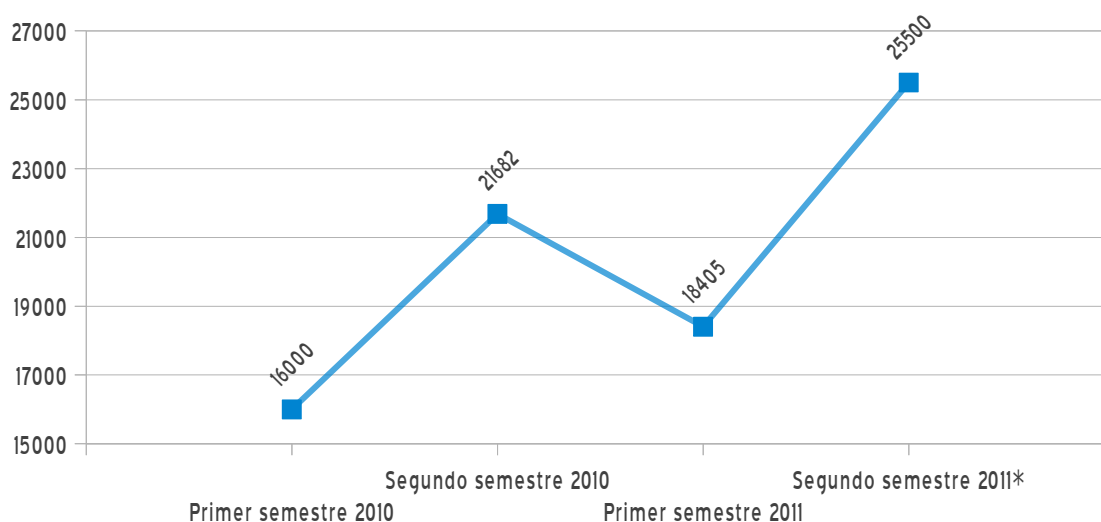
En EE.UU., por su parte, la debilidad de sus mercados unida a su falta de capacidad de fabricación ha conducido a una pérdida de importancia de los escasos fabricantes nacionales permitiendo a las empresas europeas y, sobre todo, a las chinas penetrar en su mercado doméstico.

6 La tecnología *gearless* consiste en un generador magnético sincrónico permanente disminuyendo las partes móviles del aerogenerador. El eje y las partes más bajas de rotación han sido eliminadas, junto con la caja de cambios al desarrollar un sistema de transmisión directa lo que disminuye enormemente los costes de mantenimiento y la fiabilidad y eficiencia de los aerogeneradores.

4. EL AÑO 2011, LA RECUPERACIÓN DEL MERCADO

Tras el terriblemente débil año 2010 el mercado eólico parece haberse recuperado durante la primera mitad del 2011 (y a la espera de datos de una segunda mitad que parece muy prometedora) habiéndose instalado entre enero y junio de 2011 en todo el mundo 18405 MW⁷ lo que eleva la capacidad mundial hasta los 215000 MW y representa un crecimiento un 15% adicional que el mismo período de 2010 (donde sólo se instalaron 16000 MW).

Fig. 13 - Nuevas instalaciones [MW]



En esta primera mitad de 2011 los principales 10 mercados de energía eólica vuelven a liderar el crecimiento. China vuelve a situarse en primera posición al instalar 8000 MW en seis meses (el 43% del total) aunque la recuperación del mercado europeo que instala casi 3000 MW (cerca del 16% del total) y del estadounidense que instala 2252 MW (un 90% más que en el mismo período de 2010) impiden que su predominancia sea total como en el pasado año 2010.

Sin embargo, la recuperación del mercado estadounidense no parece completa pues aunque los resultados son sensiblemente mejores que los de 2010 es bastante probable que no se alcancen los 9900 MW instalados en 2009.

⁷ Los datos pueden parecer bajos para un período de medio año, sin embargo, hay que recordar que tradicionalmente se instala mucha más potencia eólica en el segundo semestre del año, llegando a superar en un 40% a la del primer semestre.

En Europa todos los países, con excepción de Francia y Dinamarca han mejorado sus inversiones respecto a 2010 y es probable que se alcancen valores similares que en 2009. Cabe destacar, además, que el mal comportamiento de la inversión danesa ha hecho que esta abandone el top 10 de instaladores eólicos en favor de Portugal al alcanzar los 3960 MW. Europa del Este, por su parte, sigue mostrando los más altos índices de crecimiento de los últimos años creciendo Rumanía un 10% (59 MW instalados), Polonia un 22% (245 MW instalados), Croacia un 28% (20 MW instalados) y Estonia un 32% (48 MW instalados) en el primer semestre de 2011

Además, nuevos mercados se han abierto, especialmente en América Latina donde Costa Rica ha pasado de 0,2 MW hasta 60,2 MW de capacidad eólica y Venezuela y Honduras han comenzado a instalar energía eólica, al igual que ha hecho Etiopía en África.

También cabe citar la implantación de sistemas de tarificación *feed-in* para la energía eólica en países tan dispares como Ecuador, Japón, Malasia y Uganda volviendo a las tendencias pro-energía eólica que se pudieron ver en 2009 y años anteriores pero que desaparecieron en 2010.

Por todo ello se espera que la mejoría respecto a 2010 se mantenga en el segundo semestre del año instalándose una potencia adicional de 25500 MW que llevaría el total de nueva capacidad instalada durante 2011 hasta 43900 MW, superando en casi un 17% la potencia instalada en 2010 y en un 15% la instalada en 2009 superando así el mal año que fue 2010. La potencia eólica proyectada para finales de 2011 alcanzará los 240500 MW, casi el 3% de la demanda mundial de electricidad.

5. ENERGÍA EÓLICA EN ESPAÑA

En 1996 la potencia eólica instalada en España era de 163 MW momento en el cual comenzó a sufrir un explosivo crecimiento en los años siguientes hasta estabilizarse en torno a partir del 2005 cuando la potencia instalada alcanzó los 9910 MW cuando ya era uno de los principales productores de energía eólica a nivel mundial. Durante los años siguientes el mercado eólico español continuó creciendo a tasas más moderadas (entre el 15% y el 20% anual) hasta alcanzar una potencia instalada de 19149 MW en el año 2009.

Fig. 14 - Capacidad instalada en España [MW]

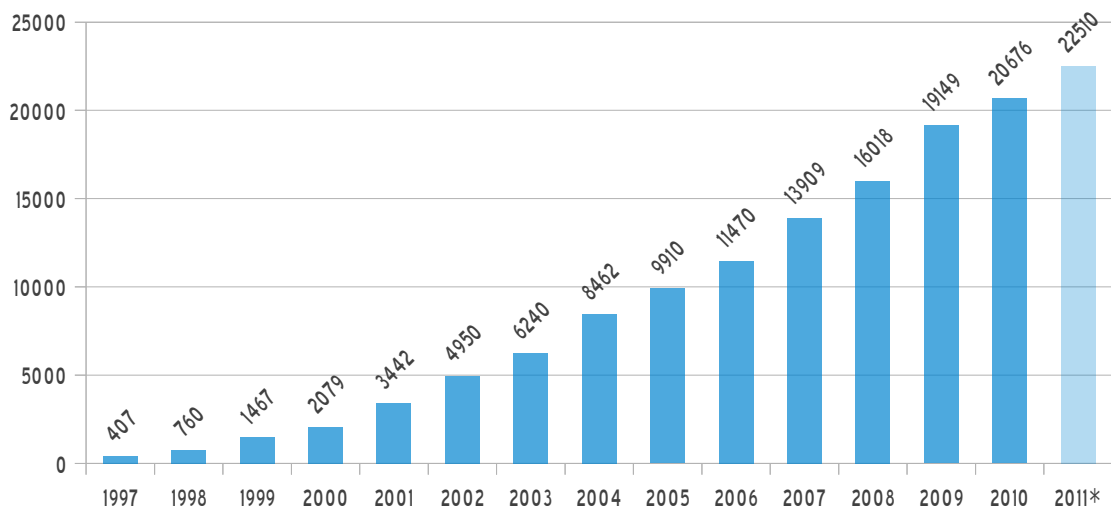
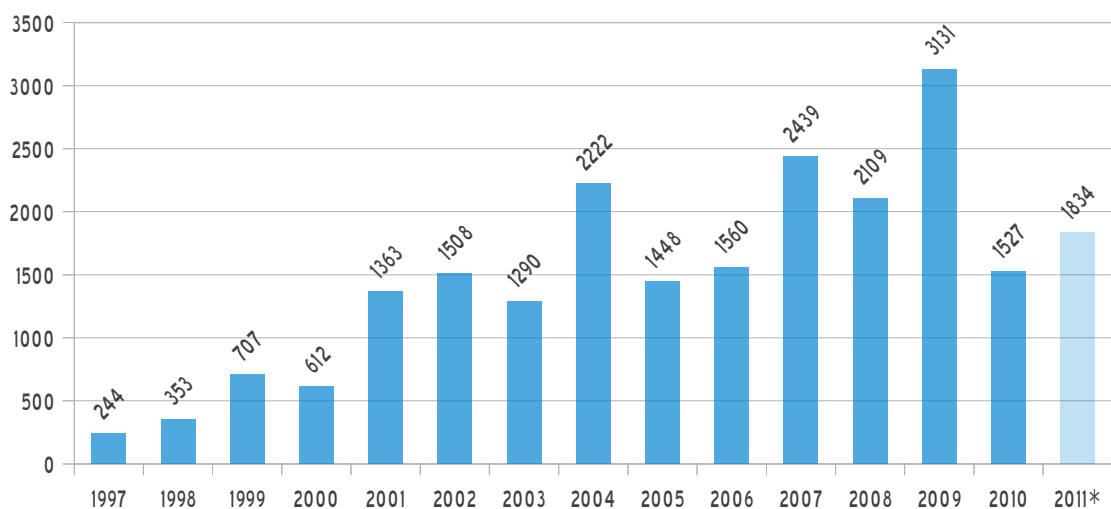


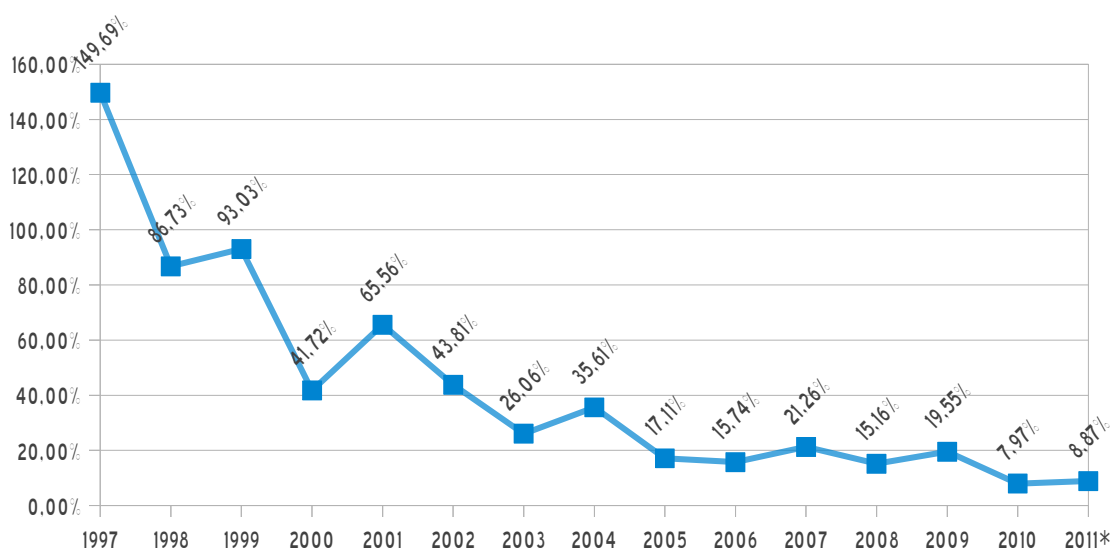
Fig. 15 - Nuevas instalaciones en España [MW]



Pese a la caída que han sufrido todos los mercados eólicos occidentales debido a la crisis económica global el mercado español se ha mantenido saludable instalándose 1527 MW de nueva capacidad llevando el total hasta los 19959 MW con una tasa de crecimiento del 8%, lejana del 14% del año 2009, pero manteniendo empresas fuertes en la fabricación de aerogeneradores como Gamesa (que copó el 6,60% de las ventas globales de aerogeneradores en 2010) acudiendo al mercado extranjero, principalmente estadounidense. Esto, unido a la veteranía del mercado eólico español y a las políticas pro-energías renovables de la UE auguran una pronta recuperación del sector para este 2011.

España continúa siendo el segundo mercado eólico de Europa y el segundo país por potencia total instalada sólo superada por Alemania. Además, durante el 2010 la energía eólica supuso el 16% de la energía generada de media alcanzando picos de suministro de hasta el 46,65% de la potencia total suministrada (alcanzado el 9 de noviembre de 2010).

Fig. 16 - Tasa de crecimiento en España [%]



Uno de los principales factores del increíble desarrollo de la energía eólica en España son las sucesivas políticas pro-energías renovables implantadas a partir de 1997 cuando se desarrolló el sistema de tarificación *feed-in* en España. El sistema de tarificación *feed-in* fue modificado sucesivamente en 2004, 2006, 2007 y 2010 variando los regímenes y tarifas aplicables a las instalaciones y reduciendo, en esta última modificación, la tarificación en un 35% temporalmente hasta 2013 para fomentar las nuevas instalaciones durante los años más duros de la crisis.

El sector eólico español ha contribuido al PIB nacional con casi 20 millones de euros⁸ en el período 2005-2010 y representa actualmente el 0,28% del PIB español generando directamente casi 18000 puestos de trabajo a los que pueden sumarse otros 12000 puestos de trabajo generados indirectamente. Pese a que los datos socioeconómicos de 2010 son los más bajos desde el 2005 rompiéndose una tendencia alcista que alcanzó su cúspide en 2009 las medidas políticas tomadas en 2010 así como la recuperación mundial del sector hacen preveer una lenta pero segura recuperación. Además, la generación eólica en España ha permitido evitar la emisión de más de 110 millones de toneladas de CO₂ en los últimos cinco años ahorrando a la economía española 329,8 millones de euros en concepto de derechos de emisión y ayudando a limitar la dependencia energética del país.

Las previsiones a futuros del sector para los próximos años incluyen alcanzar un 30% de la potencia eléctrica para el 2020 con 38 GW de potencia instalada incluyendo al menos 3 GW de energía eólica *off-shore* momento en el cual la energía eólica produciría el 19,5% de la demanda eléctrica nacional siendo la segunda fuente tan sólo por detrás del gas natural.

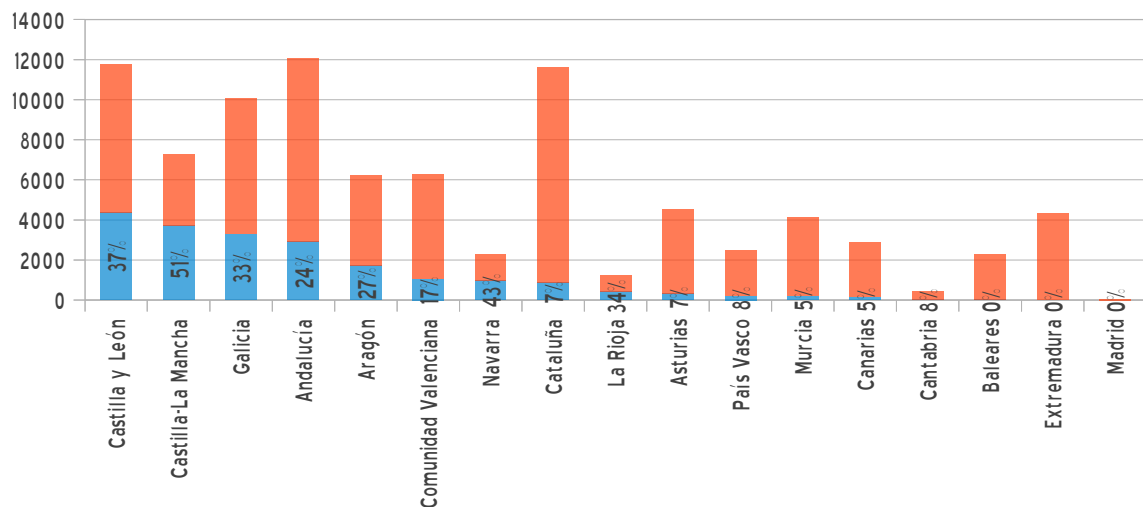
8 Entre ingresos directos e indirectos provocados por el sector

6. EL ESTADO DE LA ENERGÍA EÓLICA POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS

Castilla y León se ha consolidado como la comunidad autónoma líder en energía eólica tanto por capacidad total instalada (alcanzando 4382 MW) como en nuevas instalaciones con el 33% de la nueva potencia instalada. Las otras dos comunidades con mayor potencia instalada en 2010 fueron Andalucía con 364 MW y Cataluña con 356 MW.

En potencia total instalada Castilla-La Mancha ocupa el segundo lugar con 3278 MW instalados aunque no ejecutó ninguna nueva instalación en el 2010, al igual que hicieron Aragón, Navarra, La Rioja, Asturias, País Vasco, Cantabria o Baleares. La lista de potencia se cierra con Madrid y Extremadura que no poseen ninguna instalación eólica.

Fig. 17 - Potencia eólica instalada sobre potencia total [MW]



En Andalucía el *Plan andaluz de sostenibilidad energética 2007-2013* recogía como objetivo la existencia de 4000 MW de energía eólica para el 2010 y 4800 MW para el 2013. Con 2913 MW de potencia eólica instalados en 2010 y un sector debilitado por la crisis es bastante probable que no se alcance el objetivo previsto para 2013 sin embargo, la evolución de nuevas instalaciones durante los últimos años (tasa de crecimiento del 37% en 2008, del 64% en 2009 y del 14% en 2010) muestran los esfuerzos realizados para tratar de cumplir los objetivos que podrían alcanzarse manteniendo una tasa de crecimiento del 18% durante los próximos tres años.

En Aragón el *Plan energético de Aragón 2005-2012* establece como objetivo la instalación de 4000 MW de potencia eólica para 2012 totalmente inalcanzables dado los apenas 1699 MW instalados a finales de 2010 y las bajas tasas de crecimiento de la comunidad. El principal problema que debe abordar Aragón respecto a la energía eólica es elaborar un nuevo plan energético que aleje la incertidumbre del sector y buscar incentivar las inversiones de un sector que previo a 2006 se mostró muy dinámico pero que ha tenido un crecimiento muy escaso desde entonces.

Asturias por su parte tampoco ha cumplido los objetivos de su *Estrategia energética del Principado de Asturias Horizonte 2010* que preveía la existencia de 950 MW de potencia eólica, lo que choca frontalmente con los 314 MW instalados hasta 2009 y la inexistencia de nuevas instalaciones durante todo el año 2010.

Respecto a la comunidad canaria el *Plan energético de Canarias 2015* establece un objetivo de 1025 MW de potencia eólica para 2015 lo que se plantea dificultoso a menos que el comportamiento del mercado canario de un vuelco completo pues en los últimos cinco años apenas se han instalado 6 MW en las islas. Durante el 2011 se han proyectado 600 MW de nuevas instalaciones en las islas, sin embargo, el cambio en los precios del sistema de tarificación *feed-in* ha puesto en peligro el buen puerto de estas instalaciones mientras los licitadores esperan una resolución del gobierno ante su petición de que se excluya Canarias de dicha rebaja por las características especiales del mercado energético de las islas.

En Cantabria el *Plan energético de Cantabria 2006-2011* marcaba como objetivo la instalación de 300 MW hasta el 2011 que no se cumplirá en gran parte debido a las dificultades que se han encontrado al desarrollar los proyectos de centrales eólicas entre la conservación paisajística (uno de los principales activos naturales de la comunidad) con el desarrollo de la energía eólica si bien parece que el nuevo gobierno autónomo parece más interesado que el anterior en el desarrollo de la energía eólica al haber simplificado los requisitos para dar el visto bueno a los proyectos eólicos.

El *Plan eólico de Castilla-La Mancha Horizonte 2014* muestra un objetivo de la instalación de 2500 MW en el período 2009-2014 lo que, pese al brutal descenso en la instalación eólica en la comunidad durante 2010 (no instalándose un sólo MW) puede alcanzarse sin excesiva dificultad si durante este 2011 se recuperan el ritmo de instalaciones del 2009.

Castilla y León, por su parte, establece en su *Estrategia regional de desarrollo sostenible 2009-2014* un objetivo a largo plazo de alcanzar los 10000 MW de producción eólica en la comunidad que podría alcanzarse fácilmente en menos de diez años manteniendo las tasas de crecimiento de este año 2010.

Cataluña por su parte pese a los objetivos y medidas planteados en la *Revisión del Plan de la Energía de Cataluña 2006-2015* no ha sido capaz de concentrar el crecimiento eólico hasta el pasado 2010 siendo, al contrario que en el grueso del país, el mejor año para los instaladores eólicos en la comunidad catalana. El objetivo de 1315 MW para el 2015 parece lejano dados los 356 MW instalados hasta 2010 pero una tasa de crecimiento similar a la del último año sostenida hasta el 2015 podría acercar a la comunidad hasta los objetivos planteados.

La Comunidad Valenciana por su parte ha aumentado espectacularmente los fondos de ayuda a la realización de instalaciones eólicas pasando de apenas 160.000 € en 2010 hasta los casi 3 millones de euros para el 2011 previéndose para el 2012 una aportación similar lo que augura buenos resultados para la energía eólica en la comunidad.

En Extremadura la carrera por la energía eólica aún no ha comenzado en parte por la fuerte apuesta de la comunidad por otras energías renovables como la solar y en parte por la poca necesidad de incrementar el *pool* energético de una comunidad que produce mucho más de lo que consume. Todo ello unido a la fuerza con la que la crisis económica ha golpeado en la zona ha retrasado la implantación eólica innumerables años y aunque actualmente se encuentra licitados 501 MW de instalaciones eólicas no se puede hacer una estimación real de cuando se harán realidad.

En Galicia el *Plan Energético Estratégico de Galicia 2010-2015* aún se encuentra en fase de desarrollo aunque la intención de volver a invertir en energía eólica parece clara entre los gobernantes gallegos con más de 3000 MW de potencia en concurso o construcción en estos momentos.

El *Plan Energético de la Comunidad de Madrid 2004-2012* contemplaba la existencia de al menos 150 MW de instalaciones eólicas para final de 2012, sin embargo, el desarrollo eólico en la comunidad aún no ha despegado principalmente por el escaso apoyo político a las iniciativas al no haberse llevado si quiera a cabo los estudios de viabilidad y demostración que el gobierno de la

comunidad prometió para atraer la inversión eólica en Madrid.

En Murcia los objetivos del *Plan Energético de la Región de Murcia 2003-2012* (300 MW para el 2006 y 850 para el 2012) hace mucho que se demostraron inalcanzables, sin embargo el gran esfuerzo hecho durante 2010 (instalándose 41 MW con una tasa de crecimiento del 27%) pese a la crisis del sector y el gran número de propuestas en marcha durante el 2011 hacen augurar un buen y constante desarrollo de la eólica en la región.

En la Comunidad Foral de Navarra el *Plan Energético de Navarra 2005-2010* indicaba la dificultad de crecimiento de la energía eólica en la comunidad por la dificultad de encontrar nuevos puntos en los que realizar nuevas instalaciones (debido a las dificultades de carácter ambiental) y al elevado porcentaje de participación de la eólica en el *pool* energético de la comunidad (poniendo limitaciones de carácter técnico a la hora de incorporar nuevas instalaciones eólicas para asegurar la estabilidad del suministro). Por ello el plan condicionaba el crecimiento de la energía eólica en Navarra a la creación de una nueva conexión de red eléctrica con Francia a través de los Pirineos que aún no ha podido materializarse lo que explica el estancamiento del desarrollo eólico en la comunidad. Sin embargo, una nueva conexión con Francia a través del Golfo de Vizcaya está en las últimas fases de proyecto y la conexión terrestre a través de los Pirineos comienza a moverse nuevamente en los círculos políticos lo que pudiera significar un nuevo despegue eólico en la comunidad.

La Rioja por su parte no cuenta, al contrario que el resto de comunidades autónomas, de un plan de fomento de las energías renovables aunque se encuentra en desarrollo el *Plan Energético General del Gobierno de La Rioja* que debiera sentar las bases para el desarrollo futuro de la energía eólica en la comunidad que, por el momento, se encuentra gravemente lastrada por el descenso en la actividad habiéndose instalado muy pocos nuevos megavatios en los últimos cinco años pese al gran parque eólico existente antes del 2006.

En el País Vasco, por último, el escenario no se presenta especialmente halagüeño pues, a parte del retraso en la publicación del documento final de la *Estrategia Energética de Euskadi* (con la consiguiente incertidumbre que crea para las inversiones privadas) el mercado ha estado prácticamente detenido en los últimos años.

PARTE II – SISTEMA ACTUAL DE RETRIBUCIÓN PARA LA ENERGÍA EÓLICA

1. EL PORQUÉ DE LA NECESIDAD DE LOS SISTEMAS DE RETRIBUCIÓN

Las fuentes renovables continúan en desventaja frente a las energías convencionales⁹ debido a las distorsiones creadas en los mercados eléctricos durante décadas, de apoyo masivo a las tecnologías convencionales desde el punto de vista financiero, político y estructural lo que explica que para el desarrollo de las fuentes renovables se necesite ahora el mismo apoyo político y económico que han tenido tradicionalmente las energías convencionales.

Una de las críticas más clásicas al sector de las renovables es su precio excesivo en comparación con la generación eléctrica por medios convencionales y si miramos exclusivamente el costo de las instalaciones y las subvenciones que les aplican pudiera parecer que es una afirmación real, sin embargo las energías convencionales no han incluido nunca en sus cálculos de coste muchos gastos absorbidos por la sociedad derivados de su funcionamiento¹⁰ ni las subvenciones aplicadas a sus actividades¹¹ que igualan en muchos casos los costes de las diversas opciones. Estos gastos, denominados externalidades¹² no modifican el equilibrio del mercado generando mercados ineficientes y desequilibrados.

Un ejemplo que evidencia esta afirmación son los costos no declarados por la exoneración de los costos de seguros por accidentes nucleares, que son demasiado costosos para ser cubiertos por los operadores de las centrales nucleares. Idealmente, la producción de energía no debería contaminar,

9 Habitualmente se llaman energías convencionales a la producida por centrales térmicas (ya sean de gas, carbón o petróleo), nucleares e hidroeléctricas.

10 Como por ejemplo los costos ambientales o sobre la salud por la contaminación que generan de los que se hace cargo la sociedad en su conjunto.

11 La nuclear o la hidroeléctrica, por ejemplo, son baratas porque la construcción de las centrales es sufragada en la mayor parte por los estados y las empresas privadas que las operan sólo deben hacerse cargo de los gastos de operación y mantenimiento.

12 situación en la cual los costos o beneficios de producción y/o consumo de algún bien o servicio no son reflejados en el precio de mercado de los mismos. En otras palabras, son externalidades aquellas actividades que afectan a otros para mejor o para peor, sin que éstos paguen por ellas o sean compensados. Existen externalidades cuando los costos o los beneficios privados no son iguales a los costos o los beneficios sociales. Los dos tipos más importantes son las economías externas o las deseconomías eternas.

y debería ser responsabilidad de los productores de energía evitar la contaminación. Si contaminan, deberían pagar una cantidad igual al daño provocado a la sociedad en su conjunto, aunque puede resultar difícil cuantificar los impactos ambientales que provoca la generación de electricidad. ¿Qué precio tienen la pérdida de tierras costeras y los hogares de sus habitantes en islas, por efecto del incremento de la altura del nivel del mar, o el deterioro de la salud y la pérdida de vidas humanas?

Estos costes externos no son una entelequia. El estudio *ExternE*, promovido y financiado por la Comisión Europea durante más de diez años con el fin de cuantificar los costes sociales y ambientales de la producción de electricidad, los cifra en un rango de entre el 1% y el 2% del Producto Interior Bruto (PIB) de la Unión Europea (UE), sin contar con los costes del cambio climático. El estudio concluye que si tales costes externos se integraran en la factura eléctrica europea, el precio del kWh producido con fuel o carbón debería doblarse, mientras que el coste del kWh producido a partir de gas natural se vería incrementado en al menos un 30%.

2. SISTEMAS DE RETRIBUCIÓN MÁS UTILIZADOS

Los principales modelos de mecanismos de apoyo o ayuda a las fuentes renovables de energía que se usan en el mundo hoy en día, constituyen una alternativa para acelerar la introducción de las tecnologías de las fuentes renovables en el *pool* energético en muchos países del mundo que de otra forma difícilmente realizarían estas inversiones.

Tras muchos años de empleo y experiencia con los diferentes mecanismos de apoyo se ha llegado a la conclusión de que no existe un mecanismo que se adapte a todos los mercados energéticos y que queda país debe encontrar el modelo o modelos que más se adapten a su economía. Varios son los principales tipos de mecanismos de incentivos para las energías renovables (y para la energía eólica en particular) que pueden encontrarse:

– **Mecanismo de tarifas fijas** (*feed-in tariff*): basado en fijar un precio del kWh producido durante un período de tiempo determinado (marcado por la legislación local o nacional) el cual se paga a los productores que puedan acogerse al sistema. Es el más común de los sistemas de apoyo a las renovables en general y especialmente en la eólica. Es habitual que los precios varíen en función del tamaño de la instalación, de la antigüedad de la misma y de cualesquiera otros factores por lo que los agentes políticos quieran discriminar. EE.UU. fue el primer país en aplicar un mecanismo de este tipo con carácter nacional, en 1978. Este tipo de apoyo de las tarifas fijas fue posteriormente adoptado por Dinamarca, Alemania, Grecia, India, Italia, España y Suiza, en los primeros años de la última década del siglo XX. Hasta el 2007, al menos 37 países y 9 estados o provincias lo han establecido, y más de la mitad se aplicaron desde el 2002.

– **Mecanismo de primas**: mediante el cual se aplica un pago adicional (prima) fijado previamente sobre el precio de mercado al que se vende la electricidad. Es habitual que el mecanismo de primas establezca un precio mínimo (que debe alcanzarse incluso aumentando el valor de la prima excepcionalmente) y un precio máximo (por encima del cual la prima disminuye incluso hasta hacerse cero). Al igual que en el anterior puede discriminarse la cuantía de las primas para potenciar unas tecnologías o tipología de instalaciones por encima de otras. Aunque menos común que el sistema de tarifa fija el sistema de prima se emplea en España, República Checa, Eslovenia, Holanda y Dinamarca.

– **Normas de cartera de renovables** (*renewable portfolio standards*): también conocido como sistema de cuotas renovables, obligaciones renovables o política de cuotas en el que el gobierno (ya sea local, regional o nacional) fija la cantidad de electricidad que debe ser cubierta mediante fuentes renovables y deja actuar a los agentes del mercado para que desarrollen las instalaciones más rentables para alcanzar los objetivos fijados vendiendo la electricidad generada a precio de mercado. Nuevamente pueden discriminarse los objetivos en base a distintas tecnologías u otros criterios. Este sistema fomenta la competencia entre los generadores de electricidad, aunque tanto en el de tarifas fijas como en el de cuotas, se desarrolla esta competencia, que es lo más importante, independientemente de si el gobierno fija las tarifas o las cuotas. A pesar que en teoría el mecanismo parece sensato la realidad es que, en general, ha sido menos efectivo que el de las tarifas fijas. El sistema existe, a nivel de estado o provincia, en EE.UU., Canadá e India, y a nivel nacional en siete países: Australia, China, Italia, Japón, Polonia, Suecia y Reino Unido. Globalmente había 44 estados, provincias o países con este mecanismos en el 2007.

– **Mecanismos de licitación**: similar al anterior pero el gobierno en lugar de fijar un objetivo global y dejar al mercado actuar saca a concurso público la creación y operación de instalaciones de energía renovable y deja que los agentes del mercado compitan para ofrecerle el coste más bajo que será el que desarrollará. En China se ha empleado para la concesión de proyectos eólicos con cuatro rondas de licitaciones durante 2003-2006. Después de cinco rondas se pudieron alcanzar 3,6 GW en total. Brasil ha aplicado licitaciones para pequeñas hidroeléctricas, plantas eólicas y de biomasa, mediante el programa PROINFA. Se ha empleado en proyectos eólicos en Irlanda, Francia, Reino Unido y Dinamarca.

– **Subsidios a la inversión**: ya sea mediante pagos directos al capital de inversión o el reembolso de parte del mismo realizados generalmente sobre la base de la potencia instalada del generador. Algunos tipos de subsidios directos al capital inversionista o reembolso se aplican en unos 35 países. Rusia combinó esta variante desde el 2007 con una legislación que ofrece subsidios a la inversión para la conexión a la red de los productores de energía, junto con primas y otras medidas.

– **Incentivos fiscales**: mediante deducciones u otras formas de beneficios fiscales aplicados por cada kWh producido. Es habitualmente utilizado como complemento a otros sistemas y está activo en EE.UU., Canadá, algunos estados de Argentina y al menos otros 40 países.

3. *POLÍTICA DE INCENTIVOS EN LOS 10 PRIMEROS PRODUCTORES EÓLICOS*

i) China

Como el primer instalador de aerogeneradores en los últimos años y primer país por potencia total instalada el modelo de incentivos chino es digno de estudio para ver si sus preceptos son exportables y replicables en otros países. Hasta 2009 la principal medida tomada es un sistema de cuotas de renovables que discrimina por tecnologías potenciando la energía eólica y que tras años activo ha venido dando precios entre los 0,38 y los 0,55 yuan chinos (de 3,8 a 5,5 céntimos de euro) por kilovatio-hora (kWh). Además el modelo es completado con licitaciones puntuales para fomentar las instalaciones lejos del norte y el oeste (donde las instalaciones son más rentables) e instalaciones *off-shore*. En julio de 2009 estableció un sistema de tarificación fija con un precio de 0.51, 0.54, 0.58 y 0.61 yuan chinos (5,1, 5,4, 5,8 y 6,1 céntimos de euro respectivamente) que sigue vigente actualmente.

ii) Estados Unidos

En 1978 EE.UU. fue el primer país en aplicar un mecanismo de tarifa fijo a las energía renovables que aunque era de un alcance muy limitado abrió las puertas a este tipo de legislaciones en otros países. La legislación actual al respecto de la energía eólica varía mucho de un estado a otro pero habitualmente combinan mecanismos de incentivos fiscales y subsidios a la inversión con mecanismos de tarifa fijas y sistemas de cuotas que han dado resultados muy dispares. Sin embargo, desde el 2008 se han ido expandiendo los sistemas *feed-in tariff* de amplia aplicación, primero California a la que siguieron Hawaii, Oregon, Vermont y muchos otros hasta que el gobierno federal comenzó a estudiar la posibilidad de implantar un sistema similar a nivel nacional.

iii) Alemania

Alemania es uno de los principales ejemplos de éxito de la implantación de un sistema de tarificación fija ha pasado de tener una contribución eólica en su generación de energía del 1,3% en el año 2000 (cuando se implantó por primera vez) hasta el 6% en el año 2010. Los precios pagados actualmente van desde los 3,5 céntimos de euro por kWh producido en eólica *off-shore* hasta los 4,5 céntimos de euro por kWh producido en eólica *on-shore* que se incrementan a los 13 y 9,11

céntimos de euro por kWh durante los 5 primeros años de instalación.

iv) España

En España conviven en producción eólica desde hace años un sistema de tarificación fija y un sistema de primas a escoger por el productor al inicio del año energético según les convenga. El sistema además se complementa con facilidades a la obtención de créditos para la inversión en eólica. Desde su implantación en 1997 el sistema ha permitido convertir a España en una potencia eólica y aunque las actuales incógnitas sobre el futuro de las primas y subvenciones (que podrían rebajarse hasta en un 40%) ponen en peligro el desarrollo futuro del sector el modelo se ha demostrado excepcionalmente fiable.

v) India

Las medidas de apoyo a la energía eólica en India comenzaron en 2003 cuando el gobierno nacional legisló un porcentaje mínimo de contribución renovable al *pool* energético pero sin fijar medidas concretas, dejando en la mano de los estados la implantación de mecanismos de retribución adecuados. 18 de los 25 estados indios cuentan con un sistema de tarificación fija y al menos 17 cuentan con un sistema de cuotas para apoyar la energía eólica además de que los sistemas de incentivos fiscales son aplicados en casi todo el territorio.

vi) Italia

Italia comenzó su apoyo a las renovables en 2002 con la implantación de un sistema de certificados verdes (similar a un sistema de cuotas) que incluía un compromiso de crecimiento anual que fue incrementado en 2008 y 2009 incluyendo además incentivos adicionales para la instalación de eólica *off-shore*.

vii) Francia

En 2001 se introdujo en Francia un mecanismo de tarifa fija que fue revisado en 2006 y reconfirmado en 2008 con un precio actual de 8,2 céntimos de euro por kWh para la eólica *on-shore* y de 13 céntimos de euro para la eólica *off-shore* durante los 10 primeros años de instalación y después una tarifa ajustada a las condiciones del mercado en los siguientes 10 años.

viii) Reino Unido

El sistema de retribución del Reino Unido tiene un carácter mixto al mezclar un sistema de tarificación fija con un sistema de cuotas anual. Las tarifas fijas varían según el tamaño de la explotación siendo excepcionalmente altas (hasta los 34,5 peniques –41 céntimos de euro– por kWh para instalaciones menores a 1,5 MW y 4,5 peniques –5,3 céntimos de euro– por kWh para instalaciones entre 1,5 MW y 5 MW) para las instalaciones medianas y pequeñas provocando la existencia de más de 14000 pequeños parques eólicos a lo largo del Reino Unido. Este sistema se completó con el de cuotas a partir de 2010 fijando un objetivo para 2020 de un 15% de energía consumida procedente de las renovables y fijando objetivos anuales para cada tecnología promoviendo especialmente la eólica *off-shore*.

ix) Canadá

Canadá está atravesando un momento complejo a nivel de retribución eólica al no haber conseguido extender en el tiempo o reemplazar el exitoso programa *ecoENERGY for Renewable Power* convirtiéndose en el país con un extenso programa eólico en el que menos importancia tiene el rol del gobierno. Mientras el gobierno federal busca nuevas maneras de potenciar la energía eólica varios estados han tomado sus propias medidas al instaurar Ontario un sistema de tarifa fija, y la Columbia Británica y Quebec un sistema de cuotas.

x) Portugal

El primer sistema de retribución eólica en Portugal fue el mecanismo de tarifa fija introducido en 1999 que calculaba la tarifa en base al ahorro en investigación, operación y mantenimiento de centrales convencionales así como el ahorro en emisiones de CO₂. El sistema fue reformulado en 2001 introduciendo un coeficiente que calificaba la limpieza de cada tecnología que podía acogerse a la tarifa. En 2005 fue limitada a los primeros 33 GWh generados por cada MW instalado o durante 15 años, lo que sucediera primero y una vez alcanzado el límite los productores sólo recibirían el precio de mercado. Los parques eólicos instalados en 2005 reciben a día de hoy 9,4 céntimos de euro por kWh pero los proyectos posteriores a 2005 sólo reciben 7,3 céntimos de euro por kWh. Estos precios se mantienen también para la eólica *off-shore* lo que la hace inviable económicamente.

PARTE III – NORMATIVA EÓLICA EN ESPAÑA

1. MARCO NORMATIVO

El sector eólico es un sector profundamente regulado en el que el marco normativo aplicable a las instalaciones ha sido el motor fundamental por el cual se explica el rápido desarrollo del sector en España así como sus actuales dificultades. El marco regulador base de la energía eólica en España es *Ley 54/1997, de 27 noviembre, del Sector Eléctrico* en la que se establece –en su artículo 30– la percepción de una prima compensatoria para aquellos productores eléctricos enmarcados en el régimen especial que, como la energía eólica, cumplan las condiciones previstas.

La *Ley 54/1997, de 27 noviembre, del Sector Eléctrico* ha sido desarrollada y modificada en varias ocasiones desde su promulgación siendo las que más nos interesan respecto al sector eólico el *Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial* en el que se establecen los actuales mecanismos de retribución del sector, el *Real Decreto 1614/2010, de 7 de diciembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica a partir de tecnologías solar termoeléctrica y eólica* en el que se instaura un límite en el número de horas de funcionamiento con derecho a prima de las instalaciones eólicas y el *Real Decreto 1565/2010, de 19 de noviembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial* en el que se modifican ciertos parámetros técnicos de funcionamiento de los parques eólicos.

Más allá, la normativa nacional debe incorporar la *Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de abril de 2009 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE* y la *Directiva 2009/72/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 13 de julio de 2009 sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad y por la que se deroga la Directiva 2003/54/CE*.

2. *NORMATIVA NACIONAL*

Más allá del marco normativo general podemos encontrar un gran número de órdenes, reales decretos y correcciones que complementan, desarrollan y corrigen la normativa antes indicada. Las más importantes de estas normas son:

- *Orden ITC/3353/2010, de 28 de diciembre, por la que se establecen los peajes de acceso a partir de 1 de enero de 2011 y las tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial.*

En la que se establecen los precios a pagar al operador del mercado eléctrico para los productores de régimen especial –incluida la energía eólica– y se actualizan los precios de las primas y la tarifa fija a percibir por los productores de energía eólica –a la espera de que se desarrolle la nueva regulación que muy probablemente deberá esperar a principios del año 2012–

- *Corrección de errores del Real Decreto 1565/2010, de 19 de noviembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.*

Que corrige algunos errores de redacción.

- *Corrección de errores del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.*

Que corrige algunos errores de redacción

- *Real Decreto-ley 6/2009, de 30 de abril, por el que se adoptan determinadas medidas en el sector energético y se aprueba el bono social*

Que regula la creación de un mecanismo de registro de pre-asignación de retribución para las instalaciones del régimen especial.

- *Real Decreto 198/2010, de 26 de febrero, por el que se adaptan determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico a lo dispuesto en la Ley 25/2009, de modificación de diversas*

leyes para su adaptación a la ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.

En el que se modifica la legislación española sobre energía para liberalizar el sector energético y se modifican los procedimientos administrativos para obtener los permisos para convertirse en productor de energía eólica.

— *Real Decreto 1028/2007, de 20 de julio, por el que se establece el procedimiento administrativo para la tramitación de las solicitudes de autorización de instalaciones de generación eléctrica en el mar territorial.*

En el que se establecen los procedimientos necesarios para la instalación de parques eólicos *off-shore* y que resultó el punto de partida para la realización de los primeros proyectos *off-shore* en España, aunque el retraso de la publicación del estudio ambiental lastrara la realización de los proyectos.

3. *NORMATIVA AUTONÓMICA*

Además de la normativa estatal –que actúan como marco regulador base y establece las obligaciones mínimas del sector– las diferentes comunidades autónomas han desarrollado sus propios reglamentos, decretos y normativas para fomentar y regular el sector eólico. Las más importantes de estas normativas, ordenadas por comunidades autónomas son:

i) **Andalucía**

— *Plan Andaluz de sostenibilidad energética 2007-2013*

Marco básico de actuación en cuanto a política energética

— *Orden de 29 de febrero de 2008 por la que se regula el procedimiento para la priorización en la tramitación del acceso y conexión a la red eléctrica en Andalucía para la evacuación de la energía de las instalaciones de generación que utilicen como energía primaria la energía eólica, contempladas en el RD 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.*

En la que se priorizan los proyectos eólicos *on-shore* en los trámites administrativos que deban realizarse para su creación, facilitando y acelerando los trámites burocráticos necesarios.

— *Ley 2/2007, de 27 de marzo, de fomento de las energías renovables y eficiencia energética de Andalucía.*

En la que se establecen diferentes mecanismos de fomento de las energías renovables, aunque la mención a la eólica sea realmente escasa y decepcionante.

ii) **Aragón**

— *Plan Energético de Aragón 2005-2012*

Marco básico de actuación en cuanto a política energética

- *Decreto 124/2010, por el que se regulan los procedimientos de priorización y autorización de instalaciones de producción de electricidad a partir de la energía eólica en la Comunidad Autónoma de Aragón*

En la que se priorizan los proyectos eólicos *on-shore* en los trámites administrativos que deban realizarse para su creación, facilitando y acelerando los trámites burocráticos necesarios.

iii) **Asturias**

- *Estrategia Energética del Principado de Asturias Horizonte 2010*

Marco básico de actuación en cuanto a política energética

- *Decreto 43/2008, de 15 de mayo, sobre procedimientos para la autorización de parques eólicos por el Principado de Asturias*

En el que se regulan los procedimientos y autorizaciones necesarios para llevar a cabo un proyecto eólico en el Principado de Asturias.

iv) **Baleares**

- *Plan director sectorial energético de las Islas Baleares 2015*

Marco básico de actuación en cuanto a política energética aún en fase de desarrollo.

v) **Canarias**

- *Plan Energético de Canarias 2015*

Marco básico de actuación en cuanto a política energética.

- *Decreto 19/2009, por el que se regula la instalación de parques eólicos en la CA de Cantabria*

En el que se regulan los procedimientos y autorizaciones necesarios para llevar a cabo un proyecto eólico en Cantabria.

- *Decreto 32/2006, de 27 de marzo, por el que se regula la instalación y explotación de los parques eólicos en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Canarias*

En el que se regula el procedimiento administrativo para instalar y explotar parques eólicos en las islas

- *Orden de 27 de abril de 2007, por la que se convoca concurso público para la asignación de potencia en la modalidad de nuevos parques eólicos destinados a verter toda la energía en los sistemas eléctricos insulares canarios*

Mediante el que se convoca un concurso para licitar 440 MW de energía eólica a instalar en las islas.

vi) **Cantabria**

- *Plan Energético de Cantabria 2006-2011*

Marco básico de actuación en cuanto a política energética, en actual revisión para afrontar el siguiente quinquenio.

vii) **Castilla-La Mancha**

- *Plan eólico de Castilla-La Mancha horizonte 2014*

Marco básico de actuación en cuanto a política eólica.

- *Decreto 20/2010 por el que se regula el aprovechamiento de la energía eólica en la CA de Castilla-La Mancha*

Mediante el cual se regulan todos los aspectos del aprovechamiento de la energía eólica en Castilla-La Mancha, regulando los procedimientos administrativos a los que deben acogerse los parques así como las condiciones técnicas y medioambientales de los mismos

viii) **Castilla y León**

- *Estrategia Regional de Desarrollo Sostenible 2009-2014 de Castilla y León*

Marco básico de actuación en cuanto a política eólica.

- *Decreto 189/1997, de 26 de septiembre, por el que se regula el procedimiento para la autorización de las instalaciones de producción de electricidad a partir de la energía eólica*

Que regula los procedimientos administrativos para instalar y explotar parques eólicos en la comunidad.

ix) **Cataluña**

- *Revisión del Plan de la Energía de Cataluña 2006-2015*

Marco básico de actuación en cuanto a política eólica.

- *Orden TRI/216/2004, de 14 de junio, por la que se aprueban las bases reguladoras para actuaciones en materia de ahorro, eficiencia energética y aprovechamiento de los recursos energéticos renovables y se abre la convocatoria para el año 2004*

Que regula las bases reguladoras para la inclusión de actuaciones en materia de ahorro, eficiencia energética y aprovechamiento de los recursos energéticos renovables

- *Orden ECF/329/2010 de 9 de junio, por la que se abre la convocatoria de concurso público para la adjudicación de autorización e instalación de parques eólicos en las zonas de desarrollo prioritario y se aprueban las bases*

Mediante el que se convoca un concurso para licitar 769 MW de energía eólica a instalar en Cataluña.

x) **Comunidad Valenciana**

- **Plan eólico de la Comunidad Valenciana**

Marco básico de actuación en cuanto a política eólica.

- *Ley 16/2008, de 22 de diciembre, de Medidas Fiscales, de Gestión Administrativa y Financiera, y de Organización de la Generalitat*

En el que se regulan los incentivos a la instalación de parques eólicos.

xi) **Extremadura**

- *Acuerdo para el Desarrollo Energético Sostenible de Extremadura*

Marco básico de actuación en cuanto a política eólica.

- *Decreto 160/2010, por el que se regula el procedimiento para la autorización de las instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de la energía eólica, mediante parques eólicos en la CA de Extremadura*

Que regula los procedimientos administrativos para instalar y explotar parques eólicos en la comunidad.

xii) **Galicia**

— *Plan Energético Estratégico de Galicia 2010-2015*

Marco básico en cuanto a política energética en fase de desarrollo.

— *Orden de 29 de marzo de 2010 que desarrolló determinados aspectos de la Ley 8/2009 de 22 de diciembre por la que se regula el aprovechamiento eólico en Galicia y se crea el canon eólico y el Fondo de Compensación ambiental*

Que regula los procedimientos administrativos para instalar y explotar parques eólicos en la comunidad y mediante el que se convoca un concurso para licitar 2325 MW de energía eólica a instalar en Galicia.

xiii) **La Rioja**

— *Decreto 48/1998, de 24 de julio, por el que se regula el procedimiento para la autorización de las instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de la energía eólica, en el ámbito de la Comunidad Autónoma de La Rioja*

Que regula los procedimientos administrativos para instalar y explotar parques eólicos en la comunidad.

xiv) **Madrid**

— *Plan Energético Estratégico de la Comunidad de Madrid 2004-2012*

Marco básico de actuación en cuanto a política energética.

— *Orden 9613/1999, de 30 de diciembre, de la Consejería de Economía y Empleo, por la que se regula la concesión de ayudas para la promoción de energías renovables y el ahorro y eficiencia energética para el período 2000-2001*

Que regula los procedimientos administrativos para instalar y explotar parques eólicos en la comunidad.

xv) **Navarra**

— *Plan Energético de Navarra 2005 - 2010*

Marco básico de actuación en cuanto a política energética.

- *Orden Foral 258/2006, de 10 de agosto, del Consejero de Industria y Tecnología, Comercio y Trabajo, por la que se dictan normas complementarias para la tramitación administrativa de puesta en servicio y conexión a la red de distribución eléctrica de las instalaciones de producción de energía eléctrica en régimen especial y sus agrupaciones*

Que regula los procedimientos administrativos para instalar y explotar parques eólicos en la comunidad.

- *Decreto Foral 222/1998, de 29 de junio, sobre aplicación del régimen especial de deducción a las inversiones que se realicen en instalaciones destinadas al aprovechamiento de energías renovables, ahorro y diversificación energética*

En el que se regulan los incentivos fiscales a la instalación de energías renovables.

xvi) **País Vasco**

— **Estrategia Energética de Euskadi 2010**

Marco básico de actuación en cuanto a política energética en fase de revisión.

- *Decreto 115/2002, de 28 de mayo, por el que se regula el procedimiento para la autorización de las instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de la energía eólica, a través de Parques Eólicos, en el ámbito de la Comunidad Autónoma del País Vasco*

Mediante el cual se regulan los procedimientos administrativos a seguir para instalar y explotar instalaciones eólicas en la comunidad.

4. PROCEDIMIENTO ADMINISTRATIVO

Tal y como se indica en el *Capítulo II Procedimientos administrativos para la inclusión de una instalación de producción de energía eléctrica en el régimen especial del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial* la autorización administrativa acerca de la instalación de parques eólicos *on-shore* y *off-shore* –siempre que su potencia sea menor de 50 MW– corresponde a cada una de las Comunidades Autónomas mientras que la autorización para la instalación de parques eólicos *off-shore* de potencia mayor a 50 MW a la Administración General del Estado.

Si bien el procedimiento exacto varía en cada comunidad autónoma –o al menos en aquellas que han realizado su propia legislación al respecto– el procedimiento dictado desde la normativa nacional puede ser estudiado como ejemplo tipo, no siendo las variaciones autonómicas excesivamente complejas.

El procedimiento para el otorgamiento de autorizaciones administrativas para la construcción, modificación, explotación, transmisión y cierre de las instalaciones eólicas se rige por las normas por las que se regulan con carácter general las instalaciones de producción de energía eléctrica recordando que para la obtención de la autorización de la instalación, será un requisito previo indispensable la obtención de los derechos de acceso y conexión a las redes de transporte o distribución correspondientes (derecho que tal y como aparece en el *Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica* no puede ser restringido excepto por falta de capacidad necesaria, cuya justificación se deberá exclusivamente a criterios de seguridad, regularidad o calidad de suministro.)

Tras la obtención de la autorización administrativa para la construcción, modificación, explotación, transmisión y cierre de las instalaciones eólicas deberá tramitarse su inclusión en el régimen especial de producción eléctrica para lo cual deberá presentarse una memoria-resumen que, entre otras cosas, acredite las condiciones técnicas de la instalación. Posteriormente deberá tramitarse la inscripción en el *Registro de instalaciones de producción en régimen especial* que consta de dos fases: una inscripción previa (que sirve para cumplir con los requisitos del *Real*

Decreto 2019/1997 permitiendo a la instalación actuar como agente en el mercado eléctrico) y una inscripción definitiva que se tramitará cuando el parque ya en funcionamiento haya vendido energía al mercado eléctrico y los operadores del mismo emitan un informe en el que se acredite el cumplimiento de los parámetros técnicos y de seguridad exigidos y que permitirá adscribirse al modelo de ayudas a la energía eólica a partir de la inclusión definitiva en el registro.

5. *NORMATIVA RELATIVA A LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL*

El procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental fue regulado por el derecho comunitario mediante la *Directiva 85/337/CEE*, posteriormente modificada por la *Directiva 97/11/CEE*, que completó la lista de proyectos que debían someterse a este procedimiento. En España existe una norma estatal aplicable con carácter general que regula el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental: el *Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos* en el que se fijan los proyectos que deben someterse al procedimiento encontrándonos entre ellos a la instalación de parques eólicos.

El proceso de Evaluación de Impacto Ambiental debe desarrollarse antes del inicio de la ejecución del proyecto del parque eólico siendo calificado el incumplimiento de esto como una infracción muy grave penado con una multa de hasta 2.404,048,42 €. Una vez planteado el proyecto del parque eólico y caracterizado en sus parámetros técnicos debe procederse a realizar la Evaluación de Impacto Ambiental que consta de tres fases:

— *Fase 1: Determinación del alcance del estudio de impacto ambiental.*

Solicitud por el promotor ante el órgano sustantivo de sometimiento del proyecto a evaluación de impacto ambiental, acompañada del documento inicial del proyecto.

Determinación del alcance del estudio de impacto ambiental por el órgano ambiental, previa consulta a las administraciones públicas afectadas y, en su caso, a las personas interesadas.

— *Fase 2: Estudio de impacto ambiental, información pública y consultas.*

Elaboración del estudio de impacto ambiental por el promotor del proyecto.

Evacuación del trámite de información pública y de consultas a las administraciones públicas afectadas y a personas interesadas, por el órgano sustantivo.

— *Fase 3: Declaración de impacto ambiental.*

Declaración de impacto ambiental emitida por el órgano ambiental, que se hará pública y finalizará la evaluación.

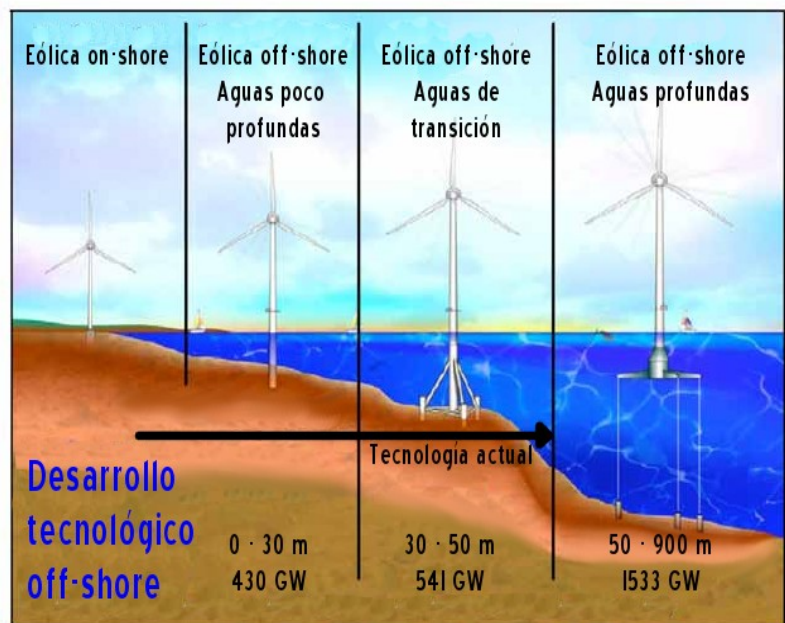
Una vez se remite la Declaración de Impacto Ambiental podrá aceptarse la realización permitiéndose a partir de ese momento la iniciación de las obras para ejecutarlo, podrá aceptarse la realización del proyecto a condición de incluir ciertas medidas correctoras o ciertos cambios en el mismo y, una vez se realicen se podrán comenzar con la ejecución del proyecto o podrá emitirse una Declaración de Impacto Ambiental negativa impidiendo la realización del proyecto.

PARTE IV – SITUACIÓN MUNDIAL DE LA ENERGÍA EÓLICA MARINA

1. LA ENERGÍA EÓLICA OFF-SHORE, CONCEPTOS Y RETOS TECNOLÓGICOS

La energía eólica marina o energía eólica *off-shore*¹³ es, al igual que la energía eólica convencional o terrestre, la energía obtenida a través de la conversión de la energía mecánica del viento en energía eléctrica y otras formas útiles para las actividades humanas. La diferencia fundamental radica en que los aerogeneradores son instalados en el mar, ya sea frente a las costas o en mar abierto lo que genera toda una serie de nuevos retos técnicos y el desarrollo de nuevas fórmulas tecnológicas para el correcto funcionamiento de las instalaciones.

La principal ventaja de la energía eólica *off-shore* es que el mar se caracteriza por un mejor recurso eólico, ya que el viento alcanza mayores velocidades, las cuales aumentan según nos alejamos de la costa, siendo además más constante y menos racheado, lo que da lugar a menores turbulencias. Otra de las ventajas es que en el mar existen enormes espacios libres donde colocar aerogeneradores, lo que



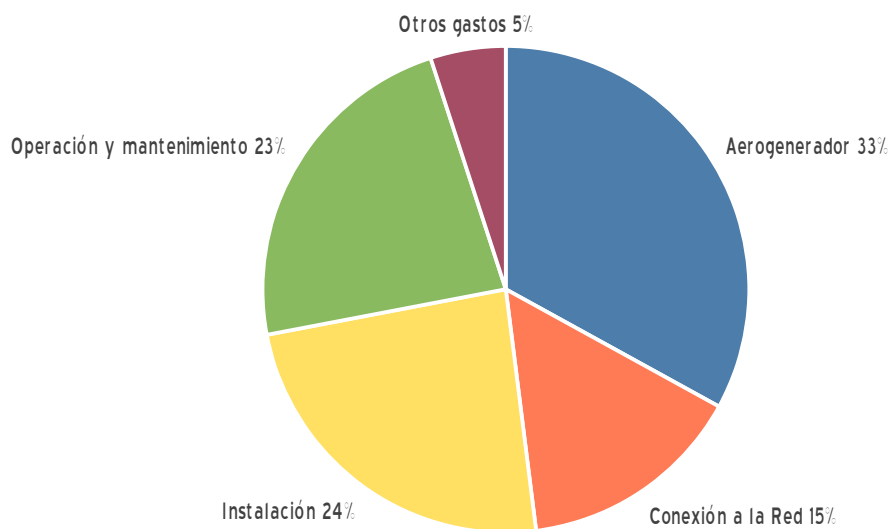
ofrece la posibilidad de instalar parques eólicos de mucho mayor tamaño que en tierra. Por tanto, el mar nos ofrece un medio donde desarrollar estas instalaciones, y así aumentar el número de MW eólicos instalados.

En relación con los inconvenientes, el primero de ellos es su mayor coste, tanto en lo que se refiere a los estudios previos de ingeniería y de campo, como a los de construcción y operación.

¹³ Del inglés *off-shore*, en el mar, alejado de la costa, en contraposición con la energía eólica tradicional instalada en tierra u *on-shore*

Mientras el coste de los aerogeneradores supone del orden del 75% de la inversión total de un parque eólico *on-shore*, en el mar supone sólo alrededor de un 33%, debido, entre otros, a los mayores costes que implican los trabajos en mar, las cimentaciones y la conexión eléctrica. Además, al contrario de lo que suele ocurrir en tierra, en el mar no existen infraestructuras eléctricas que conecten las áreas con mayor recurso eólico con los centros de consumo, con lo que la distancias de la línea eléctrica a construir suele ser mayor.

Fig. 18 · Distribución de costes de una instalación eólica off-shore



Otro de los inconvenientes es que los parques eólicos offshore requieren de una tecnología más avanzada que los terrestres. Y esto es fundamental en los aerogeneradores –que deben soportar mayores cargas y adaptarse al ambiente marino y estar protegidos frente a la corrosión– en las cimentaciones; en los trabajos en el mar –ya que es importante tener en cuenta las limitaciones de acceso y las dificultades que existen para trabajar en este medio tanto durante la fase de construcción como durante la de operación– etc.

Respecto a eólica *off-shore* existen realmente dos mercados claramente diferenciados, uno de instalación de aerogeneradores en aguas poco profundas o aguas de transición (hasta los 50 m de profundidad y un potencial eólico de 541 GW) y un segundo mercado de instalaciones en aguas profundas (de más de 50 m de profundidad y un potencial eólico de 1533 GW) sobre boyas flotantes. El primero de estos mercados está bien desarrollado y representa el estado actual de la tecnología eólica *off-shore*, anclándose los aerogeneradores al lecho marino por muy diversos

medios (monopilotes, por gravedad, de trípode, *jacket* ...) siendo la casi totalidad de los parques eólicos *off-shore* en el mundo de este tipo.

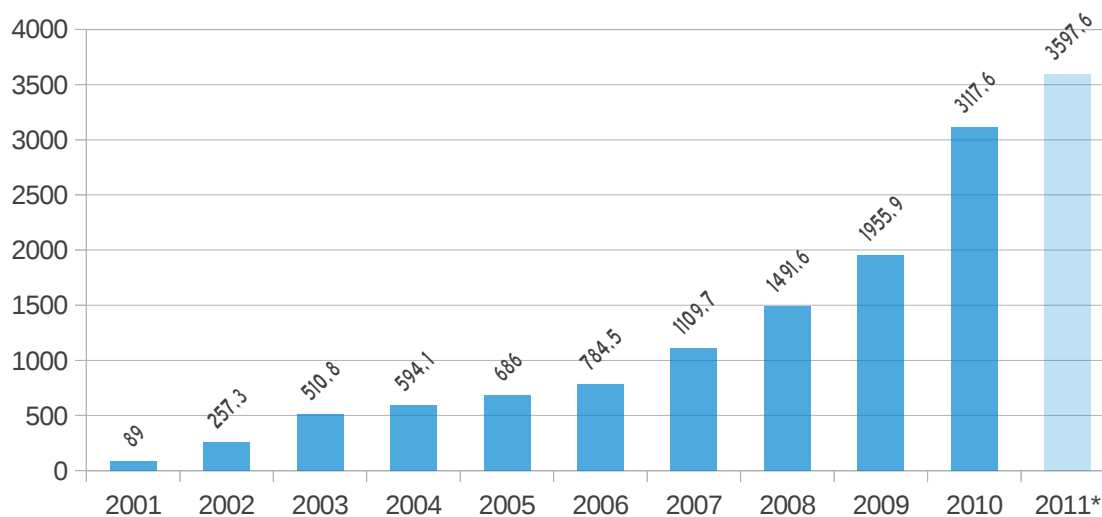
El segundo mercado, las instalaciones en aguas profundas, se encuentra en un estado de desarrollo tecnológico, investigando nuevos tipos de fijaciones y tratando de aprovechar la experiencia en instalaciones flotantes petrolíferas para su desarrollo. Las primeras pruebas de estas instalaciones fueron realizadas en 2005 y, desde entonces, las líneas de investigación han crecido para poder instalar el primer prototipo completo a finales de 2008 enmarcado en el proyecto *Hywind* de la compañía Noruega *Statoil*. Situado frente a las costas Noruegas con profundidades superiores a los 100 m se instaló una turbina de 2,3 MW conectada mediante cables submarinos a la red eléctrica Noruega. Tras dos años de pruebas y tratamiento de datos los resultados satisfactorios abren las puertas a la realización de instalaciones comerciales con esta tecnología.

Principales diferencias con aerogeneradores <i>on-shore</i>	
Torres	<ul style="list-style-type: none"> — Implementación de sistemas de protección anti-corrosión — Diseño de nuevos sistemas de acceso a torre — Necesidad de alojar los sistemas de convertidores, control ...
Palas	<ul style="list-style-type: none"> — Mayor necesidad resistencia a cargas — Mayor necesidad de flexibilidad — Mejor sistema de protección contra rayos — Mayor tamaño de pala (hasta 114 m y 120 t)
Buje	<ul style="list-style-type: none"> — Sistema anti-corrosión — Sistema de acoplamiento dinámico al sistema de transmisión
Pitch	<ul style="list-style-type: none"> — Sistemas electroneumáticos de gran componente hidráulico
Góndola	<ul style="list-style-type: none"> — Menores relaciones tamaño/potencia y peso/potencia — Mejora del aislamiento y de la protección anti-corrosión
Control	<ul style="list-style-type: none"> — Mayor número de sensores de comportamiento — Necesidades de transmisión y procesamiento de un gran volumen de datos — Algoritmos de control a tiempo real adecuados al medio marino — Mayores necesidades de potencia de frenado

2. EVOLUCIÓN HISTÓRICA Y SITUACIÓN EN EL 2010

La historia de la energía eólica *off-shore* comienza mucho después de la eólica convencional, en el año 1990 cuando se instaló en las costas de Suecia el primer aerogenerador marino, a 350 m de la costa y unos 6 m de profundidad que iba apoyada sobre una estructura con forma de trípode anclada al lecho marino. Tras este primer prototipo vino una primera fase de desarrollo –entre 1991 y 1998– en la que se diseñaron nuevos prototipos y proyectos experimentales probando diferentes modelos y potencias de aerogeneradores, anclajes y localizaciones (entre 450 y 600 kW de potencia unitaria alcanzando hasta 4 km de distancia de la costa y profundidades de 6 m). Esta primera fase sirvió para disolver las dudas iniciales acerca de la viabilidad de la tecnología demostrando buenos índices de fiabilidad y rentabilidad confirmando la conveniencia de continuar con el desarrollo. Tras esta primera fase se introdujeron aerogeneradores cada vez más grandes, en mayor número –obligando a contar con subestaciones transformadoras *off-shore*– y en circunstancias más adversas sirviendo de prueba final para los primeros parques de carácter comercial

Fig. 19 - Capacidad off-shore instalada a nivel mundial [MW]



A partir de entonces –hacia el año 2000– comenzó la andadura comercial de la energía eólica *off-shore* aunque sin descuidar la investigación y el desarrollo de nuevas soluciones a los problemas que se presentan. Algunos países como Alemania o Reino Unido incentivaron la instalación de

eólica *off-shore* mediante legislaciones específicas de tal forma que para finales del año 2005 la potencia instalada en parques eólicos *off-shore* era de 686 MW, destacando el papel de Dinamarca, con el 53%, y Reino Unido, con el 38%. A finales del año 2.008, alrededor de 1.500 MW eólicos offshore estaban ya en funcionamiento. Reino Unido, a la cabeza del ranking, contaba con un 40%, seguido por Dinamarca, con un 29 %, y por Holanda, con un 16%.

Fig. 20 · Nuevas instalaciones off-shore 2010 [MW]

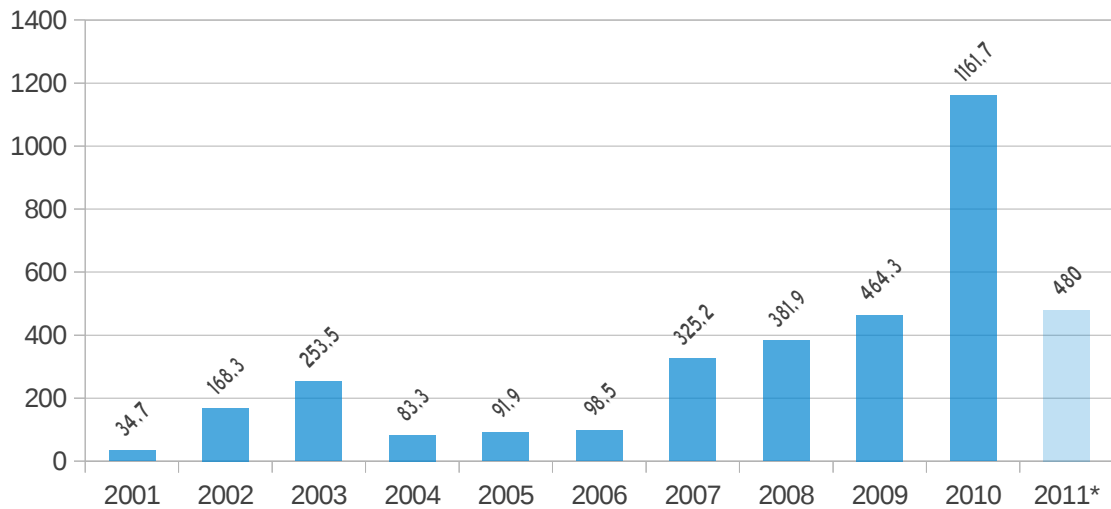
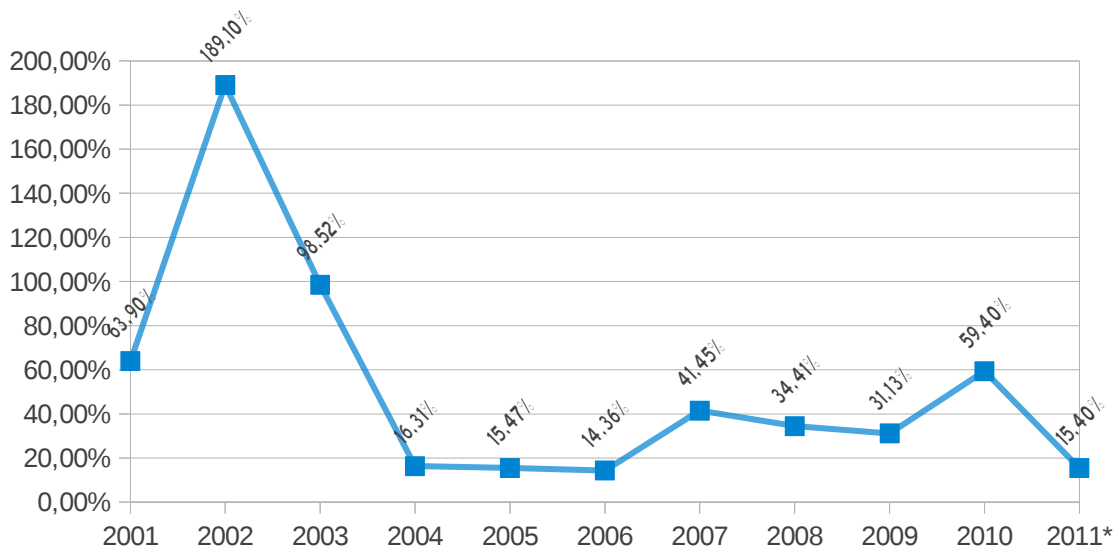


Fig. 21 · Tasa de crecimiento off-shore 2010 (%)



Existen 12 países con parques eólicos instalados en el mar, siendo diez de ellos europeos a los que se debe añadir China y Japón. La capacidad instalada alcanzó en el 2010 los 3117,6 MW, de los

cuales 1161,7 MW correspondieron a nuevas instalaciones del 2010, situándose la tasa de crecimiento en el 59%, muy por encima de la tasa de crecimiento de del sector eólico en general. La contribución de la energía *off-shore* en la capacidad total instalada a nivel mundial subió desde 1,2% en 2009 hasta 1,6% en 2010.

El Reino Unido contabilizó más de la mitad de la capacidad instalada durante el 2010, un total de 653 MW. Con este fuerte crecimiento, el Reino Unido se estableció como el mercado más grande de aerogeneradores *off-shore* con una capacidad total *off-shore* de 1351 MW. En el Reino Unido, la energía eólica *off-shore* representa el 26% de la capacidad eólica total y el 59% de la capacidad añadida en 2010. Dinamarca es el segundo país en energía eólica *off-shore* con una capacidad actual de 854 MW, un 22,9 % de la capacidad eólica total. Otro mercado importante para la energía eólica *off-shore* fue Bélgica, que agregó 165 MW, lo cual representó el 49 % de las nuevas instalaciones en este país. China por su parte instaló su segundo parque eólico *off-shore* cerca de Shanghái, contando con una capacidad de 100 MW. Sin embargo, en relación con el tamaño total del mercado eólico en el país, la energía eólica *off-shore* sigue desempeñando un papel marginal. Japón añadió el parque eólico Kamisu cerca de la costa (14 MW), el cual sobrevivió sin daños el terremoto y tsunami del 11 de marzo de 2011.

En España aunque cuenta con 10 MW instalados en forma de prototipos y estudios no es hasta bien entrado el año 2007 cuando se produce el primer paso para el desarrollo de los parques eólicos *off-shore*, con la entrada en vigor del *Real Decreto 1.028/2.007, de 20 de julio, por el que se establece el procedimiento administrativo para la tramitación de las solicitudes de autorización de instalaciones de generación eléctrica en el mar territorial* y no fue hasta mediados de 2009 cuando por fin se aprobó el *Estudio Estratégico Ambiental* en el que se delimitan las zonas que reúnen las condiciones favorables para la instalación de los aerogeneradores. Sin embargo hasta ahora no se ha concretado ningún proyecto para instalar un parque eólico *off-shore* en las costas españolas y no se cree que sea hasta 2012 o 2014 que se instale el primer parque comercial en el país. Cabe destacar, que uno de los principales problemas de España para instalar eólica *off-shore* es la elevada profundidad media de sus costas lo que limita enormemente las localizaciones adecuadas para el estado de la tecnología antes de la llegada del proyecto *Hywind*.

	País	Capacidad <i>off-shore</i> 2010 [MW]	Nuevas instalaciones <i>off-</i> <i>shore</i> 2010 [MW]	Tasa de Crecimient o 2010 [%]	Capacidad <i>off-shore</i> 2009 [MW]	Capacidad <i>off-shore</i> 2008 [MW]
1	Reino Unido	1341	65	94,9	688	574
2	Dinamarca	854	190,4	28,7	663,6	426,6
3	Países Bajos	249	2	0,8	247	247
4	Bélgica	195	165	550,0	30	30
5	Suecia	164	0	0,0	464	134
6	China	123	100	434,8	23	2
7	Alemania	108,3	36,3	50,4	72	12
8	Finlandia	30	0	0,0	30	30
9	Irlanda	25	0	0,0	25	25
10	Japón	16	15	1500,0	1	1
11	España	10	0	0,0	10	10
12	Noruega	2,3	0	0,0	2,3	0
	Total	3117,6	1161,7	59,4	1955,9	1491,6

3. EL AÑO 2011 Y PERSPECTIVAS DE FUTURO

En el primer semestre del año 2011 se instalaron 101 nuevas turbinas *off-shore* para conectar a la red un total de 348,1 MW. Además, 11 nuevos parques eólicos *off-shore* están en construcción y, una vez completados, representarán una nueva capacidad de 1004,3 MW superando ampliamente las expectativas para este año 2011 si todos entraran en funcionamiento antes de fin de año.

En Europa a día 30 de junio de 2011 hay 1247 aerogeneradores *off-shore* conectados a la red con una capacidad de 3304 MW en 50 parques eólicos a lo largo de 10 países de los cuales 5 fueron creados en la primera mitad del 2011: *Greater Gabbard* y *Walney 1* en Reino Unido, *Baltic 1* y *BARD off-shore 1* en Alemania y un nuevo prototipo de turbina flotante en Bergen, Noruega. Además en el parque eólico de *Ormonde* en Reino Unido se instalaron nuevas turbinas eólicas y se comenzaron los trabajos preliminares para la instalación de los parques de *Gwynt* y *Môr* en Reino Unido, *Raahe* en Finlandia y *Thornton Bank 3* en Bélgica

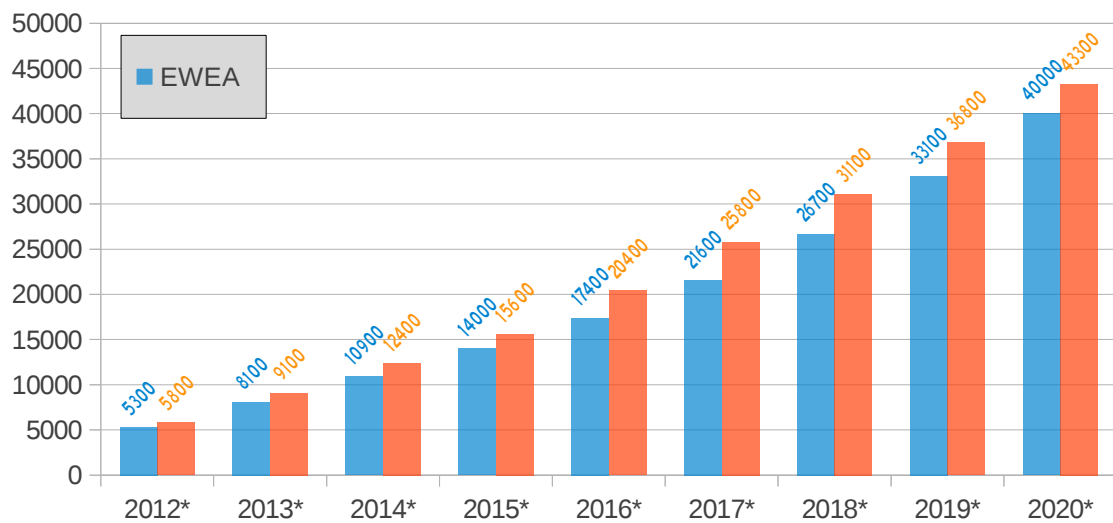
Durante 2011 los Estados Unidos han avanzado seriamente en el desarrollo de dos parques eólicos *off-shore*, el primero de ellos y que tiene más oportunidades de empezar a operar en Cape Cod, Massachussets sumaría 454 MW colocando a EE.UU. en el tercer puesto de generadores de energía eólica *off-shore* y aunque tiene en contra multitud de protestas acerca de su instalación en un área natural protegida parece que cuenta con el apoyo político tanto local como federal. El segundo proyecto sería instalado en la costa de Galveston, Tejas y aunque aún no cuenta con el *Purchasing Power Agreement* se prevee que lo consiga a principios del 2012

En diciembre de 2008 la Unión Europea acordó un objetivo a alcanzar para que el 20% de su producción energética en el 2020 procediera de las renovables, para ello la Comisión Europea esperaba necesitar que el 34% de la producción eléctrica fuera renovable y, al menos el 12% de la electricidad fuera generada por la energía eólica.

En base a estas políticas y utilizando el modelo energético *PRIMES*, desarrollado por el *E3M Lab* de la *National Technical University of Athens*, la Comisión Europea publicó nuevas predicciones en 2010 que esperaban cubrir el 14,2% de la demanda eléctrica con energía eólica para el 2020, siendo la contribución de la *off-shore* un cuarto de la eólica convencional (representando 55,6 GW y entre el 4% y el 4,2% de la demanda eléctrica). Por su parte la *European Wind Energy*

Association predijo una capacidad *off-shore* instalada de 40 GW para 2020. Además, en el 2009 las directivas europeas exigieron a los estados miembros producir sus *National Renewable Energy Action Plans* determinando la contribución de cada energía renovable al *pool* energético del país entre 2010 y 2020 fijando objetivos sectoriales. Estos 27 NREAP combinados fijaron un objetivo de 43,3 GW de energía eólica *off-shore* para el 2020.

Fig. 22 - Perspectivas de capacidad *off-shore* a nivel mundial [MW}



4. TENDENCIAS DE DESARROLLO

Según la tecnología se ha desarrollado y se ha ganado experiencia en la instalación de energía eólica *off-shore* la industria ha ido interesándose cada vez más por aguas más profundas, alejándose de la costa y buscando parques eólicos y aerogeneradores más grandes.

Los parques eólicos *off-shore* actualmente en funcionamiento se concentran en una zona 20x20 (a menos de 20 km de la costa y 20 m de profundidad) y de los parques proyectados o en construcción que se enmarcan en esta zona se puede observar que la tendencia es a que sean de un mayor número de aerogeneradores y estos de mayor potencia que los ya instalados.

Podemos definir una segunda zona 60x60 (a menos de 60 km de la costa y 60 m de profundidad) con una gran cantidad de parques proyectados y varios de ellos en construcción parece claro que el futuro cercano de la energía eólica *off-shore* pasa por explotar esta zona que, para dentro de unos 5 años, contendrá la mayor parte de la potencia eólica instalada en el mar.

Una tercera zona >60 km - <60 m (a más de 60 km de la costa y menos de 60 m de profundidad) incluye nuevos desarrollos principalmente en Alemania y Reino Unido instalados en aguas muy lejanas de la costa y conectados a supernodos *off-shore* en profundidades de entre 20 m y 60 m. Estos parques se encuentran ya bajo proyecto y construcción y podrían comenzar a ser una importante contribución al total de la energía eólica *off-shore* dentro de 4 ó 5 años.

Por último, aparece una cuarta zona <60 km - >60 m (a menos de 60 km de la costa y más de 60 m de profundidad) que incluye proyectos de instalaciones de aguas profundas en plataformas flotantes como el *Hywind* y que podrían materializarse en los próximos años aunque, en cualquier caso, como una opción minoritaria de las instalaciones *off-shore*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arapogianni, Athanasia *et al* (2011) *The European offshore wind industry – Key trends and statistics: 1st half 2011*, European Wind Energy Association
- Atienza, Juan Carlos; Infante, Octaivo; Martín Fierro, Isabel y Valls, Julieta (2009) *Directrices para la evaluación del impacto de los parques eólicos en aves y murciélagos*, SEO Birdlife
- Azau, Sarah; Bianchin, Raffaella *et al* (2011) *Wind in our Sails - The coming of Europe's offshore wind energy industry*, European Wind Energy Association
- Bevat, Linda; Latorre, Sophia; Taylor, Alex; Weis-Taylor, Patricia *et al* (2010) *Annual Report 2009*, IEA Wind Energy
- Bevat, Linda; Taylor, Alex; Weis-Taylor, Patricia *et al* (2009) *Annual Report 2008*, IEA Wind Energy
- Blanchard, Loïc; Edge, Gordon *et al* (2007) *Delivering Offshore Wind Power in Europe*, European Wind Energy Association
- Deloitte asesores (2010) *Estudio macroeconómico del impacto del sector eólico en España*, Asociación Empresarial Eólica
- Dirección de Responsabilidad Corporativa y Relaciones Institucionales de RED ELÉCTRICA (2011) *El sistema eléctrico español 2010*, Red Eléctrica Española
- Dirección de Responsabilidad Corporativa y Relaciones Institucionales de RED ELÉCTRICA (2010) *El sistema eléctrico español 2009*, Red Eléctrica Española
- Dirección de Responsabilidad Corporativa y Relaciones Institucionales de RED ELÉCTRICA (2009) *El sistema eléctrico español 2008*, Red Eléctrica Española

- Dirección de Responsabilidad Corporativa y Relaciones Institucionales de RED ELÉCTRICA (2008) *El sistema eléctrico español 2007*, Red Eléctrica Española
- Dirección de Responsabilidad Corporativa y Relaciones Institucionales de RED ELÉCTRICA (2007) *El sistema eléctrico español 2006*, Red Eléctrica Española
- Dirección de Responsabilidad Corporativa y Relaciones Institucionales de RED ELÉCTRICA (2006) *El sistema eléctrico español 2005*, Red Eléctrica Española
- Dirección de Responsabilidad Corporativa y Relaciones Institucionales de RED ELÉCTRICA (2005) *El sistema eléctrico español 2004*, Red Eléctrica Española
- Dirección de Responsabilidad Corporativa y Relaciones Institucionales de RED ELÉCTRICA (2004) *El sistema eléctrico español 2003*, Red Eléctrica Española
- Dirección de Responsabilidad Corporativa y Relaciones Institucionales de RED ELÉCTRICA (2003) *El sistema eléctrico español 2002*, Red Eléctrica Española
- Dirección de Responsabilidad Corporativa y Relaciones Institucionales de RED ELÉCTRICA (2002) *El sistema eléctrico español 2001*, Red Eléctrica Española
- Esteban pérez, maría dolorez (2009) *Propuesta de una metodología para la implantación de parques eólicos offshore*, T sis doctoral en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Polit cnica de Madrid
- Martinot, Eric; Sawin, Janet L. *et al* (2011) *Renewables 2011, Global Status Report*, REN21
- Martinot, Eric; Sawin, Janet L. *et al* (2010) *Renewables 2010, Global Status Report*, REN21
- Martinot, Eric; Sawin, Janet L. *et al* (2009) *Renewables 2009, Global Status Report*, REN21
- Martinot, Eric *et al* (2008) *Renewables 2008, Global Status Report*, REN21
- Martinot, Eric *et al* (2007) *Renewables 2007, Global Status Report*, REN21

- Martinot, Eric *et al* (2006) *Renewables 2006, Global Status Report*, REN21
- Otto, Sergio de; Pérez, Alejandro *et al* (2010) *Eólica '11, Asociación Empresarial Eólica la referencia del sector*, Asociación Empresarial Eólica
- Pullen, Angelika; Sawyer, Steve *et al* (2011) *Global Wind Report, Anual market update 2010*, Global Wind Energy Council
- Rehmet, Frank *et al* (2010) *World Wind Energy Report 2009*, World Wind Energy Association
- Rehmet, Frank *et al* (2011) *10th World Wind Energy Conference & Renewable Energy Exhibition*, World Wind Energy Association
- Rehmet, Frank *et al* (2011) *Half year report 2011*, World Wind Energy Association
- Wilkes, Justin *et al* (2010) *The European offshore wind industry – Key trends and statistics: 1st half 2011*, European Wind Energy Association