Eólica 2008

aee
Asociación Empresarial Eólica

La Asociación Empresarial Eólica quiere agradecer a sus asociados el suministro de información para la actualización de la base de datos y de fotografías.
Reconoce también a la Comisión Nacional de la Energía, al Operador del Sistema Red Eléctrica de España (REE) y al Operador del Mercado Ibérico de Energía – Polo Español, S.A. (OMEL) la cooperación prestada para elaborar el presente documento.

Con la colaboración de
Ramón Fiestas
Alberto Ceña
Ángeles Mora
Jesús Gimeno
Juan José Mostaza
Ángel Budia
Mar Morante
Sheila Carbajal
Paz Mesa
María Isabel Núñez

Coordinación editorial
Sergio de Otto

Maquetación e Impresión
Impression Artes Gráficas

Diseño de portada
Estudio Jorge Gil

Fotos
Ricardo Murad (salvo página 89)

aee
Asociación Empresarial Eólica

Eólica 2008

Anuario del Sector: análisis y datos

Patrocinado por el Instituto Español de Comercio Exterior (ICEX)

Indice

Carta del Presidente

Un pilar del sistema eléctrico, un sólido sector industrial

Por **José Donoso**

Presidente de la Asociación Empresarial Eólica 6

1ª PARTE: LOS ESCENARIOS

Capítulo I

La evolución de los marcos normativos

Por **Ramón Fiestas**

Secretario General de la Asociación Empresarial Eólica 8

Capítulo II

Las etapas clave del desarrollo de la energía eólica

Por **Alberto Ceña**

Director Técnico de la Asociación Empresarial Eólica 18

Capítulo III

Opinión pública: renovables y...eólica

Por **Sergio de Otto**

Director de Comunicación de la Asociación Empresarial Eólica 24

2ª PARTE: LAS CIFRAS

Capítulo IV

La eólica en España 28

IV.1 Potencia instalada 30

IV.2 Generación 38

Capítulo V

La eólica en el mundo 44

V.1 Crecimiento global de un 27% 45

V.2 La eólica marina 50

3ª PARTE: EL SECTOR

Capítulo VI

La industria eólica española, referente mundial 52
VI.1 Liderazgo en promoción y explotación 53
VI.2 Pioneros en la integración en red 58

Capítulo VII

La contabilidad de la eólica: retribución y retornos 62
VII.1 Retribución 63
VII.2 Retornos 74

Capítulo VIII

Tecnología y futuro 82
VIII.1 La importancia de la investigación y el desarrollo tecnológico 83
VIII.2 Eólica marina en España 87
VIII.3 Prevención de riesgos 91
VIII.4 La explotación de parques eólicos 94

4ª PARTE: LA ASOCIACIÓN

Capítulo IX

AEE; objetivos, asociados y estructura 96
IX.1 Objetivos 97
IX.2 Todos los agentes representados 98
IX.3 Relación de empresas asociadas por actividad 99
IX.4 Junta Directiva 102
IX.5 Staff 103

ANEXO

Relación de gráficos, tablas, mapas y esquemas 104

Carta del Presidente

Un pilar del sistema eléctrico, un sólido sector industrial

A los que se acercan por primera vez al mundo de la energía eólica lo que más les sorprende no suele ser el tamaño y características técnicas de nuestros aerogeneradores —por muy espectaculares que resulten— ni la potencia de los mismos —capaces de suministrar electricidad a poblaciones enteras—, no el que profundiza en la realidad de este sector en nuestro país lo que descubre es que detrás de esos molinos que dibujan la línea del horizonte en numerosos puntos existe hoy un pilar básico de nuestro sistema eléctrico y, sobre todo, una sólida industria que compite en vanguardia en los principales mercados mundiales, como pocos sectores de nuestra economía.

Cuando el pasado mes de enero el **Observatorio Eólico de la Asociación Empresarial Eólica**, daba cuenta del espectacular crecimiento de la potencia eólica en nuestro país, con 3.522 MW nuevos instalados —el segundo mayor crecimiento por países en todo el mundo— poníamos el mismo énfasis en destacar que 2007 fue también el año en que las empresas eólicas españolas consolidaban su liderazgo mundial con un importante volumen de exportación de máquinas y componentes y con una arrolladora presencia de nuestros promotores por los cinco continentes.

La energía eólica es un pilar básico de nuestro sistema eléctrico no sólo porque aportó el pasado año el 9,5 % de la generación —que se acercará al 11% al acabar este año— o porque es ya la tercera tecnología en potencia instalada, sino porque garantiza, como ninguna otra, una creciente y previsible aportación anual, más que significativa, al conjunto de la generación. La eólica no está presente todos los días con la misma potencia en nuestro mix eléctrico de generación, efectivamente, pero sí que es la tecnología que mayor seguridad aporta en el cómputo anual al no depender de factores externos, ni de los precios de los combustibles fósiles ni de su aprovisionamiento, ni de la pluviosidad, ni de averías que desconectan al mismo tiempo cientos de megavatios.

El importante esfuerzo de trabajo en común realizado en estos últimos años por el Operador del Sistema y por el sector eólico, canalizado por esta asociación, ha permitido además una integración en red de la generación eólica que es modélica en el mundo tanto por su volumen como por las características especiales de nuestro sistema eléctrico, casi una isla por la escasa capacidad de interconexión con nuestros vecinos, especialmente con Francia. Se han creado numerosos grupos de trabajo, se ha puesto en marcha un procedimiento de verificación de la adaptación de las máquinas para soportar los huecos de tensión, se han establecido los centros de control y se ha consolidado, sobre todo, una relación en la que la premisa básica es la comprensión de necesidades y preocupaciones recíprocas.

La industria

Pero tan importante como esta dimensión de la energía eólica en el ámbito energético o su aportación a la lucha contra el cambio climático al evitar la emisión a la atmósfera de más de 18 millones de toneladas de CO_2 el pasado año, lo es también su positivo impacto en la economía española tanto en la creación de empleo, 46.000 puestos de trabajo a día de hoy, como en la creación de centros industriales por todo el país, y su destacada contribución a la balanza de pagos con unas exportaciones que superan los 2.500 millones de euros y el ahorro de más de 1.000 millones en la importación de combustibles fósiles.

Si en términos de potencia instalada España ocupa la tercera posición en el ranking mundial por detrás de países como Alemania y Estados Unidos, corresponde sin lugar a dudas al conjunto de las empresas españolas un primer puesto en términos industriales porque tanto promotores, como fabricantes y empresas auxiliares son las más dinámicas en los principales mercados en desarrollo. Son empresas españolas las que promocionan nuevos parques eólicos en los Estados Unidos y en Canadá, en China y en Chile, en Australia y, por supuesto, en casi todos los países europeos y son aerogeneradores y otros componentes fabricados en nuestro país los que a diario cruzan el Atlántico y surcan otros mares hasta el punto de que en muchos países se habla de una nueva era de conquistadores españoles. Y es, además, un sector que invierte en investigación, desarrollo e innovación por encima de la media de la industria nacional.

Todos estos argumentos y otros que hablan de los retornos positivos de nuestra actividad para la sociedad, nuestros retos y proyectos están recogidos en las páginas de este informe anual de la **Asociación Empresarial Eólica**, que se ha convertido ya en una referencia ineludible para todos los que trabajan en este sector y que es guía inestimable por sus abundantes datos y análisis para los que se acerquen por primera vez a la energía eólica que, como ha quedado apuntado en estas líneas, es al mismo tiempo un pilar básico de nuestro sistema eléctrico y un sólido sector industrial.

José Donoso
Presidente
Asociación Empresarial Eólica

Capítulo I
LA EVOLUCIÓN DE LOS MARCOS NORMATIVOS

*Por **Ramón Fiestas Hummler***
Secretario General

Aprender del pasado para edificar el futuro

Cuando hace ahora cinco años poníamos en marcha la Plataforma Empresarial Eólica, el escenario de las energías renovables daba pleno sentido a la iniciativa: en la senda trazada para su desarrollo en el PFER 2000-2010 (Plan de Fomento de las Energías Renovables), se había consolidado la tendencia de la potencia eólica con 4.879 MW instalados, cuyo patrón de crecimiento en términos de potencia acumulada ya se había invertido en 1999 con respecto a la hasta entonces tecnología dominante de las energías renovables en España, la minihidráulica.

Sin embargo, en aquel momento, las perspectivas eran cuando menos desconcertantes.

Aún cuando la eólica disponía prácticamente de todo el terreno por explotar, al actualizar las primas para el 2003, el Gobierno proyectaba una reducción del 8% para esta tecnología, y así lo acordó. Con arreglo al sistema retributivo entonces vigente, esta decisión además de afectar gravemente la rentabilidad de los proyectos en marcha, indujo fundadamente a cuestionarse la intención política con respecto a la continuidad del apoyo a esta tecnología.

La industria lo interpretó como una señal desincentivadora para la continuidad del proceso inversor.

Apenas agrupados los intereses empresariales en un embrión, aquellas circunstancias aconsejaron **concentrar los esfuerzos para identificar de manera singular las necesidades sectoriales** y trasladarlas con claridad y transparencia a los poderes públicos y a la sociedad en general. De los cinco socios fundadores en diciembre de 2002, la Asociación hoy reúne a más de ciento veinte.

El parque de generación eólico está a punto de doblar en potencia instalada al parque nuclear, y ha producido más electricidad que el hidroeléctrico, con todavía algo menos de potencia instalada. En el camino, **España** ha batido en dos ocasiones registros anuales europeos de potencia eólica instalada (en 2004 y 2007) y **ocupa una posición indiscutible de liderazgo internacional en el desarrollo tecnológico e inversiones eólicas.**

Entre los afanes de este ejercicio, nos hemos propuesto analizar en detalle los retornos de esta apasionante andadura, no sólo en el terreno energético, sino en el económico, social y medioambiental, con la intención de difundirlos, comprender y dimensionar las necesidades que el desarrollo de esta actividad tendrá en el futuro en los ámbitos nacional e internacional.

Una de las reflexiones preliminares mas comprometidas e interesantes es la de adentrarse en el conocimiento de las relaciones de causalidad. Identificar cuales han sido las circunstancias artífices de esta realidad y como han influido, puede resultar un excelente ejercicio de aprendizaje del pasado para construir el futuro.

A grandes rasgos, puede afirmarse que la trayectoria sectorial en estos últimos años es el producto de su historia anterior y de una conjunción de factores en buena medida previstos, que en determinados momentos, han interactuado y puesto en la sintonía adecuada a un colectivo de emprendedores dispuestos a invertir en esta actividad eléctrica, al mercado financiero dispuesto a anticipar los fondos necesarios y a un tejido in-

dustrial, empresarial y profesional capaz de crecer y de dar respuesta a todas las necesidades de suministro, innovación, técnicas y profesionales involucradas en estas inversiones.

Además, aparece como un hecho singular en nuestro sector, **una concentración empresarial muy destacable** entorno a las compañías eléctricas, que tiene su origen tanto en su propio crecimiento orgánico como en adquisiciones de otras compañías y proyectos, hecho que indiscutiblemente ha caracterizado e impulsado el desarrollo en este periodo.

Es claro que ni los emprendedores han surgido espontáneamente, ni el mercado financiero ha abierto sus arcas de un día para otro, ni la industria ha estado dimensionada desde el principio para atender volúmenes de inversión superiores a 3.000 M€ anuales, ni el sector eléctrico se ha interesado por esta tecnología para incorporarla a su combinación de generación de la noche a la mañana.

Entonces, ¿existe alguna "mano invisible" capaz de alinear estas complejas relaciones para activarlas en un círculo virtuoso?

Nuestra realidad sectorial se asienta en decisiones políticas, internacionales, nacionales, autonómicas, e incluso locales, que en su conjunto conforman una voluntad dirigida a delimitar espacios concretos en la combinación energética para las energías renovables, en ámbitos temporales definidos.

Esta voluntad se traslada en sus múltiples manifestaciones a los ordenamientos legales mediante actos y normas que se dirigen a fomentar instalaciones que utilizan estas fuentes de energía en condiciones de rentabilidad razonable, a dotar de un marco de derechos y obligaciones a los inversores y operadores y a proporcionar los procedimientos necesarios para transformar esa voluntad en realidades concretas.

Es la percepción que los inversores, los operadores y los agentes en general, tienen acerca de ese conjunto de decisiones, actos y normas integradoras de la voluntad política aplicada en el tiempo y en el espacio, la que ha modulado las decisiones de inversión. Esa percepción actúa, en definitiva, como un **indicador de la confianza necesaria para activar o desactivar el ciclo inversor** a través de decisiones de inversión estrictamente empresariales.

Nuestra realidad se asienta en decisiones políticas nacionales e internacionales para delimitar la combinación energética

En nuestro caso, salvo excepciones puntuales, generalmente coincidentes con periodos de incertidumbre derivada de modificaciones en la regulación, ese ciclo se ha activado por una percepción frecuentemente positiva y de manera sostenida en el tiempo, lo que ha impulsado el crecimiento del sector y el desarrollo tecnológico implícito en el mismo, auto alimentándose de esta forma, esa percepción de confianza.

Y, la señal positiva o negativa del indicador de confianza es, en su más amplia lectura, producto de un análisis de la seriedad y eficacia de las medidas y actos que configuran esa voluntad, donde la valoración trasciende al juicio de idoneidad de medidas puntuales o específicas para instalarse en el plano de la oportunidad, congruencia y fiabilidad del conjunto.

De ahí que la **seguridad jurídica** sea el arco de bóveda sobre el que descansa ese índice de confianza, tanto más cuanto más crecen las inversiones, y por esta razón resulta esencial entenderla como perímetro delimitador de la intervención de los poderes públicos en las actividades económicas.

Nuestra interpretación de la seguridad jurídica no implica de ningún modo que la regulación deba petrificarse. Si así fuera, probablemente el sector no habría conocido ni su entrada en el mercado eléctrico, ni se habrían desarrollado herramientas de predicción, ni se habría derivado hacia una mayor integración de la eólica en el sistema eléctrico, ni generado confianza en torno a esta tecnología entre quienes tienen la tarea de gestionarla. En síntesis, previsiblemente no se habría alcanzado el desarrollo del que hoy somos acreedores.

La seguridad jurídica es mucho más que un concepto abstracto; es un principio constitucional que la jurisprudencia ha interpretado destacando que sobre este principio descansa el de la confianza legítima de quienes esperan actos y comportamientos de la Administración razonablemente consecuentes y alienados con los que les preceden, sin que ello signifique que el ordenamiento jurídico deba permanecer invariable.

Esta es precisamente la confianza a la que aludíamos anteriormente, la que se obtiene cuando se alcanza la certeza de que situaciones jurídicamente consolidadas que puedan verse afectadas por las modificaciones que sean precisas para adaptar el derecho a la realidad social, quedan indemnes.

Esto explica que el **principio de la irretroactividad** en las modificaciones del régimen económico que rige para las instalaciones de esta tecnología, acuñado en las últimas modificaciones reglamentarias, haya sido valorado como uno de los aspectos esenciales para el mantenimiento de la seguridad jurídica en esta actividad y en definitiva de la confianza legítima.

El éxito y ventajas de nuestra regulación respecto a otras europeas es reconocido

La inamovilidad de los principios y la adecuación a la realidad social

Hoy es un hecho raramente discutido que uno de los aspectos que han contribuido a que España lidere el desarrollo de energías renovables radica en una **política de fomento** que se ha manifestado en diversas normas cuya formulación ha merecido las mejores críticas.

En enero de 2008, el informe de la Comisión Europea sobre aplicación de mecanismos de apoyo a las energías renovables en la Unión Europea que acompaña a la propuesta de Directiva sobre la promoción del uso de fuentes de energía renovables, señala al modelo de regulación español como uno de los más eficaces y eficientes en la UE, considerando no solo las magnitudes de crecimiento de potencia instalada (eficacia), sino además el coste implícito (eficiencia).

En realidad, los excelentes resultados alcanzados para ciertas tecnologías, de entre las que destaca la eólica, se pueden relacionar principalmente con el acierto y la solidez de los principios legales en los que se asienta, en los que la especializada reglamentación que viene acompañando el desarrollo de las energías renovables necesariamente se inspira y cuya adecuación a las necesidades de cada momento admite matices e interpretaciones discordantes.

Un reciente informe de la Escuela de Reguladores de Florencia sobre la promoción de las fuentes de energía renovables, reconocía el éxito y las ventajas de nuestra regulación frente a otras en el ámbito europeo inspiradas en otros modelos, precisamente al combinar esos principios y asegurar la buena comunicación y el entendimiento entre las diferentes partes involucradas en orden a identificar y resolver adecuadamente las dificultades técnicas.

El impulso a las energías renovables en la Ley 54/1997, del Sector Eléctrico, descansa en una sola premisa fundamental: la voluntad política de cubrir en el año 2010 un 12% de la demanda energética mediante el consumo de energías renovables.

Para cumplir con este objetivo la ley encomienda la elaboración de un Plan (PFER), articula un régimen económico, en este caso de apoyo a los precios, donde las primas han de tener en cuenta la necesidad de cumplir los objetivos previstos, y un régimen de derechos y obligaciones donde el reconocimiento a los productores de los derechos a conectarse a las redes eléctricas de distribución y de transporte y de ceder la energía producida a las distribuidoras, han sido los principios clave.

Luego los ejes sobre los que se asienta el sector serán, **la planificación, la regulación económica y los derechos de conexión y acceso**, sin olvido de los procedimientos de autorización. Consecuentemente, lo que se planifique y regule al respecto y la oportunidad de modificar lo regulado sobre estas materias, afecta directamente sobre la percepción de los inversores y operadores y por lo tanto en el ritmo del desarrollo sectorial.

La planificación se ha manifestado en el PFER 2000-2010 y en su revisión a través del PER 2005-2010. En lo que se refiere a los objetivos previstos, este último ha revisado los anteriores adecuándolos a los parámetros ya mas realistas de consumo de electricidad en España y también acomodándolos a la realidad del desarrollo y potencialidades de las diferentes tecnologías, donde la eólica ha visto elevada su cuota de contribución de 8.900 a 20.155 MW en el mismo horizonte temporal.

Tanto las nuevas magnitudes fijadas a la eólica para la contribución al objetivo general, como la revisión en si misma de los parámetros que sustentaban el PFER, han contribuido significativamente a reforzar en su momento la confianza de todos los agentes implicados en las posibilidades de crecimiento de esta tecnología. Además, la planificación de las infraestructuras eléctricas donde fueron tenidas en cuenta y actualizadas, reforzó la percepción sobre la seriedad de la propuesta.

La ley acuñó el principio de "rentabilidad razonable" como delimitador de las retribuciones

En la regulación económica, la ley eléctrica, acuñó el principio de la "rentabilidad razonable" como delimitador de las retribuciones a satisfacer a los titulares de las instalaciones. El principio encontraba concreción en dos parámetros: por un lado en la referencia de esa rentabilidad, "atendiendo al coste del dinero en el mercado de capitales" y complementariamente, en su delimitación cuantitativa, cuando estableció inicialmente que el precio de venta de la electricidad producida en estas instalaciones habría de quedar comprendido dentro de una banda porcentual de entre el 80 y el 90% del precio medio de la electricidad.

En un principio, el derecho de conexión se reconoció en la Ley sin ninguna limitación, (aunque los reglamentos lo subordinaron a las condiciones de capacidad de las líneas y seguridad en el funcionamiento) y el derecho a ceder la totalidad de la producción se reconoció con las excepciones que acordase el Gobierno, previo informe de las Comunidades Autónomas cuando las condiciones del suministro lo hicieran necesario.

La regulación del Régimen Especial de producción de electricidad en la que se encuentra embebido el desarrollo reglamentario de las ener-

gías renovables, se ha ido adaptando a la realidad sectorial y social con gran agilidad y, en términos generales, con eficacia. En lo que se refiere a la generación eólica, nuestra Asociación ha acompañado este proceso en los últimos cinco años, en los que han acontecido modificaciones de gran calado y en los que hemos contribuido a materializar e impulsar las medidas que requería dicha adecuación a la realidad sectorial, bajo la defensa de los principios anteriores.

Así los principios del Real Decreto 2818/1998, fueron perfeccionados en el Real Decreto 436/2004 cuando se inspira en las orientaciones del Real Decreto -Ley 6/2000, que persigue incrementar la competencia en los mercados, entre ellos, en el de la electricidad, y para ello entre otras medidas abre el Régimen Especial a los comercializadores y a las nuevas formas de contratación en el mercado.

El crecimiento de la producción eólica se ha basado en la participación masiva de los promotores en el mercado

El R.D. 436/2004, alineado con esa política, **incentivaba la participación de las energías renovables en el mercado eléctrico**, lo que representó una transformación radical en la percepción de esta tecnología desde los operadores del mercado y del sistema, y, desde luego en las prácticas conocidas por los productores hasta entonces. La modificación se hizo respetando los principios de la ley sectorial y de la regulación precedente, como tuvo oportunidad de declarar el Tribunal Supremo.

En esta norma se acuña por primera vez el principio de irretroactividad en la revisión de las retribuciones y de certidumbre en las sucesivas actualizaciones de forma explícita y **se consolida la posibilidad de elección del régimen económico como opcional y alternativo.**

En la participación masiva de los productores eólicos en el mercado eléctrico, con un régimen alternativo de tarifa regulada, a la par que en los principios de irretroactividad anteriores, se ha basado el crecimiento de la producción eólica en los últimos años y en su estela el de otras tecnologías renovables. Desde entonces han sido instalados cerca de 9.000 MW eólicos.

El Real Decreto 661/2007 se caracteriza para la eólica, en términos generales, por la idea de la sostenibilidad económica y del control de su coste, porque a la revisión de las retribuciones que había previsto el Real Decreto 436/2004, incorpora además una nueva metodología en la determinación de la prima convirtiéndola en variable y además superpone un mecanismo de control y de limitación en el tiempo de las instalaciones a las que afectará este nuevo régimen económico.

En este sentido, la norma además se hace eco de un interés en **racionalizar el otorgamiento de las autorizaciones administrativas** condicionándolas a la obtención de un derecho de conexión a la red eléctrica previo, operativa que encuentra sustento en la reforma de la ley eléctrica introducida por la Ley 17/2007, de 4 de julio, por la que se modifica la Ley 54/1997 del Sector Eléctrico, en la que atendiendo a criterios de seguridad de suministro, el gestor de la red de transporte podrá establecer límites territoriales a la capacidad de conexión, previa comunicación a la Secretaría General de Energía.

Destacan también aspectos disciplinarios dirigidos a asegurar un mayor control del cumplimiento de los requisitos anteriores y con ello reforzar las garantías de la operación segura del sistema eléctrico.

El Real Decreto-Ley 7/2006, se superpone con el proceso de reforma del Régimen Especial contenido en el R.D. 661/2007, y en lo que nos afecta, suprime la referencia que la ley eléctrica

hacia con relación a que el precio de venta de la electricidad producida en estas instalaciones habría de quedar comprendido dentro de una banda porcentual de entre el 80 y el 90% del precio medio de la electricidad.

La coexistencia de una tarifa regulada con un esquema de primas a adicionar a un precio obtenido libremente en el mercado o mediante otras formas de contratación de la electricidad, junto con la solución formulada para las instalaciones existentes y los proyectos en funcionamiento, que conservan un régimen económico a grandes rasgos similar al anterior durante un periodo suficiente, han proporcionado **la confianza necesaria para mantener e incluso incrementar el ritmo de instalación** atendiendo a las peculiaridades de los plazos previstos para la aplicación de los diferentes regimenes económicos.

Es cierto que bajo el nuevo esquema de aplicación de las primas se espera, desde el sector, una corrección al alza de los precios de la electricidad en el mercado.

La prioridad de acceso de la energía eólica a la red eléctrica era una realidad que sin embargo no encontró reconocimiento legal hasta el citado R. D. Ley 7/2006, en el que se proclama y subordina al mantenimiento de la fiabilidad y seguridad de las redes.

Las magnitudes de potencia eólica instalada y de generación producida, han venido acompañadas de una evolución en las pautas de gestión del sistema eléctrico, que se han manifestado en resoluciones que aprueban procedimientos de operación basados en los principios anteriores, especialmente relacionados con el mantenimiento de los criterios de fiabilidad y seguridad de las redes para hacer efectivo el derecho de acceso prioritario de la generación eólica a la red. Nos referimos fundamentalmente a los PP.OO. 12.3 y 3.7.

Las Comunidades Autónomas han contribuido significativamente al desarrollo de esta tecnología, no solo proporcionando disposiciones reguladoras de los procedimientos de autorización, sino también y especialmente desarrollando planes sectoriales en los que han sido establecidos objetivos para la eólica reforzando así la planificación estatal.

Integrar estas planificaciones y armonizar la regulación de los procedimientos de autorización, particularmente bajo los nuevos condicionantes del derecho de conexión de las instalaciones de generación eólica, será uno de los próximos retos a afrontar por el sector.

Los desafíos pendientes

Las estimaciones de las agencias y observatorios energéticos europeos apuntan a que la generación eólica incrementará substancialmente su peso en la combinación energética europea, fruto de la necesidad de transformar el patrón de generación hacia un modelo menos vulnerable y más autóctono y sostenible, donde energía y medio ambiente tendrán una concepción mucho mas integrada.

En efecto, la **necesidad de integrar las políticas energética y medioambiental** surge en el ámbito de la Unión Europea como consecuencia de la toma de conciencia de las dimensiones y de los efectos que se derivan de una alteración del clima sobre el bienestar de la comunidad internacional, y que se proyectan negativamente sobre la salud, seguridad y calidad de vida y sobre las economías, en particular en las regiones más desfavorecidas donde estos efectos se acusan de forma notablemente superior.

En el debate recurrente acerca de las magnitudes que serían directamente imputables a la acción antropogénica, y lo que de ello le corresponde a la propia naturaleza cíclica del planeta, que reservamos al estricto plano científico, lo que hay de cierto es que independientemente de su relación de causalidad, el sector energético puede contribuir sin duda a mitigar los efectos cambiando sus patrones tradicionales no solo en generación sino en consumo de energía.

Y, es aquí donde se ha constatado que la política energética, en lo que supone de orientación de estos patrones, no debe afrontarse únicamente

desde planteamientos de coste-eficiencia y de seguridad, sino además y como principio inspirador superior, bajo una inequívoca vocación de protección del medio ambiente.

Ello justifica el enfoque integrado proclamado en el Consejo Europeo de Primavera de 2007, cuando afirmó el propósito de la Unión Europea de asumir el liderazgo mundial en la lucha contra el cambio climático. Esta voluntad ha cristalizado en un paquete de las que destacamos las propuestas de la Directiva para la promoción del uso de fuentes de energía renovables, y de la Directiva que a su vez modifica la Directiva 2003/87 para perfeccionar y ampliar el Régimen Comunitario de Comercio de Derechos de Emisión de gases de efecto invernadero, cuya tramitación previsiblemente culminará en 2009.

Esta nueva concepción explica la recuperación de la **prioridad en la política de fomento de las energías renovables**, que se traduce en necesidad no solo de potenciar el uso de estas fuentes de energía en la UE, sino esta vez de garantizarlo, reservando a la planificación de las energías renovables un papel preponderante y reforzado.

La UE ha garantizado a las energías renovables un papel preponderante y reforzado

La libertad de establecimiento en instalaciones de producción de electricidad quedaría sujeta a la necesidad de reservar un espacio para las instalaciones que utilicen fuentes de energía renovables y la soberanía de los Estados miembros en la determinación de su respectiva combinación energética orientada a cumplir con unos objetivos que ahora serán vinculantes, aspecto diferencial radical de la concepción anterior en esta materia.

Es cierto que la UE, como tiene declarado, no pretende ni debe sustituir la soberanía de los Estados miembros en la elección de las tecnologías que integren su respectiva combinación energética, pero no lo es menos que **la asunción obligatoria de objetivos de consumo de fuentes de energía renovables tiene un efecto claramente delimitador de la potencia a instalar** con unas u otras tecnologías, lo que en nuestro caso proporciona una señal inequívoca a los inversores, en particular cuando se acompaña de incentivos.

De ahí que para la industria eólica no haya podido ser mejor bienvenida esta iniciativa, ya que dentro de las nuevas tecnologías de generación renovable se está manifestando como la que mayor potencial dispone en el corto y medio plazo para contribuir al cumplimiento de los objetivos.

Al mismo tiempo, la integración de ambas políticas, explica la determinación de reducir las emisiones de gases de CO_2 en la Comunidad, orientando simultáneamente el proceso de transformación en el patrón de generación de electricidad mediante el perfeccionamiento y mejora del RCCDE con base en las experiencias habidas en los periodos anteriores y de explotar al máximo el potencial del citado Régimen de Comercio de Derechos de Emisión.

En realidad lo que se espera es que contribuyan a un proceso de transformación de Europa hacia una nueva economía de la sostenibilidad, en la que la carestía de los recursos y la degradación medioambiental ponen en valor el auténtico capital de la naturaleza y donde las estrategias empresariales más audaces están siendo capaces de aprovechar las oportunidades implícitas en el cambio.

Esta idea puede verse en detalle en el informe "State of the World 2008, Innovations for a sustainable economy" del Worldwatch Institute, cuando afirma que si bien las nuevas tecnologías generalmente penetran en nichos de mercados mucho mas amplios y a precios superiores a los convencionales, con el tiempo estos nuevos entrantes se hacen más competitivos y amplían su cuota de mercado normalmente a costes inferiores a los operadores dominantes logrando la adecuación de las infraestructuras para satisfacer sus propias necesidades.

Señala el estudio que la transición entre generaciones de tecnologías, al principio es normalmente gradual, pero se acelera una vez que se evidencian las ventajas económicas.

Es cierto que las energías renovables están lejos de cubrir una porción significativa del consumo eléctrico global, pero no debe desdeñarse que la eólica crece a ritmos globales superiores al 25% y que

más del 40% de la potencia eléctrica instalada en los últimos cinco años en Europa, es eólica.

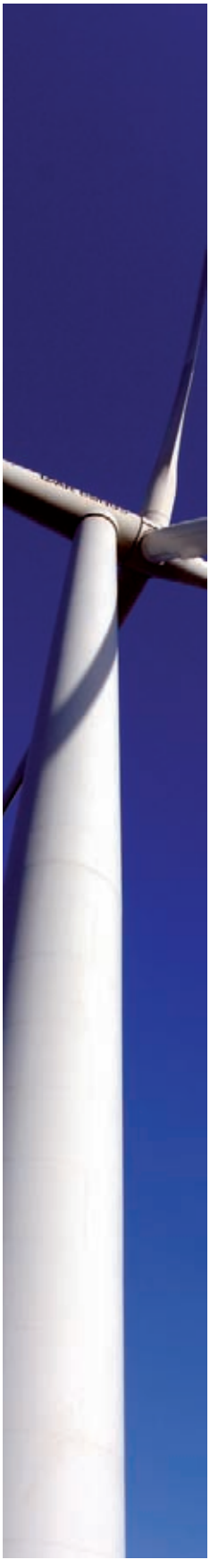
La integración de las políticas medioambiental y energética en el ámbito de la UE tendrá sus efectos en la legislación sectorial de los Estados miembros, sin duda con independencia de la que se derive de las normas en tramitación que afecten al mercado interior de la energía.

De ahí que en nuestro caso, **las leyes del sector eléctrico y de los hidrocarburos tendrán que adecuarse** en lo necesario para responder a esos principios. Es conveniente señalar que la vocación medioambiental en la ley eléctrica no resulta ni mucho menos explícita. Es cierto que puede deducirse cuando subordina la autorización de las grandes instalaciones productoras de electricidad mediante tecnologías "convencionales" a criterios de sostenibilidad ambiental.

Sin embargo, no tiene en consideración la realidad que se deriva de las medidas para paliar las consecuencias del calentamiento global y del cambio climático a través de un compromiso de reducción de emisiones de gases de CO_2 con implicaciones sectoriales, que no surge hasta la adhesión de España en abril de 1998 al protocolo de Kioto, y por ello en fecha posterior a la Ley. Y es este hecho el determinante de una estrategia política medioambiental en España que no había podido trasladarse en su momento a las Leyes del Sector Eléctrico y del Sector de los Hidrocarburos con la atención que merecía.

La integración de las políticas energética y medioambiental en el plano europeo constituye una excelente oportunidad para abordar con el rango legal adecuado la cuestión energética también desde la óptica de la protección del medio ambiente.

En el caso de las energías renovables, la Ley 17/2007 de modificación del Sector Eléctrico, ya anticipa en su Disposición Adicional 25ª que el Gobierno modificará el Plan de Fomento de las Energías Renovables para adecuarlo a los objetivos que ha establecido a este respecto la UE del 20% para 2020, manteniendo el compromiso que este Plan establecía del 12% para 2010 y que



estos objetivos serán tenidos en cuenta para la determinación de las primas a este tipo de instalaciones.

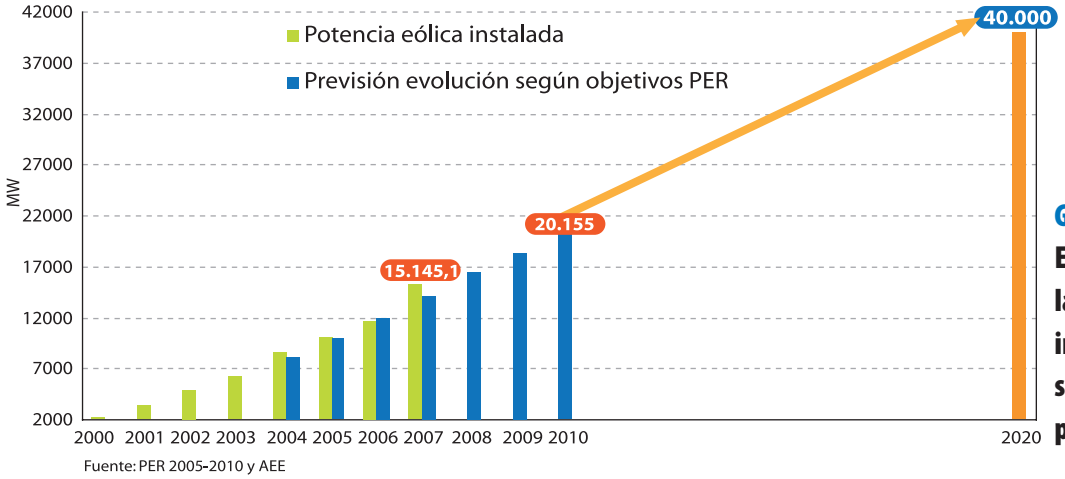
Este mandato entronca directamente con las nuevas previsiones de la propuesta de Directiva referentes a la puesta en aplicación de los planes de acción nacionales, en los que será preciso establecer la contribución de los diferentes sectores al cumplimiento del objetivo general del 20% de consumo de energía procedente de fuentes renovables y, por lo tanto la fracción a asignar a la producción de electricidad y a sus diferentes tecnologías renovables, y las medidas necesarias para su cumplimiento.

Las estimaciones realizadas en el caso español apuntan a un porcentaje de cobertura de la demanda eléctrica en 2020 del 45% con energías renovables para alcanzar el objetivo, lo que para la producción de origen eólico permite aspirar a 40.000 MW. (ver gráfico I.1)

La propuesta de Directiva sobre la promoción del uso de fuentes de energía renovables presenta novedades de mayor calado y aspectos diferenciales cuando se propone facilitar el cumplimento de los objetivos mediante el comercio de garantías de origen de la electricidad renovable.

La idea que subyace bajo este mecanismo es la de **flexibilizar el cumplimiento de los objetivos entre los Estados miembros** favoreciendo las transacciones de títulos acreditativos de la generación eléctrica renovable procedente de terceros con efectos estadísticos en los Estados adquirientes. Así determinado Estado de la UE podrá acreditar el cumplimiento de sus objetivos no solo mediante su propia producción de origen renovable, sino mediante la adquisición de títulos representativos de electricidad de origen renovable producida en otro Estado miembro, pudiendo mediar o no intercambio de electricidad renovable en la transacción.

Desde el sector eólico se viene destacando la necesidad de que la puesta en marcha de esta fórmula se armonice con la aplicación de los mecanismos de apoyo nacionales, lo que resulta de especial interés en nuestro caso, teniendo en con-



Fuente: PER 2005-2010 y AEE

Gráfico I.01
Evolución anual de la potencia eólica instalada, previsión según el PER y previsión a 2020

sideración que la estabilidad y certidumbre en las retribuciones y su evolución han sido las características arraigadas en la regulación española de las energías renovables desde 2004, en particular para la eólica, y han contribuido significativamente a dinamizar el proceso inversor, de ahí que se hayan propuesto diversas soluciones encaminadas a este objetivo.

Sin embargo, el desarrollo sostenido de la generación eólica para consolidar su posición y representatividad en la combinación energética, como lo ha venido haciendo hasta la fecha, requiere también de una paulatina **transformación de la gestión tradicional del sistema eléctrico**, adecuándose a las realidades de la generación eólica para aprovechar todo su potencial.

El camino recorrido hasta la fecha ha sido sin duda muy notable, al hacerse posible la gestión segura y fiable del sistema eléctrico en escenarios puntuales superiores a un 40% de cobertura de la demanda.

No obstante, viene señalándose la necesidad de robustecer el sistema eléctrico dotándolo de nuevas infraestructuras de transporte y distribución, diseñando mecanismos de gestión que favorezcan el aprovechamiento integral del potencial eólico, todo ello dentro de una planificación orientada al cumplimiento de los compromisos de sostenibilidad medioambiental asumidos.

En resumen, la planificación de las energías renovables para su adecuación a los nuevos objetivos resultantes del compromiso de España con la UE será un capítulo pendiente al que el sector dedicará especial atención.

La evolución de los textos de las propuestas de Directiva del paquete de medidas del clima entre la que destacamos la relativa a la promoción del uso de fuentes de energía renovables, vienen siendo y serán igualmente objeto de puntual seguimiento desde la Asociación, en la medida en que podrán tener incidencia sobre los principales ejes de nuestras actividades.

Los nuevos mercados de la electricidad y la contratación bilateral libre de la electricidad también seguirán ocupando buena parte de las actividades, ya que los precios obtenidos a través de estas modalidades de contratación van a incidir en aspectos de la regulación económica directamente relacionados con estos inputs.

Los derechos de conexión y acceso merecerán una atención especial tanto desde la perspectiva autonómica, más implicada en el derecho de conexión, como desde la que afecta a la operación del sistema eléctrico, para armonizar el crecimiento sectorial con sus necesidades bajo el principio del aprovechamiento integral del potencial eólico, la transparencia y objetividad en la aplicación de los códigos de funcionamiento y la adecuada planificación y desarrollo de las infraestructuras de red.

UNION FENOSA

Capítulo II
LAS ETAPAS CLAVE DEL DESARROLLO DE LA ENERGÍA EÓLICA

*Por **Alberto Ceña***
Director Técnico

A pesar del riesgo que supone separar en fases la historia del desarrollo moderno de la energía eólica, creo que puede ser muy útil para entender algunas claves de un proceso que, incluso a los más viejos del lugar, nos ha dejado boquiabiertos.

Fase I o de inicio

La Fase I o de inicio, comienza a mediados de los 70, a partir de la primera crisis del petróleo y está motivada por la imperiosa necesidad de buscar alternativas al mismo, que sean, por este orden, renovables, autóctonas y con el menor coste posible. De esta forma se inician diferentes programas en los países en desarrollo, fundamentalmente Estados Unidos, Dinamarca, Alemania y Japón. España arranca durante este periodo sus desarrollos, impulsados por el entonces Centro de Estudios de la Energía (CEE), el **programa energético Unesa-INI** (Instituto Nacional de Industria), que posteriormente sería gestionado dentro de los fondos de OCIDE (Oficina para la Coordinación de la Investigación y el Desarrollo Electrotécnico), y sobre todo, por el CDTI (Centro de Desarrollo Tecnológico Industrial).

El punto álgido de esta fase fue, sin lugar a dudas, la entrada en vigor de la **PURPA (Public Utility Regulatory Policies Act)**, que en cierta medida liberalizó la generación de electricidad, a partir de fuentes renovables y la cogeneración, a través de las "Qualified Facilities" y los "Independent Producers". Esta legislación sentó las bases del principio de prioridad de acceso, pues toda la electricidad generada por renovables debía ser comprada por las "Utilities", al coste evitado de generación, y fue, por lo tanto, la referencia clave para el futuro Régimen Especial de la legislación española, o del tratamiento específico para las renovables de la regulación EEG de Alemania.

La aplicación del PURPA junto con los incentivos fiscales, posibilitó el crecimiento de los parques eólicos en los desiertos de California, donde se puso en evidencia la hegemonía de la "simple" tecnología danesa, que al tener como punto de partida la industria agrícola optó por soluciones sencillas y robustas, frente a la americana, ligada a la industria aeronaútica, o a la japonesa, que tenía su raíz en los bienes de equipo. Este impresionante mercado, para la época, permitió acelerar multitud de desarrollos tecnológicos y conocer las ventajas, así como algunas limitaciones de esta forma de generación eléctrica innovadora. Esta experiencia permitió extraer la primera lección: nada mejor que el estímulo de la demanda para avanzar en soluciones tecnológicas y de gestión del desarrollo de las energías renovables.

Esta fase de inicio se termina a mediados de los ochenta por varios efectos combinados: problemas técnicos en muchos aerogeneradores instalados en California, bajada del precio del petróleo y llegada del partido republicano al poder y consecuente finalización de los incentivos fiscales.

Fase II o de travesía del desierto

La Fase II, podría denominarse la de travesía del desierto, pues los problemas técnicos apuntados de muchas máquinas (en la práctica, prototipos en serie, segunda lección a aprender: las prisas nunca fueron buenas y menos cuando trabajas en duras condiciones atmosféricas), puso en dificultades a muchos fabricantes, varios de los cuales

desaparecieron y otros (incluso alguno de los líderes actuales) pasaron serias dificultades.

Esta fase se caracteriza por un **retraimiento de los mercados y una concentración en nuevos desarrollos tecnológicos**, que en muchos casos cuentan con importantes apoyos públicos. En este contexto, algunos fabricantes daneses siguen reforzando su posición, pero también empiezan a consolidarse algunas empresas, que en la fase anterior se encontraban en un estado incipiente de desarrollo, fundamentalmente, en Alemania y en España y en menor medida en Holanda e Italia.

Aunque existen multitud de configuraciones, la opción del rotor tripala, paso fijo, generador de inducción se consolida como la más realista, tanto desde el punto de vista de costes como de fiabilidad. La potencia unitaria empieza a superar los 100 kW, límite comercial de la fase anterior. Se realizan algunos parques demostrativos con los nuevos prototipos y se ponen a punto algunos aerogeneradores en el rango del MW, como es el caso del proyecto AWEC, realizado en Cabo Vilano en Galicia. Esta Fase II tiene una duración de aproximadamente 7 años.

Fase III o de crecimiento

La Fase III, o de crecimiento, tuvo su origen en el resurgimiento del mercado, esta vez en Europa, empezando por Dinamarca y posteriormente Alemania. En el primer caso, además de una clara conciencia ecologista del gobierno correspondiente, prima el interés de apoyar a un amplio tejido industrial, sobre todo teniendo en cuenta el tamaño del país. En Alemania la llegada de los verdes al gobierno federal supuso un claro espaldarazo a la generación renovable.

En Dinamarca y Alemania el modelo es similar: pequeños propietarios, instalaciones dispersas, tramitación sencilla, etc.

En ambos países el modelo de desarrollo es muy parecido: pequeños propietarios, instalaciones dispersas embebidas en distribución, tramitación administrativa relativamente sencilla, … Los centros tecnológicos tradicionales y las universidades, tienen un importante peso en los diferentes desarrollos y se crean nuevos centros que siguen la evolución del mercado, tanto desde el punto de vista tecnológico como de formación, lo que supone la tercera lección importante: la necesidad de que el desarrollo tecnológico incorpore centros que por un lado colaboren con las empresas y por otro, sean receptores de conocimiento que incorpore valor añadido a desarrollos futuros, tanto nacionales como en terceros mercados.

España se incorpora a este grupo en el año 94, aprovechando la reglamentación ligada a la autoproducción de electricidad, hasta que en ese mismo año se aprueba la legislación que instaura por primera vez el concepto de "Régimen Especial", que dos años después daría lugar al primer decreto específico, que llegaría unos diez años más

tarde de los primeros borradores, en alguno de los cuales tuve participación directa.

Conocido por el tópico de "España es diferente" —aquel lema turístico de los años 60 "Spain is different"—, nuestro país lo fue también en lo relativo a la eólica. La primera diferencia es que el motor inicial del desarrollo dejó de tener tintes mas o menos verdes, para arrancar con un claro **sesgo financiero**: las instalaciones consistían en varias máquinas que necesitaban importantes recursos económicos, instaurándose de forma progresiva la financiación por proyecto y la participación de grandes corporaciones, entre otras de las compañías eléctricas, inicialmente reticentes a esta forma de generación, pero que fueron adquiriendo un peso cada vez más importante.

Adicionalmente las comunidades autónomas tuvieron un papel importante en la compleja autorización administrativa, abriéndose la puerta a un tema, cuando menos polémico: se requerían **planes industriales** para obtener las citadas autorizaciones, lo que produjo una cierta capacidad de sobreproducción, no tan grave para el fuerte tirón de la demanda de la siguiente fase, pero, sobre todo, una ubicación no óptima de la estructura productiva de las empresas.

Desde el punto de vista general, el mercado comienza a globalizarse, con la aparición de nuevos mercados, fundamentalmente en Europa, donde hay que destacar el caso de Portugal. La importancia de los marcos regulatorios, basados, en casi todos los casos, en lo que se ha venido a denominar esquema de "feed-in tariff", es otra lección importante durante esta fase.

En el aspecto tecnológico, se consolida la tipología de máquina de tres palas, pero se abandonan progresivamente dos elementos clásicos de la generación eólica: la regulación aerodinámica del paso fijo pasa a ser variable y los generadores en lugar de ser asíncronos de jaula de ardilla, se convierten progresivamente en doblemente alimentados con conversión parcial de potencia. En ambos casos, la razón fundamental es dotarles de un **mayor grado de flexibilidad de operación**, ante las cambiantes condiciones de viento. El tamaño de las máquinas se incrementa de forma acelerada y pasa de los 300 kW al principio de esta fase a unos 1.500 kW, dada la necesidad de incrementar la producción en vientos cada vez más bajos y, sobre todo, por presentar una imagen diferenciada en unos equipos con gran similitud tecnológica. Los riesgos de este crecimiento son importantes, aunque los parques han mantenido, por lo general, una elevada disponibilidad.

Desde el punto de vista empresarial se produce una **concentración de fabricantes**, por las dificultades técnicas de algunos de ellos y especialmente, por la necesidad de incrementar el tamaño y la capacidad financiera ante un mercado en fase de consolidación y profesionalización. Por el lado de los promotores, se observa un creciente peso de las compañías eléctricas en la propiedad y operación de los parques eólicos.

Fase IV o de eclosión

La IV Fase o de eclosión comienza a primeros de este decenio y se mantiene hasta nuestros días, caracterizándose por el fuerte crecimiento de la demanda, que otorga una preponderancia a los suministradores de equipos, aerogeneradores y componentes, frente a los promotores de los parques eólicos.

En cualquier caso, esta fase empieza con los parques marinos, construidos inicialmente en Dinamarca como búsqueda de alternativas a la saturada ocupación del territorio, pero, sobre todo, como apoyo a la industria eólica danesa ante la contracción del mercado en general. Este tipo de parques representa una clara referencia para desarrollos futuros, una vez se hayan resuelto los problemas de mantenimiento, subestimados en principio según han reconocido los propios promotores.

Otro elemento característico de esta fase es la progresiva **profesionalización del sector**, sobre todo, en los aspectos relativos a la conexión a la red y a la participación en la operación del sistema eléctrico. Temas como estabilidad de red, control de tensión o predicción, que parecían poco menos que fantasías en las fases anteriores, se van consolidando dentro del sector para convertirse progresivamente en lugares comunes, al menos, desde el punto de vista conceptual.

Desde el punto de vista de los fabricantes, la tendencia de la concentración se revierte y empiezan a aparecer **nuevos fabricantes y tecnologías**, que responden al crecimiento de la demanda y a los mayores requisitos de red. La particularidad es que los nuevos modelos, saltan sobre varias etapas de la curva de aprendizaje para ubicar los nuevos prototipos en rangos de potencia de varios MW.

En cualquier caso el desaforado crecimiento de la fase anterior se ralentiza y los tamaños comerciales de máquinas se sitúan en el entorno de los 2.000 kW, aunque se instalan algunos prototipos multimegawatio tanto en tierra como en el mar, que incorporan soluciones innovadoras como las palas partidas para facilitar el transporte y el montaje.

Los parques eólicos siguen manteniendo una elevada disponibilidad, pero se vislumbra la importancia de mantener unas adecuadas actuaciones de operación y mantenimiento, así como de disponer de piezas de repuesto.

Por el contrario, las empresas siguen manteniendo una cierta tendencia a la concentración y, sobre todo, a la globalización con una importante presencia de las empresas españolas en prácticamente todos los mercados mundiales.

Por lo que respecta a los mercados, Europa va perdiendo un peso progresivo ante la consolidación de terceros mercados como China e India, así como Estados Unidos y Canadá. En cualquier caso, en todos los países hay un claro interés por desarrollar la energía eólica que empieza a tener unos costes de generación casi-competitivos con vientos altos y se consolida como **alternativa de producción eléctrica**, junto con los ciclos combinados.

La Asociación Empresarial Eólica (AEE) se crea durante esta fase y su papel ha sido sin duda alguna fundamental, en la profesionalización del sector y en el reconocimiento nacional e internacional, como fuente de generación eléctrica alternativa, que genera riqueza, crea empleo, equilibra la balanza comercial y disminuye la dependencia energética. Esta es la fase en la que nos encontramos en la actualidad y su evolución futura, dependerá de algunos factores que podrían dar lugar a una nueva etapa.

Fase V o de maduración del mercado

La Fase V, podría denominarse la de maduración definitiva del mercado. El crecimiento del mercado se da por descontado y su evolución futura dependerá, de forma simplificada, de tres factores: el grado de disponibilidad de parques y máquinas, la integración en la red eléctrica y los nuevos fabricantes en un mercado globalizado. No se tiene en cuenta la evolución de los precios de los combustibles por ser un factor exógeno al propio sector y difícilmente previsible.

El primer punto deriva de los riesgos asumidos al colocar aerogeneradores en el mercado, que todavía no habían alcanzado un elevado nivel de madurez tecnológica, lo que podría incidir en fallos imprevistos, haciendo necesario reforzar todo lo que es el mantenimiento predictivo y preventivo.

El segundo punto deriva de los crecientes códigos de red y lo que supone en requisitos para los aerogeneradores y parques, tanto desde el punto de vista técnico como mecánico. El impacto tampoco puede ser desdeñable, sobre todo, si algunas de estas exigencias se aplican también a los parques ya instalados en las etapas anteriores.

El tercer punto, tiene importancia porque puede incidir en los costes de las turbinas, con las consiguientes consecuencias en la competitividad de esta forma de generación, frente al previsible encarecimiento de las fuentes convencionales, y la fabricación de equipos en los países más avanzados, sobre todo, los pioneros.

Desde la óptica de los mercados es previsible una saturación de los mismos que arrancaron en la Fase III, abriéndose la puerta a la repotenciación. Por otro lado, surgirán nuevos mercados o se consolidarán aquellos que presenten un elevado potencial, por tamaño y demanda eléctrica.

La mayor incertidumbre se produce en lo relativo al tamaño de las máquinas, que podrían evolucionar a varios MWs si finalmente se demuestra la viabilidad de las mismas, y en la posible evolución de los parques marinos.

En cualquier caso, la gran incertidumbre de esta nueva Fase va a ser el impacto que los fabricantes asiáticos, de momento, chinos e indios, van a tener en el mercado en dos aspectos clave: el coste de la máquina y la producción local de las mismas. Una de las ventajas de la tecnología eólica es su sencillez conceptual, que induce a minimizar los problemas potenciales en equipos que tienen que funcionar muchos años a la intemperie, lo que ha producido la proliferación de modelos y fabricantes. En cualquier caso, los riesgos de deslocalización son claros y frente a este problema, los retos son: la internacionalización de las empresas españolas y la apuesta decidida por la investigación y el desarrollo tecnológico, en un país con adecuadas condiciones orográficas y de viento. La proliferación de planes industriales, sin más, tónica general de los concursos actuales y futuros de las comunidades autónomas, puede ser pan para hoy y hambre para mañana, si no se realizan de forma coordinada y eficiente, lo que, por desgracia, no es la tendencia observable.

AEE ha sido fundamental en la profesionalización del sector y en el reconocimiento internacional

Capítulo III
OPINIÓN PÚBLICA: RENOVABLES...Y EÓLICA

*Por **Sergio de Otto***
Director de Comunicación

Pocos, muy pocos son los temas esenciales de nuestra sociedad actual sobre los que la opinión pública tiene tan poca información como lo es el de la energía y especialmente sobre nuestro complejo y eficiente sistema eléctrico. Apretamos el interruptor de la luz, encendemos el televisor o el ordenador, ponemos en marcha la lavadora o el lavaplatos, disfrutamos del espectáculo de los escaparates, circulamos por la noche en nuestros pueblos y ciudades bajo la luz de las farolas, viajamos en metro y tren, todo un sinfín de gestos cotidianos como si fuera algo natural que está ahí porque sí y así debe ser.

La energía es hoy el **factor clave de nuestro entorno**, de nuestras economías y de las relaciones internacionales, de nuestro día a día y de nuestro futuro. Dicen los expertos, y parece que con el mejor de los criterios, que en el mundo actual existen dos factores clave de los que dependen todos los demás: el agua y la energía. Lo que sucede es que si tenemos el segundo, en condiciones adecuadas, el primero está resuelto, como lo estarían la alimentación, el transporte y tantos otros. Por tanto podemos afirmar que la energía es hoy el vértice de la presencia del hombre en la tierra. Lo es para los 1.500 millones de personas del mundo occidental que tenemos el privilegio de tener acceso a la misma en condiciones óptimas, incluso cuando pagamos el litro de gasolina a 1,30 euros; es fundamental también para los 2.500 millones de habitantes de este planeta que tienen un acceso parcial a la energía; y es crucial, vital para los 2.000 millones de personas para los que la carencia de energía es la brecha, la sima que les separa radicalmente del desarrollo, del confort, de las inmensas posibilidades de las que disfrutamos los afortunados habitantes del mundo occidental.

Sirva esta introducción para enmarcar el papel de la energía eólica en este momento de la Historia. La presencia de los aerogeneradores en nuestros montes, en las llanuras castellanas, en las costas gallegas, en el Estrecho de Gibraltar o en el valle del Ebro no es el capricho de unos tecnólogos ni de unos intereses financieros. No, la eólica -como el resto de las tecnologías renovables- surge como parte de una respuesta a la crisis de un modelo energético del Siglo XIX basado en la combustión de fósiles con la muleta de la energía nuclear en el último tercio del Siglo XX. Un modelo que nos ha permitido -insisto, solo a una reducida parte de la humanidad- acceder a un desarrollo industrial y a unas cotas de confort, hasta alcanzar niveles de despilfarro energético.

El origen de dos problemas

En este modelo sin embargo está el origen de los dos principales problemas de la humanidad en este inicio del Siglo XXI: **el cambio climático y las tensiones internacionales**. Todavía hoy algunos, muy pocos afortunadamente, se aferran a los estudios de un puñado de científicos que van por libre para negar la evidencia. La comunidad científica internacional da por buena la tesis que señala la actividad humana como causa inequívoca del aumento de la temperatura del planeta con consecuencias que hoy todavía no podemos calibrar adecuadamente. Y en esa actividad humana, la forma en que nos dotamos de energía, se sienta en el banquillo como principal acusado. No debe extrañarnos si pensamos que en solo doscientos años hemos sacado de las entrañas de la tierra lo que la naturaleza tardó millones de años en crear y almacenar, y que al

ritmo actual agotaremos en unos decenios, quemando carbón, petróleo y gas con la consecuente concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera que, a su vez, producen el efecto invernadero, que a su vez y siguiendo la cadena, causa el citado aumento de las temperaturas, cuyos efectos puede que solo empecemos a vislumbrar, por citar solo la más importante y evidente de las consecuencias.

El segundo eje que nos permite hablar de "modelo energético en crisis" lo constituye el hecho de que la naturaleza cuando guardó en su seno esas reservas de combustibles fósiles no lo hizo de forma proporcional por los cinco continentes. Los yacimientos de carbón, petróleo y gas, especialmente estos últimos están repartidos de forma muy desigual por todo el planeta y sólo un puñado de países cuenta con reservas importantes. Ello ha provocado desde graves tensiones entre naciones —en el mejor de los casos— hasta guerras abiertas por el control de estos recursos, sin que sea necesario señalar las zonas concretas que están en la mente de todos. Si no disponemos de algo imprescindible lo tendremos que comprar fuera y el día que no estemos de acuerdo con el precio emplearemos todos los medios a nuestro alcance para hacernos con ello.

Esos son los dos factores esenciales, luego podríamos hablar de los efectos en nuestras economías por la volatilidad -no, rectifico, volatilidad en el pasado, hoy y mañana incremento incesante- de los **precios de estos combustibles fósiles** dada nuestra elevada y casi suicida dependencia energética.

Nuestra sociedad occidental ha comenzado a reaccionar tímidamente a la crisis de este modelo con treinta años de retraso. Los "choques del petróleo" de los años setenta, cuando por primera vez la OPEP le hizo saber a Occidente que la capacidad de decidir el precio del barril era exclusivamente suya, fueron prácticamente ignorados y sólo hace unos años hemos empezado a tomar conciencia de que había que cambiar la forma de usar y dotarnos de energía.

Los retornos socioeconómicos para la sociedad que genera la eólica son muy significativos

Los retornos

A la hora de explicar ante la opinión pública la presencia de nuestros aerogeneradores en montes, páramos y llanuras, los argumentos hasta aquí expuestos deberían ser la introducción obligada para enmarcar nuestra presencia en el mundo energético. Sin embargo es muy complicado presentar este planteamiento global cuando de lo que hablamos es, por ejemplo, de si es molesto o no el ruido de un aerogenerador a trescientos metros, del impacto de una veintena de máquinas en el paisaje de mi pueblo o de la exigencia de un plan industrial a cambio de unas autorizaciones para la instalación de unos parques cuando la contraprestación no tiene sentido más allá de unos pocos años.

Es más difícil todavía cuando se pone por delante como dogma incuestionable el tópico de que "las renovables son caras". En el Capítulo VII de este informe anual del sector se vinculan deliberadamente la retribución de la eólica, precio de mercado más una prima, con los retornos socioeconómicos que genera además de kilovatios que no son ni mucho menos insignificantes:

- Reducción del precio de casación del mercado diario al ofertar la eólica a cero euros y dejar fuera las tecnologías más caras.
- El coste de las importaciones evitadas de combustibles fósiles con los que hubiera generado la producción eólica de no existir esta tecnología.
- El ahorro que supondrán para nuestro país los 18 millones de toneladas de CO_2 evitadas por la eólica cuando tenga que pagar la factura de los compromiso de Kioto.
- La generación de miles de empleos directos e indirectos que según los estudios realizados por Comisiones Obreras son cinco veces más que los de las tecnologías convencionales por la misma cantidad de energía generada.
- La exportación de aerogeneradores, componentes y del saber hacer de nuestros promotores por un valor superior al de la facturación de la eólica al sistema eléctrico.
- La creación a su alrededor de un sólido tejido industrial que emplea mayoritariamente tecnología nacional.

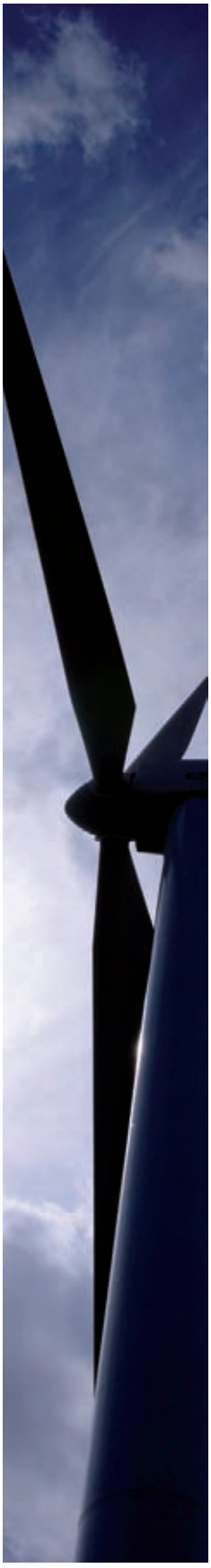
Los números figuran en el citado Capítulo VII y son lo suficientemente contundentes como para desmontar la falacia de la carestía de la eólica en particular y de las renovables en general. Aún en el supuesto de que las renovables resultaran, al final de una detallada contabilidad de todos los costes y retornos de cada tecnología —que no es el caso—, como las más caras, sobre este factor económico se impondría todavía, en la actual coyuntura internacional, el argumento estratégico de apostar por ellas por su carácter autóctono.

La respuesta medioambiental

Resulta paradójico que si por una parte los defensores a ultranza del modelo energético convencional enarbolan los argumentos economicistas para desacreditar a la eólica en el otro extremo nos encontramos con la oposición desde posiciones ecologistas, no a la propia eólica, salvo en contadas ocasiones, sino a determinados proyectos. Partiendo del principio de que estas posturas pueden no sólo ser legítimas sino que también bien fudamentadas por la inadecuación de un proyecto en particular, cabe sin embargo distinguir dos acercamientos radicalmente distintos desde el mundo ecologista.

En primer lugar están las organizaciones que hacen de la defensa del medio ambiente su razón de ser y que unánimemente apoyan, puede decirse que con el mismo entusiasmo que nivel de exigencia, el desarrollo eólico. Pueden destacarse las aportaciones constructivas de **Greenpeace** con documentos como *"Renovables cien por cien"*, el argumentado y sopesado manifiesto de **Ecologistas en Acción** a favor de la eólica o el seguimiento y difusión de **WWF/Adena** a la creciente aportación de la eólica, y de otras renovables, a la tarea de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Por otro lado, el sector eólico se encuentra con frecuencia con la oposición radical a determinados proyectos por parte de grupos locales, que no siempre cuentan con una tradición en la defensa del medio ambiente sino que han sido creados al efecto para esta tarea. Insisto, esta oposición puede tener en algún caso su razón de ser, pero en general se plantea desde posiciones muy localistas, con criterios más sentimentales que científicos, sin entrar a discutir los beneficios globales de la actividad eólica y, por supuesto, sin llegar a poner nunca en una balanza los "pros" y los "contras" de la iniciativa del promotor. Estas actitudes, que en algunos casos llegan a manifestarse violentamente y en otros defienden intereses no declarados, logran sin embargo con demasiada frecuencia su objetivo de paralizar la construcción de nuevos parques eólicos. Casi siempre basta la presunción de supuestos daños, que ningún informe certifica, para que la autoridad correspondiente tire la toalla antes de exigir pruebas más contundentes que el ruido organizado en medios locales.



La responsabilidad del sector

En ocasiones la ausencia de una política de información y sensibilización adecuada por parte de los promotores ha podido contribuir a crear esa situación que una vez que ha cristalizado es muy difícil revocar. El sector eólico, y hay muchos ejemplos evidentes en sus actuaciones divulgativas, es consciente de que su actividad requiere del respaldo de la opinión pública, tanto a nivel nacional para bendecir los marcos normativos de apoyo como a nivel local para sacar adelante sus proyectos.

La eólica no es una actividad secreta o clandestina que se lleva a cabo en una anónima nave de un polígono industrial sino que está a la vista de todos los ciudadanos que en sus desplazamientos comprueban, día a día, su expansión, su desarrollo y su evolución. Esto nos obliga a incrementar los esfuerzos para que esa sociedad conozca perfectamente las razones de nuestra presencia, los beneficios locales y globales de nuestra actividad y nuestra aportación a su confort al estar al otro lado del interruptor al que hacía referencia al principio de estas líneas. Somos una parte de la respuesta a la crisis del modelo energético descrito pero no vale con serlo sino que debemos contárselo a la ciudadanía.

Capítulo IV

LA EÓLICA EN ESPAÑA

España cuenta desde el 1 de enero de 2008 con más de 15.000 MW eólicos, lo que sitúa a esta tecnología en la tercera posición por detrás del ciclo combinado y de la hidráulica en cuanto a potencia instalada. **La energía eólica es ya un pilar básico del sistema eléctrico español**, una energía del presente pero con una gran trayectoria para el futuro. Los 15.145 MW que están en funcionamiento desde principios de este año, según los datos del Observatorio Eólico de la Asociación Empresarial Eólica, son la demostración de que las energías renovables ya forman parte de nuestro panorama energético. Con el crecimiento registrado en 2007, 3.522 MW nuevos instalados, se ha dado un paso importante para alcanzar en 2010 el objetivo del Plan de Energías Renovables 2005-2010, cifrado en los 20.155 MW, y ratifica la viabilidad del objetivo que AEE se ha fijado para alcanzar en 2020 los 40.000 MW de potencia instalada como contribución fundamental para hacer posible los objetivos de la Unión Europea de contar en 2020 con un 20 por ciento de renovables sobre el consumo final de energía.

Por otra parte cabe destacar que **el pasado año 2007 la eólica cubrió casi el 10 por ciento de la demanda** y fue la cuarta tecnología del sistema por delante de la gran hidráulica. La producción de los aerogeneradores superó los 27.000 GWh. Además en varias ocasiones llegó a cubrir el 30 por ciento de la demanda y durante varios días aportó permanentemente más del 20 por ciento. En los meses transcurridos de 2008 hasta la publicación de este anuario, se ha batido en sucesivas ocasiones el récord de generación superando ampliamente los 10.000 MW eólicos funcionando simultáneamente y también el máximo de producción en un día, llegando incluso a ser la segunda tecnología en producción durante veinticuatro horas. Todos estos máximos históricos se han alcanzado sin que se produjera ningún incidente, lo que demuestra que la tarea conjunta con el Operador del Sistema que AEE ha desarrollado en los últimos años con varios grupos de trabajo, permite una **perfecta integración de la energía eólica en el sistema.**

En la vertiente socioeconómica cabe destacar en primer lugar la incidencia de la eólica en el empleo. **Se han creado ya más de 45.000 puestos de trabajo** con un ratio por MW producido superior al del resto de las tecnologías que según los estudios del sindicato Comisiones Obreras, es hasta cinco veces más. Por otra parte la industria eólica española ejerce un liderazgo mundial no sólo por el tercer puesto en el ranking por potencia instalada sino por el destacado papel de promotores, fabricantes, ingenierías y otras empresas en los principales mercados mundiales exportando "saber hacer", la experiencia y el compromiso con el futuro de esta tecnología del sector eólico español.

En el mundo actual, en el que tanto los temas medioambientales como los estratégicos, sitúan a la energía en el epicentro de todas las políticas, la apuesta por una tecnología que genera electricidad de una forma más limpia, autóctona, que no produce residuos ni gases de efecto invernadero es una necesidad ineludible y al mismo tiempo una gran oportunidad para nuestro país.

IV.1 Potencia instalada

Potencia instalada en 2007

La potencia eólica instalada en España en el año 2007, 3.522 MW (ver gráficos IV.01 y IV.02), supone un aumento del 221% respecto a la registrada en 2006 y sitúa en 15.145 MW la potencia total, un 30% superior respecto a la potencia acumulada al final del año anterior. Como puede apreciarse en el gráfico IV.01 la tasa de variación es similar a la lograda en 2004, hasta ahora año de máximo crecimiento de la eólica en nuestro país.

Cabe señalar que **el incremento de la energía eólica en el año 2007 ha sido el segundo mayor del mercado mundial** después de Estados Unidos (5.244 MW instalados) y prácticamente el doble que Alemania (aproximadamente 1.600 MW nuevos) país que, sin embargo, permanece como líder en el ranking de potencia instalada con más de 22.000 MW.

El incremento de este año supone además un fuerte impulso para lograr el cumplimiento del Plan de Energías Renovables 2005-2010, aprobado por el Gobierno en 2005, que fija como objetivo para la eólica alcanzar los 20.155 MW instalados al final de dicho periodo (ver gráfico IV.03). Con los 3.522 MW instalados en 2007 se superan las previsiones del PER y bastará que en los tres años restantes hasta el final de la vigencia de dicho plan el crecimiento sea de algo más de 1.700 MW anuales para hacer realidad dicho objetivo, ritmo de crecimiento que el sector considera alcanzable.

El sector considera alcanzable el objetivo de 20.155 MW para 2010

Gráfico IV. 01
Incremento anual de la potencia eólica instalada y tasa de variación. 1998-2007

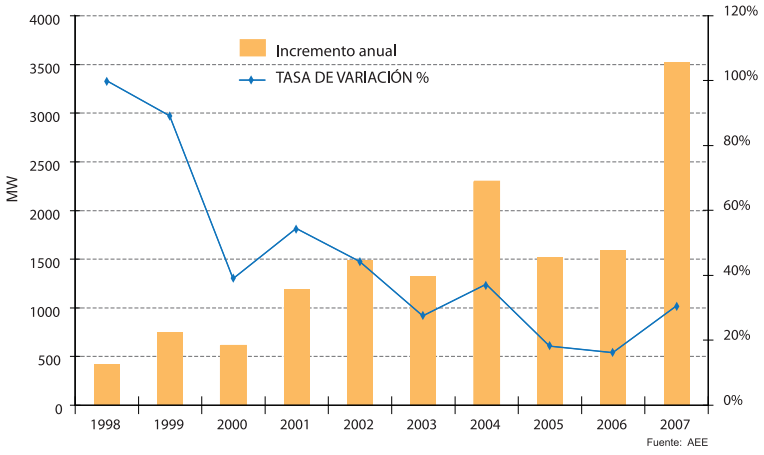


Gráfico IV. 02
Evolución anual de la potencia eólica instalada. 1997-2007

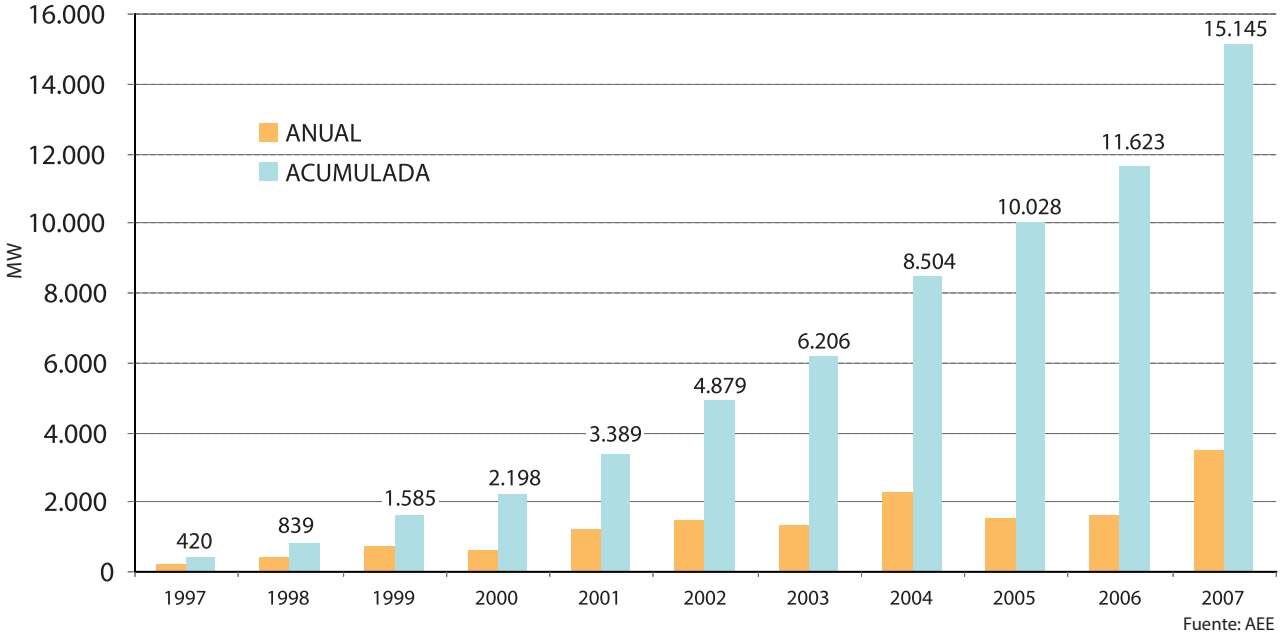
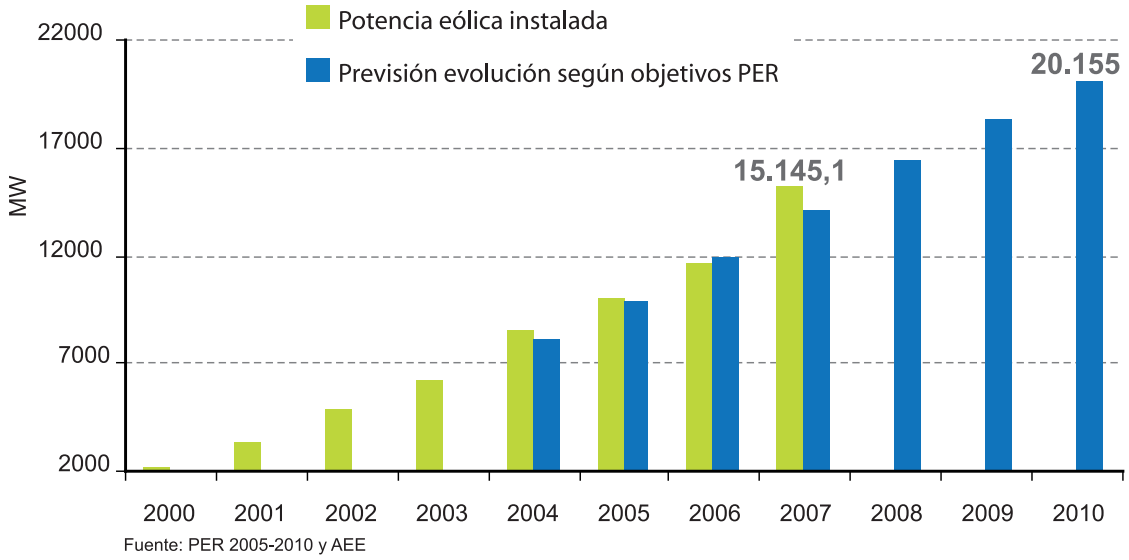


Gráfico IV. 03

Evolución anual de la potencia eólica instalada y previsión según PER 2005-2010



Fuente: PER 2005-2010 y AEE

Con la nueva potencia instalada en 2007 existen en España un total de 16.103 aerogeneradores, distribuidos en 672 parques eólicos. El tamaño medio del parque instalado en el año 2007 es de 26,4 MW.

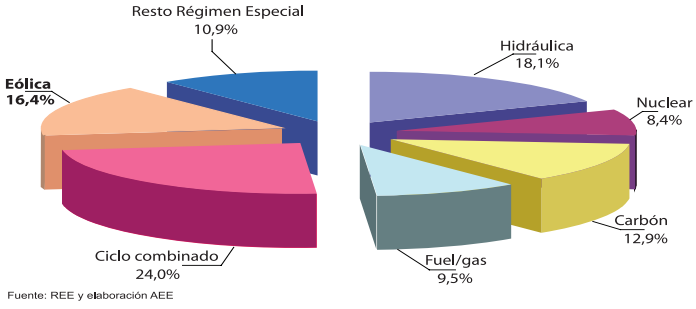
Tercera tecnología del sistema eléctrico

La potencia instalada a nivel nacional ascendía al finalizar 2007 (ver gráfico IV.04) a más de 92.000 MW con un incremento de más del 10 % respecto al año 2006 que finalizó en 82.336 MW. El ciclo combinado y la eólica son las tecnologías que más han contribuido a este aumento con una tasa del 35% y un 30%, respectivamente (ver gráfico IV.05).

Con los 15.145 MW de potencia eólica instalada a nivel nacional, **la eólica se sitúa en la tercera posición en cuanto a potencia instalada**, con el 16,4% del total en el sistema eléctrico nacional, superando por tanto al conjunto de las térmicas de carbón.

Gráfico IV. 04

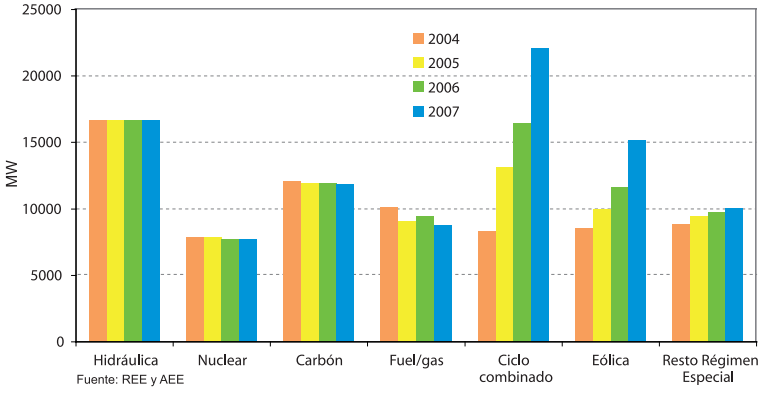
Reparto de la potencia por tecnologías. Total nacional



Fuente: REE y elaboración AEE

Gráfico IV. 05

Evolución de la potencia instalada por tecnologías. 2004 - 2007



Fuente: REE y AEE

La energía eólica incrementa además su peso en el mix de las energías renovables en el que ya supone el 84,29%, seguida muy de lejos por la minihidráulica con 10,52%, la biomasa con un 2,89% y la solar con un 2,30% (ver gráficos IV.06 y IV.07).

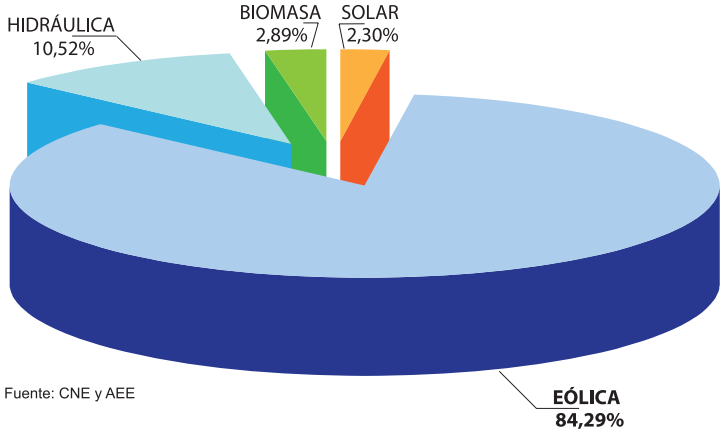
Comunidades Autónomas

Hay que destacar en primer lugar que la eólica ya está presente en quince de las diecisiete Comunidades Autónomas dado que el pasado año se inauguraron los primeros parques en **Cantabria**, hasta ese momento una de las tres que no contaba con aerogeneradores en su territorio junto con **Madrid** y **Extremadura**. Esta última Comunidad Autónoma ya iniciado los procesos de autorización de parques eólicos que podrían inaugurarse en 2009, mientras que la Comunidad de Madrid no tiene, de momento, intención de autorizar ningún proyecto de los hasta ahora presentados.

En términos absolutos, **Andalucía** y **Castilla-La Mancha**, son las comunidades que más potencia eólica han instalado en el año 2007 con 853,15 MW y 849,9 MW, respectivamente (ver tabla IV.1). En el caso de Castilla-La Mancha este incremento le sirve para situarse en el liderazgo del ranking por Comunidades Autónomas (ver gráfico IV.08) con 3.131,36 MW y un crecimiento del 37,25%, superando por lo tanto a **Galicia**, cuya potencia instalada es de 2.951,69 MW y un crecimiento del 12,68%, seguida de **Castilla y León** con 2.818,67 MW y un aumento del 32,77%.

En términos porcentuales, el aumento más importante también es el de Andalucía con un 140,65%, llegando a los 1.459,71 MW instalados lo que le supone superar a **Navarra**, 937,36 MW (incremento del 2,29%) y situarse como quinta Comunidad Autónoma en esta relación detrás de **Aragón** que cuenta ahora con 1.723,54 MW (incremento del 12,47%) y el de **Murcia** con un crecimiento del 124,91%, y 152,31 MW en funcionamiento.

Gráfico IV. 06
Reparto de la potencia instalada de energías renovables. 2007



Fuente: CNE y AEE

Gráfico IV. 07
Evolución anual de la potencia instalada de energías renovables. 1990-2007

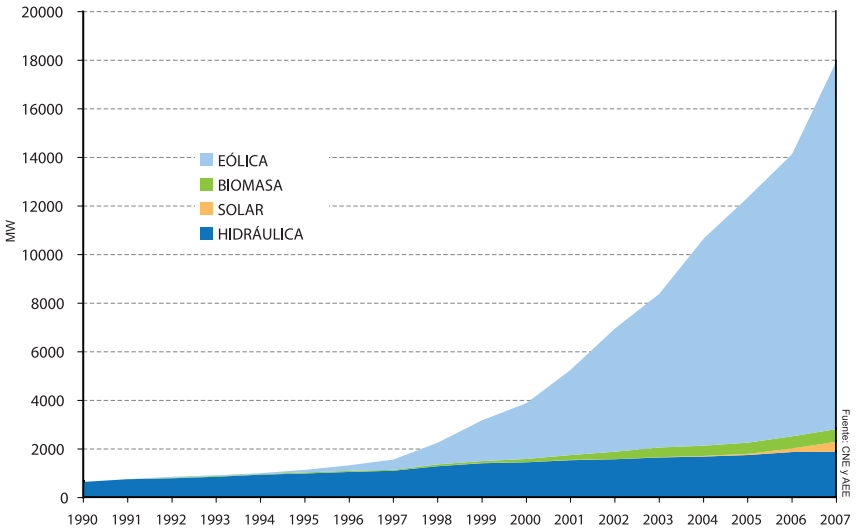


Tabla IV. 01

Potencia instalada por Comunidades Autónomas. 2007

COMUNIDAD AUTÓNOMA	TOTAL A 01/01/2007*	En 2007	TOTAL A 01/01/2008 (MW)	Tasa crec. 2007/2006	Nº de parques
Castilla-La Mancha	2.281,46	849,90	3.131,36	37,25%	99
Galicia	2.619,64	332,05	2.951,69	12,68%	130
Castilla y León	2.122,91	695,76	2.818,67	32,77%	130
Aragón	1.532,44	191,10	1.723,54	12,47%	73
Andalucía	606,56	853,15	1.459,71	140,65%	75
Navarra	916,36	21,00	937,36	2,29%	40
Comunidad Valenciana	333,99	256,95	590,94	76,93%	17
La Rioja	436,62	10,00	446,62	2,29%	14
Cataluña	225,30	122,14	347,44	54,21%	15
Asturias	198,86	79,10	277,96	39,78%	11
País Vasco	144,27	8,50	152,77	5,89%	7
Murcia	67,72	84,59	152,31	124,91%	10
Canarias	133,24	0	133,24	0,00%	47
Cantabria	0,00	17,85	17,85		1
Baleares	3,65	0	3,65	0,00%	3
TOTAL	**11.623,01**	**3.522,09**	**15.145,10**	**30,3%**	**672**

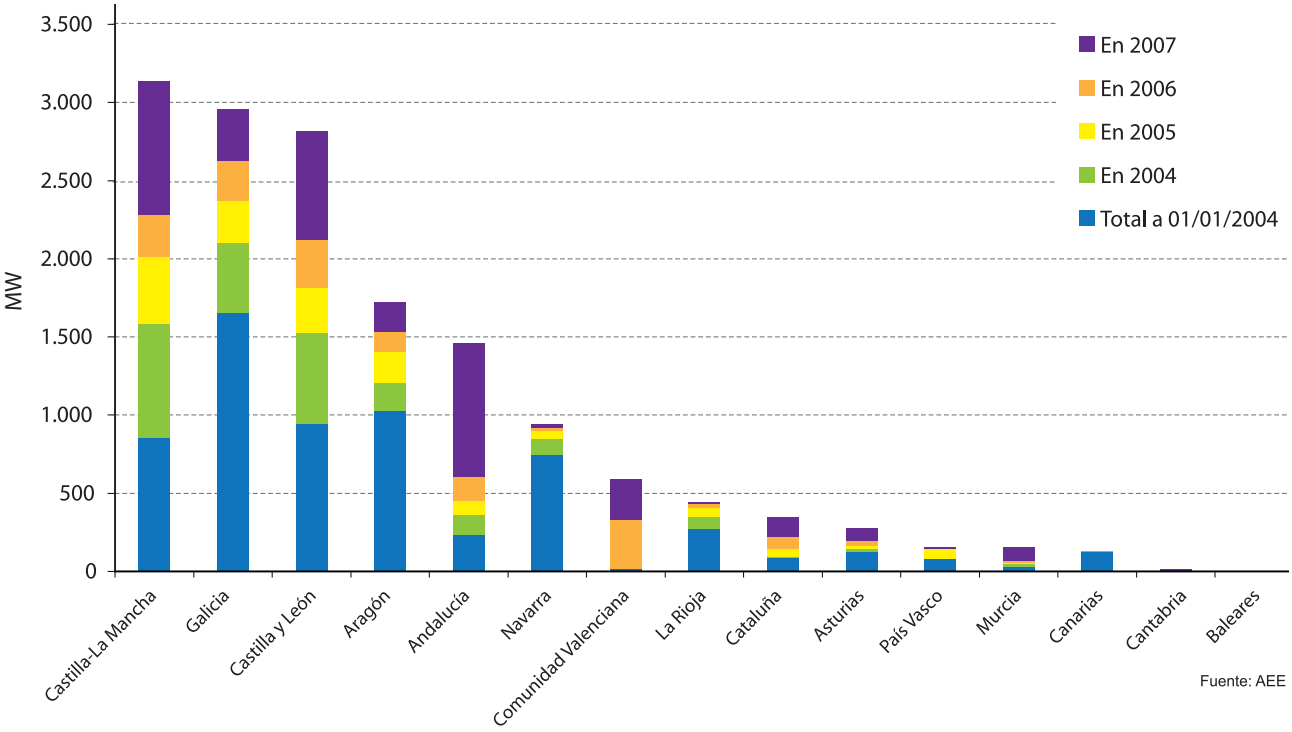
*Corrección de errores

Fuente: AEE

Por provincias (ver tabla IV.02) **Albacete** es la primera y de forma destacada con 1.667 MW, seguida de **Zaragoza** con 1.280 MW y **Lugo** con 1.052 MW (a los que cabe añadir otros 100 MW de los 205 MW que comparte con las provincias limítrofes). Siguen en esta relación de provincias con más potencia eólica instalada **La Coruña** con 967 MW, **Cádiz** con 818 MW y **Burgos** con 807 MW.

Gráfico IV. 08

Potencia instalada por Comunidades Autónomas 2004-2007



Fuente: AEE

Tabla IV. 02 Potencia instalada por provincias

POTENCIA EÓLICA INSTALADA Y NÚMERO DE PARQUES POR PROVINCIAS A 01/01/2008

COMUNIDAD AUTÓNOMA	PROVINCIA	ACUMULADO FIN 2007 (MW)	TOTAL NÚMERO DE PARQUES 2007
Andalucía	Almería	191,2	7
	Cádiz	818,73	49
	Granada	309,3	10
	Huelva	44,2	3
	Jaén	15,18	1
	Málaga	52,6	4
	Sevilla	28,5	1
TOTAL ANDALUCÍA		1459,7	75
Aragón	Huesca	279,15	8
	Teruel	163,5	7
	Zaragoza	1280,885	58
TOTAL ARAGÓN		1723,5	73
Asturias	Asturias	277,96	11
TOTAL ASTURIAS		278,0	11
Baleares	Baleares	3,65	3
TOTAL BALEARES		3,7	3
Canarias	El Hierro	0,1	1
	Fuerteventura	11,605	3
	Gran Canaria	70,49	28
	La Gomera	0,36	1
	La Palma	9,93	5
	Lanzarote	8,775	2
	Tenerife	31,98	7
TOTAL CANARIAS		133,2	47
Cantabria	Cantabria	17,90	1
TOTAL CANTABRIA		17,90	1
Castilla-La Mancha	Albacete	1687,16	52
	Ciudad Real	202	5
	Cuenca	754,1	18
	Guadalajara	404,6	17
	Toledo	83,5	7
TOTAL CASTILLA-LA MANCHA		3131,4	99
Castilla y León	Ávila	132,13	9
	Burgos	807,38	40
	Burgos - Palencia	8,8	1
	León	208,15	9
	Palencia	390	18
	Salamanca	31,45	1
	Segovia	48,52	2
	Segovia - Soria	27,2	1
	Soria	712,13	27
	Valladolid	94	2
	Zamora	358,91	20
TOTAL CASTILLA Y LEÓN		2818,7	130
Cataluña	Barcelona	75	2
	Lleida	40,5	1
	Tarragona	231,94	12
TOTAL CATALUÑA		347,4	15
Comunidad Valenciana	Valencia	20,5	3
	Castellón	570,5	14
TOTAL COMUNIDAD VALENCIANA		590,9	17
Galicia	La Coruña	967,135	53
	La Coruña - Lugo	163,62	6
	Lugo	1052,97	42
	Lugo - Pontevedra	43,83	2
	Ourense	199,87	10
	Ourense - Pontevedra	176,2	5
	Pontevedra	348,06	13
TOTAL GALICIA		2951,7	131
La Rioja	Logroño	446,62	14
TOTAL LA RIOJA		446,6	14
Murcia	Murcia	152,31	10
TOTAL MURCIA		152,3	10
Navarra	Navarra	937,36	40
TOTAL NAVARRA		937,4	40
País Vasco	Álava	81,8	2
	Guipúzcoa	26,97	2
	Vizcaya	44	3
TOTAL PAÍS VASCO		152,8	7
TOTAL GENERAL		**15145,1**	**673**

NOTA: El número de parques incluye ampliaciones y parques experimentales.

Fuente: AEE

Tabla IV. 03
Potencia instalada por promotores

PROMOTORES	TOTAL A 01/01/2007	En 2007	TOTAL A 01/01/2008	Tasa crec. 2007/2006	% sobre total
IBERDROLA RENOVABLES	3567,7	677,2	4244,9	18,98%	28,0%
ACCIONA	2042,2	636,1	2678,3	31,14%	17,7%
ECYR	919,6	347,0	1266,5	37,73%	8,4%
NEO ENERGÍA	775,7	447,3	1223,0	57,66%	8,1%
ENEL UNIÓN FENOSA RENOVABLES	396,8	198,1	594,9	49,93%	3,9%
OLIVENTO	271,8	150,0	421,8	55,19%	2,8%
GAS NATURAL	365,5	17,3	382,8	4,74%	2,5%
ENERFÍN	332,8	0,0	332,8	0,00%	2,2%
EYRA	250,0	12,6	262,6	5,03%	1,7%
MOLINOS DEL EBRO	211,5	23,7	235,2	11,19%	1,6%
EON RENOVABLES	203,9	0,0	203,9	0,00%	1,3%
OTROS	2285,5	1013,0	3298,4	44,32%	21,8%
TOTAL	**11623,01**	**3522,09**	**15145,10**	**30,3%**	**100,0%**

Fuente: AEE

Promotores

Iberdrola Renovables ratifica su liderazgo con el mayor incremento de potencia en 2007, al aumentar en 677,2 MW su parque de generación eólico y situarse en un total de 4.244,9 MW lo que supone un 28% de la potencia total instalada (ver tabla IV.03 y gráfico IV.09). **Acciona** sigue siendo el segundo promotor con un total de 2.678,3 MW (17,7% del total) y un crecimiento el pasado año de 636,1 MW, seguida de **ECYR (Endesa)** con un total de 1.266,5 MW de los que 347 MW han sido instalados en los últimos doce meses. Hasta un total de once promotores cuentan con una potencia instalada superior a los 200 MW.

En términos porcentuales los mayores incrementos corresponden a **Neo Energía** con un 57,7%, que ha instalado 447,3 MW que hacen un total de 1.223 MW, a **Olivento** con un crecimiento del 55,2% y la instalación de 150 MW en el año 2007 y a **EUFER** con un 49,93% de incremento y con 198,1 MW nuevos hasta llegar a los 594,9 MW.

Es importante destacar, el incremento del número de promotores que han instalado potencia en este año 2007, como es el caso de **Forlasa** con un 2,98% (ver gráfico IV.10), **Medwind** con un 1,64%, **Eolia** con un 1,31%, **Eólica de Navarra** con 1,28%, mien-

Gráfico IV. 09
Reparto por promotores de la potencia eólica instalada acumulada a 01/01/2008

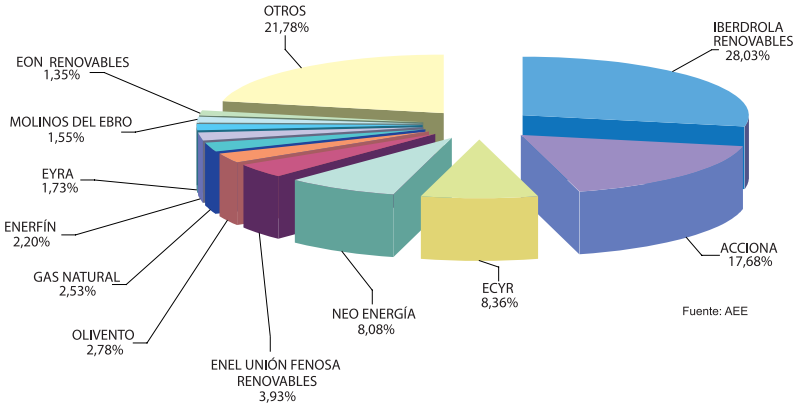
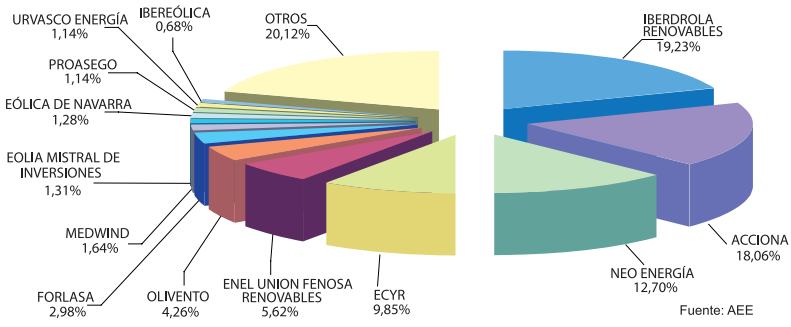


Gráfico IV. 10
Reparto por promotores de la potencia eólica instalada en 2007



tras que el crecimiento de Iberdrola suponía un 19,23% del total, el de Acciona un 18,06% y el de ECYR un 9,65%.

Fabricantes

El importante crecimiento de la potencia eólica durante 2007, revela también una significativa apertura del mercado con una **mayor presencia de nuevos suministradores** hasta ahora ausentes en nuestro país, pero que no afecta a la consolidación de los principales fabricantes y especialmente de **Gamesa** que mantiene su liderazgo. La entrada de estos nuevos agentes puede derivar, entre otras razones, de la maduración observada en el mercado alemán lo que ha obligado a algunos fabricantes a dirigirse a un mercado tan dinámico como el español.

Respecto al reparto por fabricantes del incremento de la potencia eólica en 2007 hay que destacar que, de acuerdo con la información del Observatorio Eólico de AEE (ver tabla IV.04), prácticamente la mitad de la nueva potencia instalada en España en el año 2007 es de Gamesa, con 1.670,79 MW, frente a los 700 MW instalados en el

Destaca la entrada en 2007 de nuevos suministradores hasta ahora ausentes en España

año 2006, cuota de mercado que ratifica su liderazgo con el 48,63 % de la potencia acumulada al que hay que añadir el 8,43 % de su filial **MADE**. Este importante crecimiento se produce además en un año de consolidación de los mercados exteriores que exigió una apuesta por la exportación, mientras se afianzaba la producción local de máquinas y componentes.

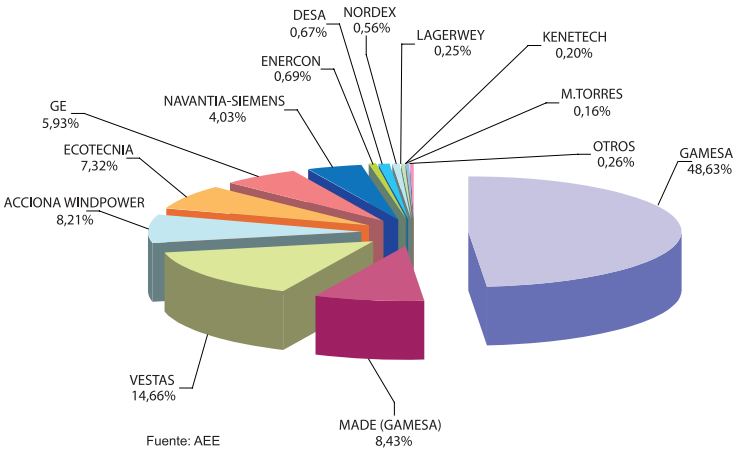
En términos absolutos, el segundo fabricante en cuanto a potencia instalada en el año 2007 ha sido **Vestas** con una potencia próxima a los 700 MW, más del triple de la potencia instalada en el año 2006, lo que pone en evidencia la decidida apuesta de esta empresa, líder mundial, por el mercado mediterráneo y de forma más concreta por el español. Otro crecimiento importante ha sido el de **Acciona Windpower** con una potencia de 678 MW, lo que la aproxima, en potencia acumulada, al tercer suministrador nacional, posición que mantiene MADE.

Tabla IV. 04
Potencia instalada por fabricantes

FABRICANTE	TOTAL A 01/01/2007	EN 2007	TOTAL A 01/01/2008	Tasa crecimiento 2007/2006	% sobre TOTAL A 01/01/2008
GAMESA	5694,47	1670,79	7365,26	29,34%	48,63%
VESTAS	1525,31	694,72	2220,03	45,55%	14,66%
MADE (GAMESA)	1276,72	0	1276,72	0,00%	8,43%
ACCIONA WINDPOWER	565,9	678	1243,9	119,81%	8,21%
ECOTECNIA	958,805	150,44	1109,245	15,69%	7,32%
GE	789,75	108	897,75	13,68%	5,93%
NAVANTIA-SIEMENS	460,3	149,5	609,8	32,48%	4,03%
ENERCON	37	68	105	183,78%	0,69%
DESA	101,02	0	101,02	0,00%	0,67%
NORDEX	82,6	2,64	85,24	3,20%	0,56%
LAGERWEY	37,5	0	37,5	0,00%	0,25%
KENETECH	29,7	0	29,7	0,00%	0,20%
M TORRES	23,85	0	23,85	0,00%	0,16%
OTROS	40,085	0	40,085	0,00%	0,26%
TOTAL	**11623,01**	**3522,09**	**15145,1**	**30,30%**	**100,00%**

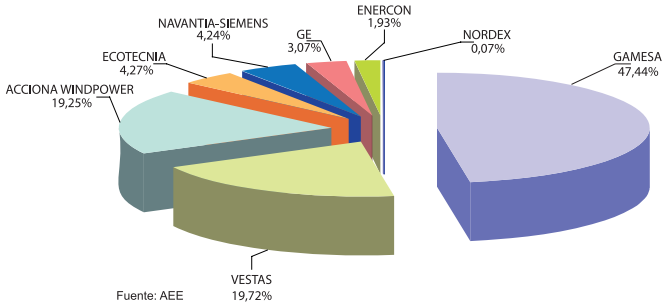
Fuente: AEE

El número de aerogeneradores instalados en 2007 fue de 2.204 unidades, la mayor parte de los cuales (18%) tienen una potencia de 2.000 kW, el 26% de 1.500 kW y el 16 % de 850 kW. El tamaño medio del aerogenerador instalado en el año 2007 (ver gráfico IV.14) ha ascendido a 1.623 kW.



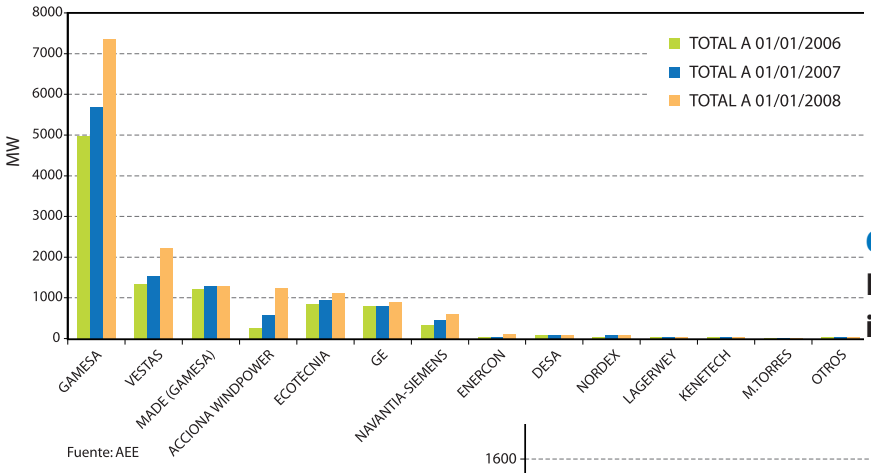
Fuente: AEE

Gráfico IV. 11
Reparto por fabricantes de la potencia eólica instalada acumulada a 01/01/2008



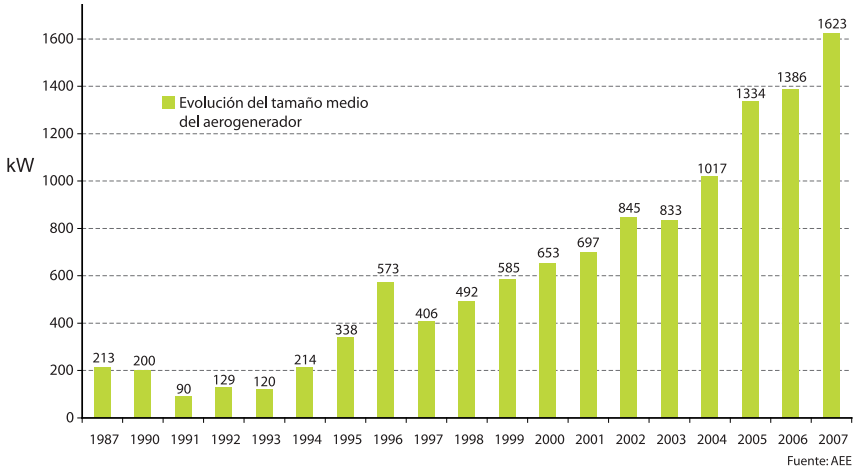
Fuente: AEE

Gráfico IV. 12
Reparto por fabricantes de la potencia eólica instalada. 2007



Fuente: AEE

Gráfico IV. 13
Evolución anual de la potencia eólica instalada por fabricantes. 2004-2007



Fuente: AEE

Gráfico IV. 14
Evolución anual del tamaño medio del aerogenerador. 1987-2007

IV.2 Generación

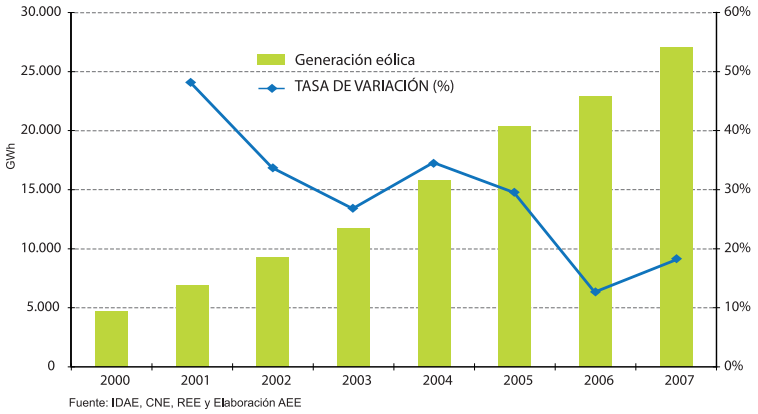
La demanda de energía eléctrica durante el pasado año 2007 fue de 260.838 GWh, un 2,8% más que en el año 2006, según los datos de Red Eléctrica de España. Este **crecimiento de la demanda** supone, según el Operador del Sistema, un 4% si se tiene en cuenta la influencia de la laboralidad y de la temperatura, es decir según el número de días no laborables y las temperaturas del año en relación con la media de años anteriores. La demanda instantánea de energía eléctrica registró un nuevo máximo histórico el pasado 17 de diciembre, a las 18h53, momento en el que hubo un consumo de electricidad de 45.450 MW, debido, fundamentalmente, a las bajas temperaturas que afectaban a toda la Península. Este máximo suponía un incremento del 4% con respecto al anterior récord, que se produjo el 27 de enero del 2005, cuando se alcanzaron los 43.708 MW a las 19h56.

También el 17 de diciembre se alcanzó el máximo histórico de potencia media horaria consumida entre las 19h00 y las 20h00 con 44.876 MWh, un 3,5% superior al récord anterior, registrado el 27 de enero del 2005. Además, el 18 de diciembre se produjo el máximo de energía diaria, con 902 GWh. El anterior máximo se había producido el 26 de enero de este mismo año, con 881 GWh.

El 19 de marzo se superó el máximo histórico de producción eólica diaria con 169.194 MWh, cubriendo el 23,2% de la demanda eléctrica de ese día que tuvo una punta de producción a las 17h47 con 8.375 MW. El récord anterior de producción diaria se había producido el 8 de diciembre del 2006, con 159.291 MWh. Estos máximos han sido ampliamente superados en los primeros meses de 2008.

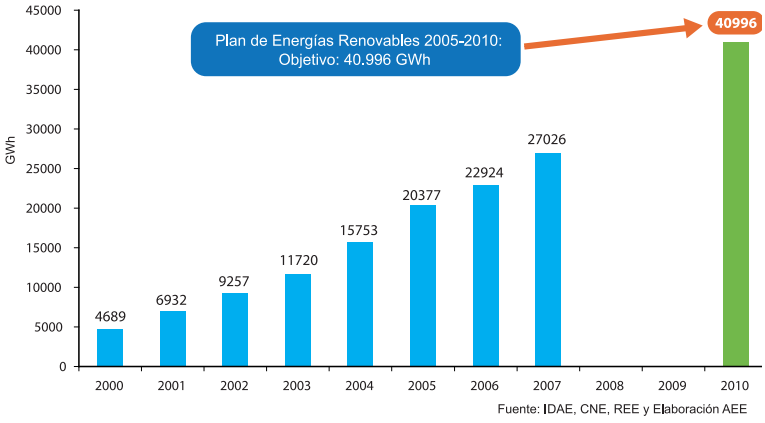
La producción eólica fue durante 2007 de 27.026 GWh (ver gráfico IV.15) frente a los 22.924 GWh de 2006, es decir 4.102 GWh más, lo que supone un incremento del 17,89%, frente al 15,5% logrado en 2006 respecto a 2005.

Gráfico IV. 15. Evolución anual de la generación eólica en España y tasa de variación. 2000-2007



Fuente: IDAE, CNE, REE y Elaboración AEE

Gráfico IV. 16. Evolución anual de la generación eólica en España y previsión del PER. 2000-2010

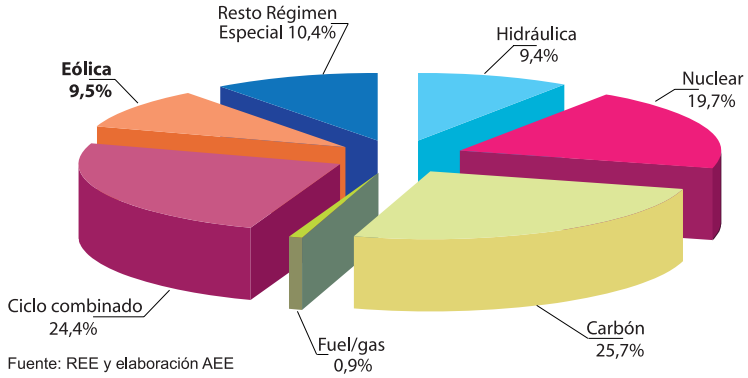


Fuente: IDAE, CNE, REE y Elaboración AEE

La energía eólica supone ya un 9,5% del total de la generación

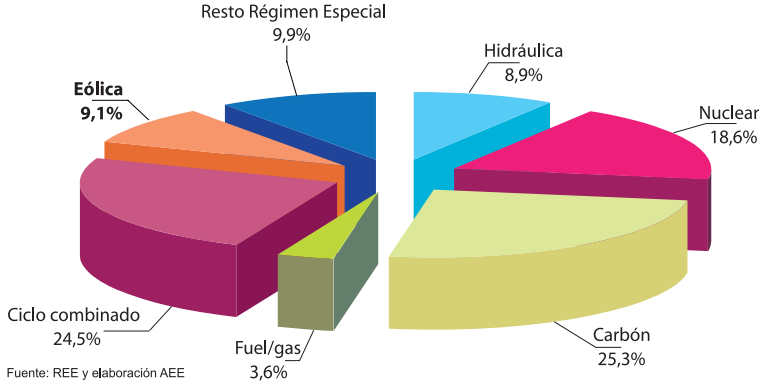
De la misma forma que sucede con el incremento de la potencia instalada, la evolución del crecimiento anual de la generación eólica permite esperar que se cumpla el objetivo del Plan de Energías Renovables 2005-2010 (ver gráfico IV.16) que para la energía eólica se fija en los 40.996 GWh en 2010. Cabe suponer además que el importante aumento de la potencia instalada en 2007 (3.522 MW) se traduzca en un significativo crecimiento de la generación en 2008 pues la mayor parte de esa nueva potencia se instaló al final de año y no se ha reflejado en la producción de 2007. De hecho, en los meses transcurridos de 2008 hasta la publicación de este anuario, se han batido todos los récords de generación tanto en términos absolutos como en porcentuales respecto a los últimos años.

Gráfico IV. 17. Reparto de la generación por tecnologías. Total peninsular. 2007



Fuente: REE y elaboración AEE

Gráfico IV. 18. Reparto de la generación por tecnologías. Total nacional. 2007



Fuente: REE y elaboración AEE

En el año 2007, en el sistema peninsular, **la energía eólica ha supuesto un 9,5% del total de la generación** (ver gráfico IV.17), mientras que a nivel nacional (sumando a la producción del sistema peninsular la de las islas y Ceuta y Melilla) representa el 9,1% de la producción total (ver gráfico IV.18), superando por primera vez, en cuanto a producción, a la gran hidráulica. La tecnología líder fue el carbón, aumentando su participación hasta un 25,3%, mientras que en el año 2006 fue de un 23,82%, gracias al desplome del valor de la tonelada de CO_2 en el mercado de derechos de emisión.

En la evolución anual de la generación por tecnologías (ver gráfico IV.19) sólo el ciclo combinado y la eólica mantienen una clara tendencia al alza en los últimos cuatro años mientras que la producción hidráulica y la nuclear han estado en los años 2005 a 2007 por debajo de los niveles de generación de 2004. El carbón también tiene en su evolución un comportamiento irregular, registrando en 2007 un aumento importante por el factor apuntado de los bajos precios de la tonelada de CO_2 en el mercado de derechos de emisión.

Respecto al reparto de la generación por tecnologías renovables (ver gráficos IV.20 y IV.21) la eólica supone el 80,86%, la minihidráulica un

Gráfico IV. 19.
Evolución anual de la generación por tecnologías 2004-2007

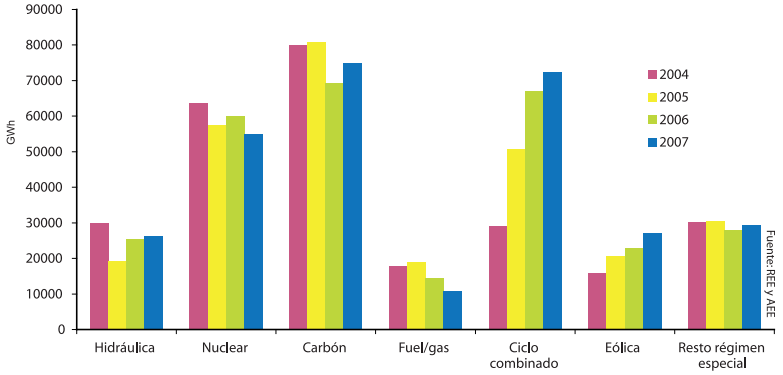
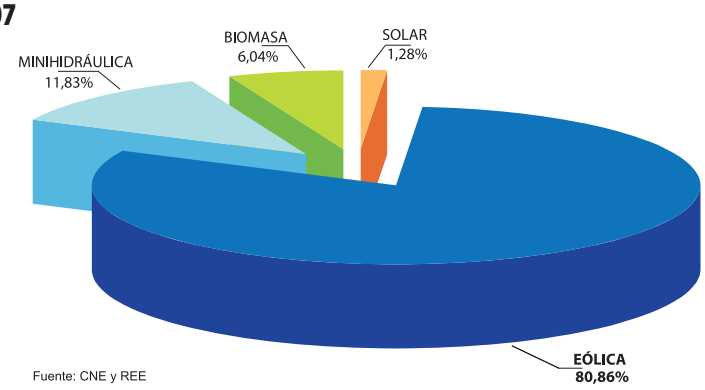


Gráfico IV. 20

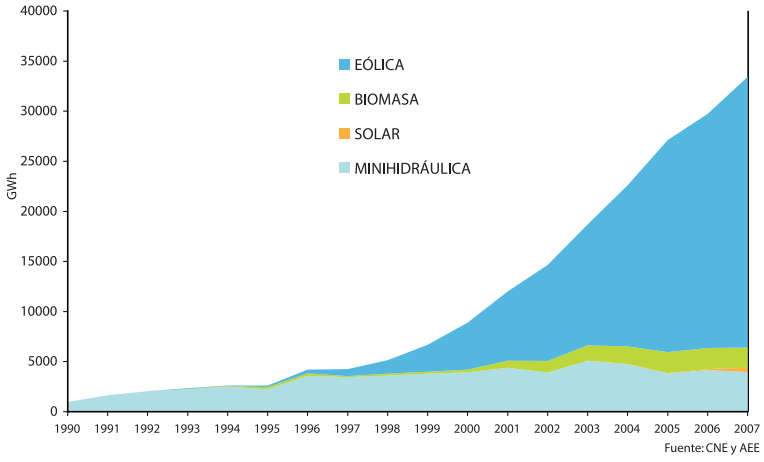
Reparto de la generación por tecnologías de origen renovable. 2007



Fuente: CNE y REE

Gráfico IV. 21

Evolución anual de la generación por tecnologías de origen renovable. 1990-2007



Fuente: CNE y AEE

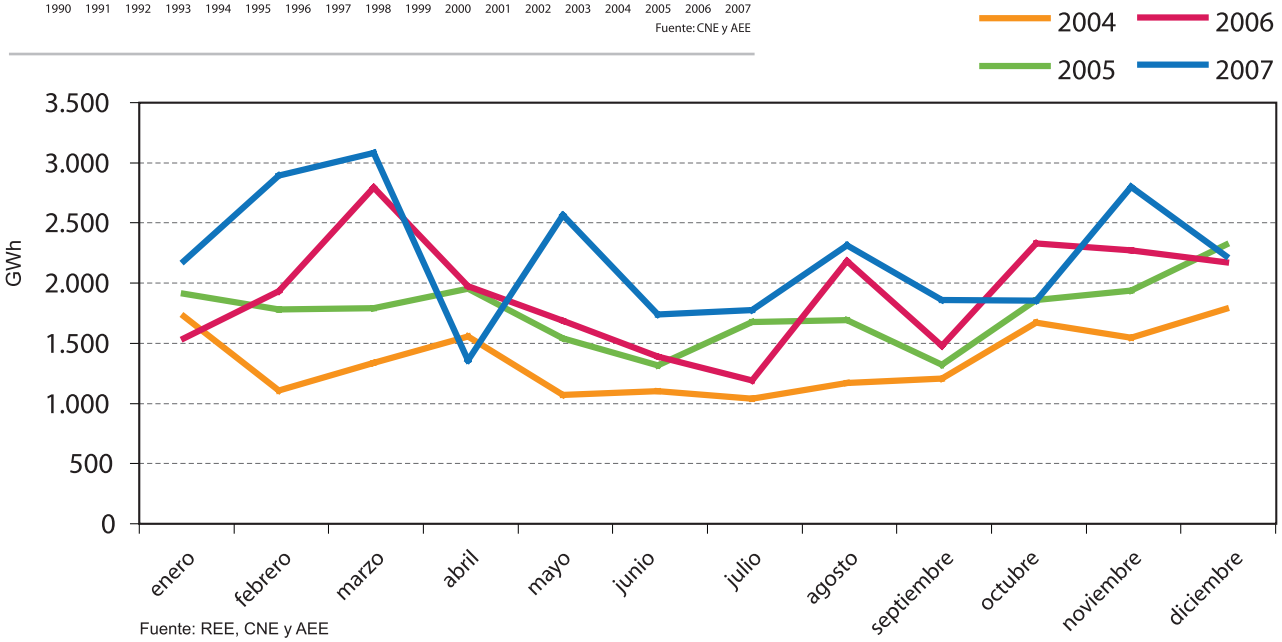
11,83%, la biomasa un 6,03% y la solar un 1,28%.

En el gráfico sobre la evolución mensual de la generación eólica (ver gráficos IV.22 y IV.23) puede apreciarse el comportamiento anormal del mes de abril del pasado año en el que la generación fue incluso inferior a la de 2004 pese a contar con más de 4.000 MW de potencia instalada, una baja producción que se compensó en el mes de mayo. También puede apreciarse que mientras que las líneas de producción de 2004 y 2005 no se cruzan nunca, lo que significa que todos los meses de este último año superan en producción a los mismos meses del año precedente, a partir de 2006 se rompe esa evolución con oscilaciones mensuales más significativas, tendencia que se confirma en 2007.

En la evolución de la cobertura de la demanda por parte de la energía eólica se aprecia que la curva del incremento, en términos porcentuales, se había aplanado en estos dos últimos

Gráfico IV. 22

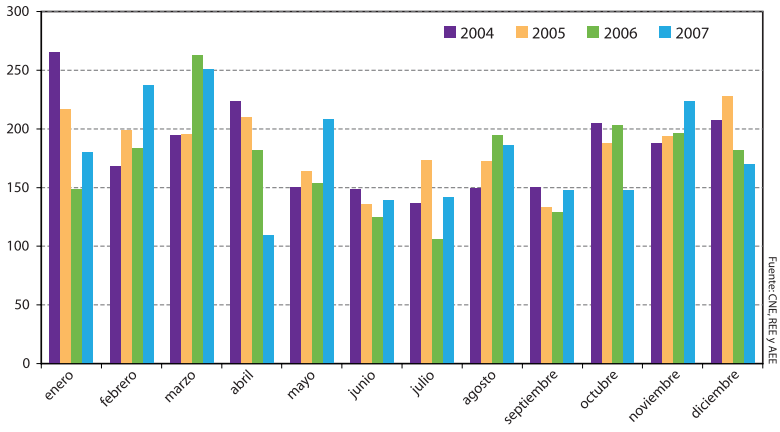
Evolución mensual de la generación eólica 2004-2007



Fuente: REE, CNE y AEE

Gráfico IV. 23

Número de horas de funcionamiento. 2004-2007

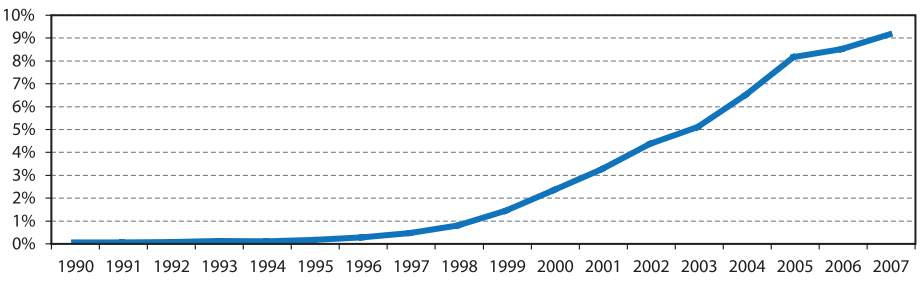


años por una cierta ralentización en la instalación de nueva potencia.

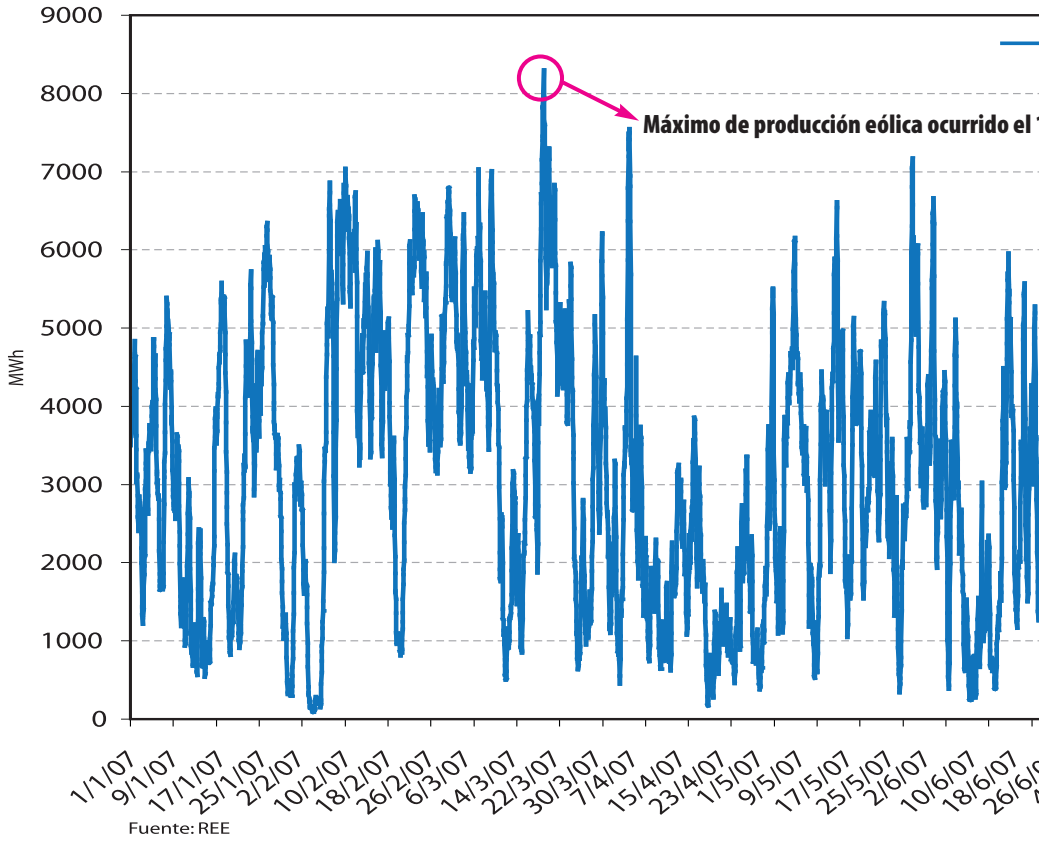
Como se ha señalado anteriormente el máximo de producción eólica del 2007 tuvo lugar el 19 de marzo cuando a las 17h37 se generaron simultáneamente 8.375 MWh (ver gráfico IV.25). Durante el año se superó en más de una decena de ocasiones los 7.000 MW de generación. En cuanto al tanto por ciento de cobertura de la demanda, la punta se alcanzó el 27 de mayo con un 32,13 % (ver gráfico IV.26), mientras que en numerosas ocasiones se superó el 20 por ciento con el denominador común de la **ausencia de incidentes en la operación del sistema**. Estos índices de cobertura sólo tienen en nuestro entorno el precedente de Dinamarca pero en unas condiciones muy diferentes por el alto grado de interconexión del país nórdico.

Gráfico IV. 24

Demanda de energía en b.c. cubierta por energía eólica. 1990-2007

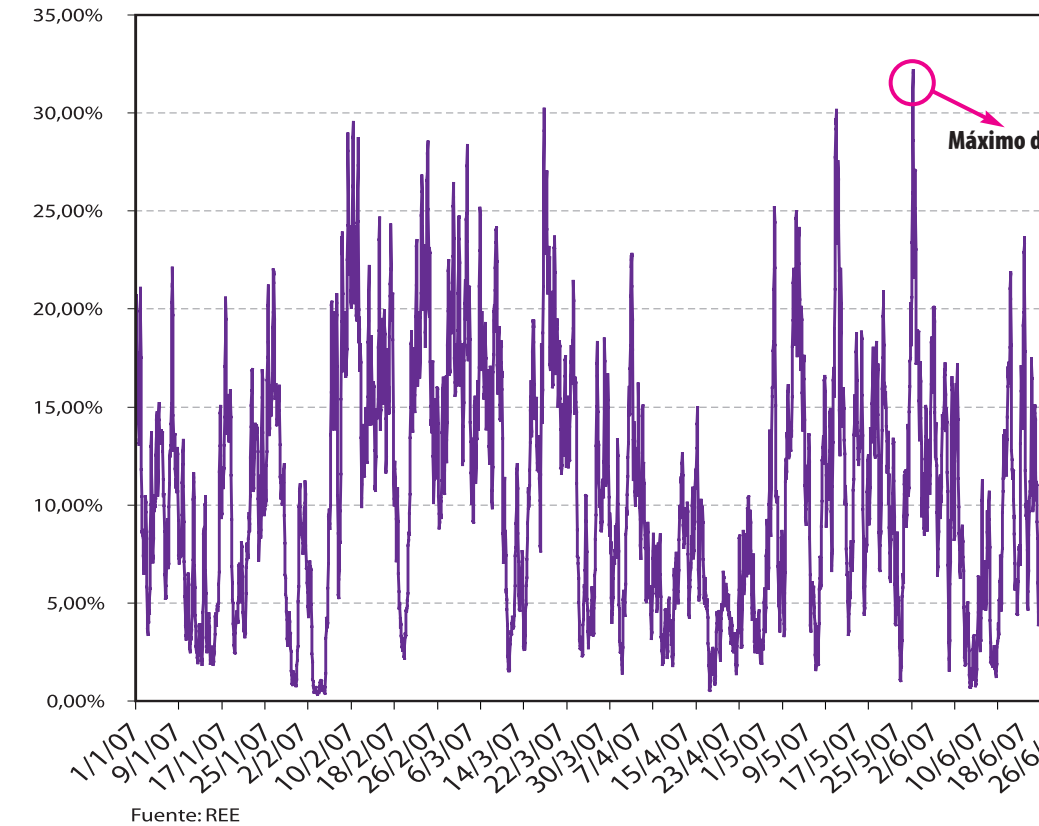


Fuente: CNE y elaboración AEE



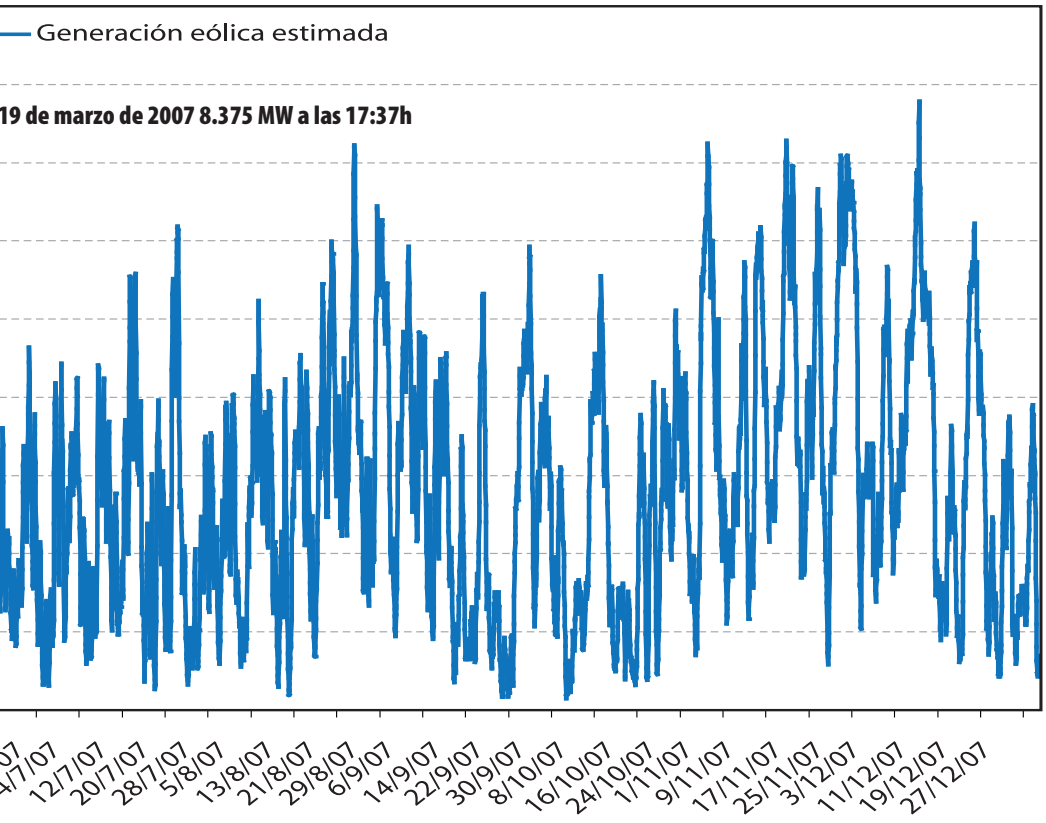
Fuente: REE

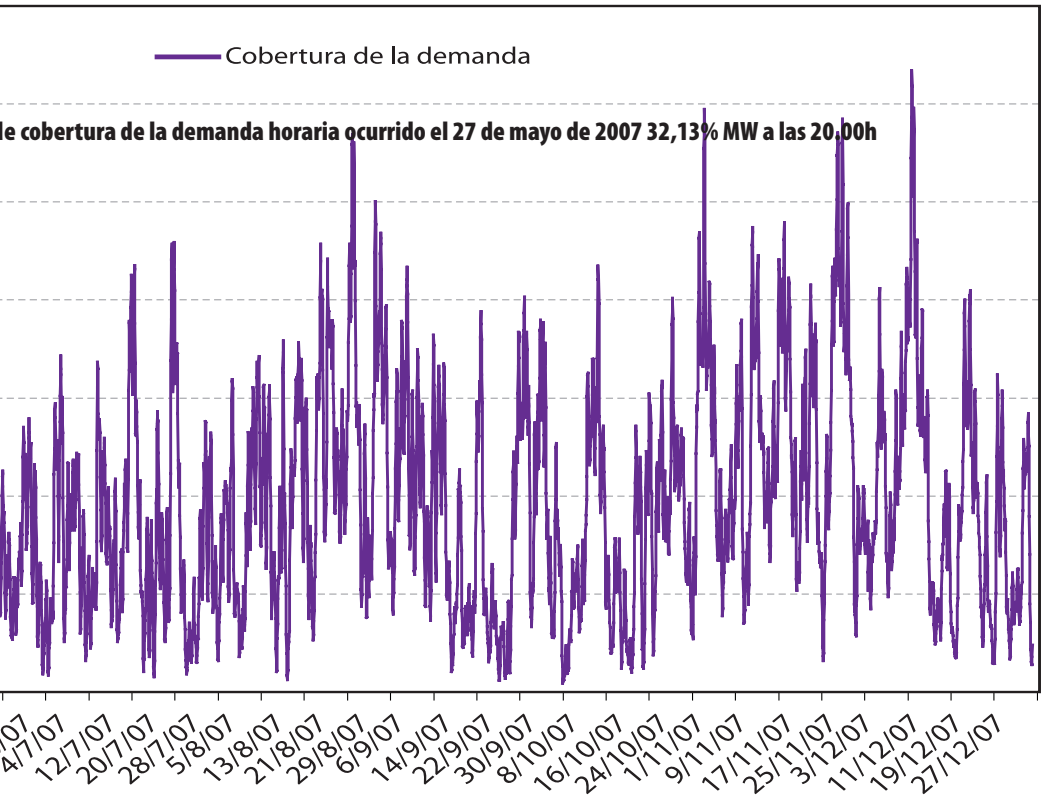
Gráfico IV. 25
Generación eólica horaria. 2007

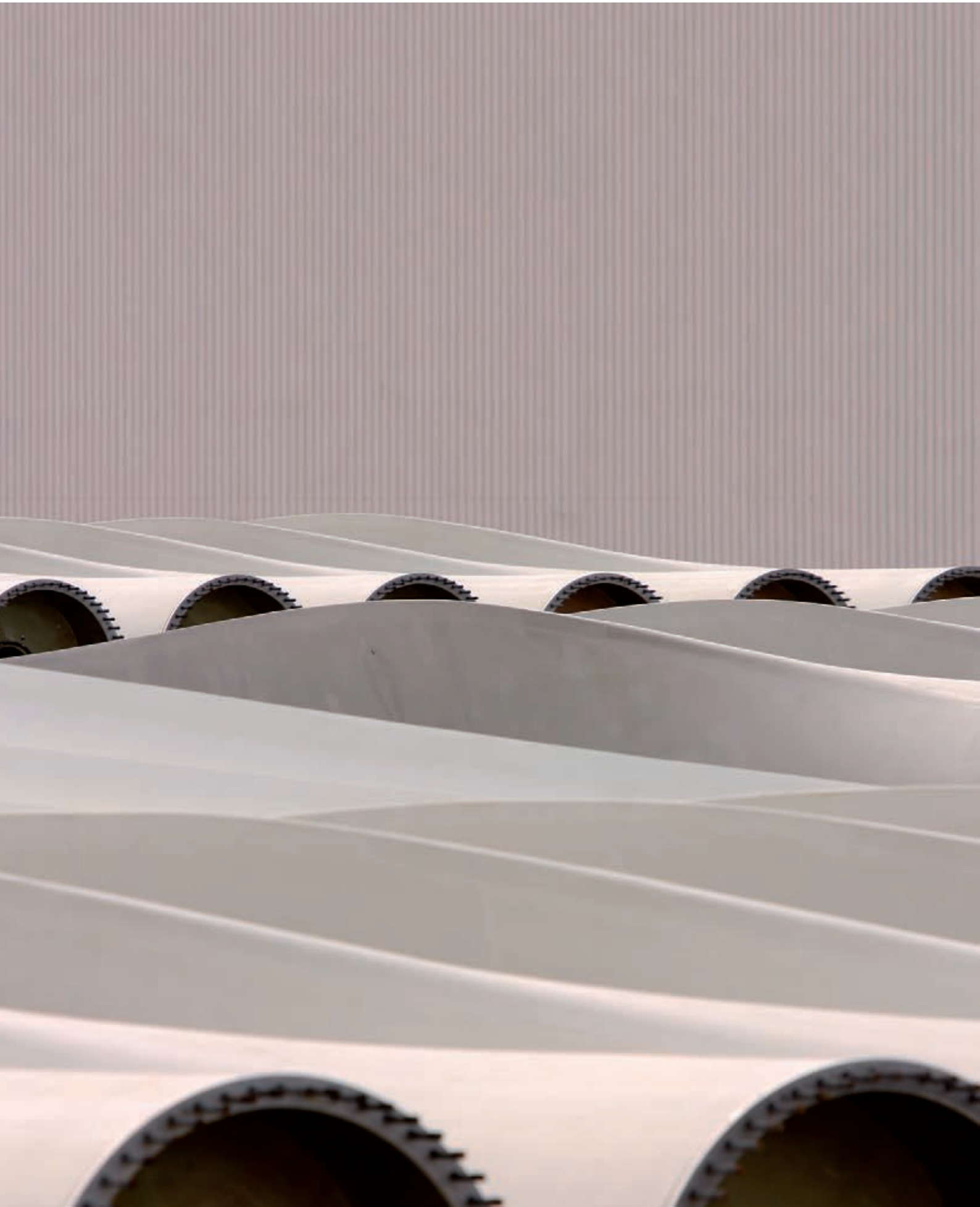


Fuente: REE

Gráfico IV. 26
Cobertura de la demanda horaria. 2007


Generación eólica estimada
19 de marzo de 2007 8.375 MW a las 17:37h
4/7/07
12/7/07
20/7/07
28/7/07
5/8/07
13/8/07
21/8/07
29/8/07
6/9/07
14/9/07
22/9/07
30/9/07
8/10/07
16/10/07
24/10/07
1/11/07
9/11/07
17/11/07
25/11/07
3/12/07
11/12/07
19/12/07
27/12/07


Cobertura de la demanda
le cobertura de la demanda horaria ocurrido el 27 de mayo de 2007 32,13% MW a las 20:00h
4/7/07
12/7/07
20/7/07
28/7/07
5/8/07
13/8/07
21/8/07
29/8/07
6/9/07
14/9/07
22/9/07
30/9/07
8/10/07
16/10/07
24/10/07
1/11/07
9/11/07
17/11/07
25/11/07
3/12/07
11/12/07
19/12/07
27/12/07

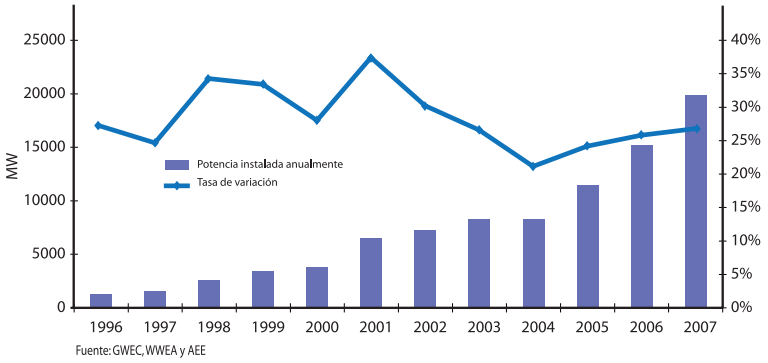


Capítulo V

LA EÓLICA EN EL MUNDO

V.1 Crecimiento global de un 27%

La energía eólica instalada en el mundo ha superado, a 1 de enero de 2008, los 94.000 MW (ver gráfico V.01), lo que supone un 27% de crecimiento con respecto al año anterior en el que había instalados 74.288 MW (ver gráfico V.02), siendo este incremento ligeramente superior al del año 2006, ya que se situó en un 26%. España con 3.522 nuevos MW, junto con China y Estados Unidos han liderado este crecimiento que demuestra una solidez del desarrollo eólico que mantiene tasas de crecimiento superiores siempre al 25 por ciento, salvo en el año 2004.



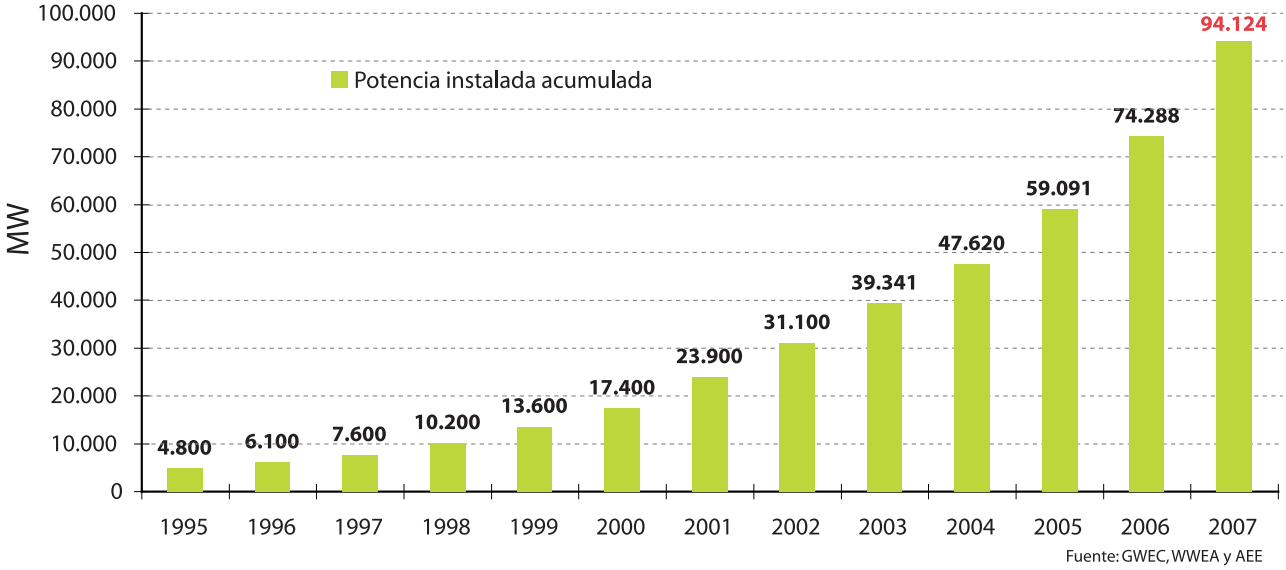
Fuente: GWEC, WWEA y AEE

Gráfico V.02

Potencia anual instalada a nivel mundial y tasa de variación. 1996-2007

Gráfico V.01

Potencia instalada acumulada a nivel mundial. 1995-2007



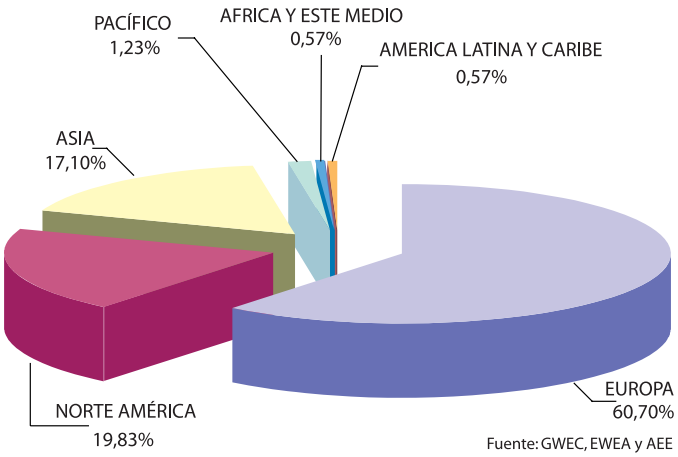
Fuente: GWEC, WWEA y AEE

En cuanto a la potencia por regiones del mundo, según la información publicada por Global Wind Energy Council (GWEC) (ver tabla V.01), el mayor crecimiento se ha producido en Europa con 8.500 MW nuevos, de los cuales algo más de 3.500 MW corresponden a España, mientras que la región que más ha crecido porcentualmente ha sido Asia, con un 51%, siendo China el país que ha liderado este incremento. La potencia que actualmente se halla en construcción en el gigante asiático asciende a 4.200 MW.

Tabla V.01
Potencia total por región. 2006-2007

POTENCIA TOTAL POR REGIÓN		A 01/01/2007	A 01/01/2008	Tasa de variación
EU	EUROPA	48.536	57.136	18%
NORTH AMERICA	NORTE AMÉRICA	13.063	18.664	43%
ASIA	ASIA	10.659	16.091	51%
PACIFIC REGION	PACÍFICO	1.000	1.158	16%
AFRICA & ESTE MEDIO	AFRICA Y ESTE MEDIO	378	538	42%
LATIN AMERICA & CARIBBEAN	AMERICA LATINA Y CARIBE	507	537	6%
Fuente: EWEA, GWEC y AEE	TOTAL (En MW)	**74.143**	**94.124**	**27%**

Gráfico V. 03
Reparto por regiones de la potencia eólica instalada acumulada a 01/01/2008 a nivel mundial



Fuente: GWEC, EWEA y AEE

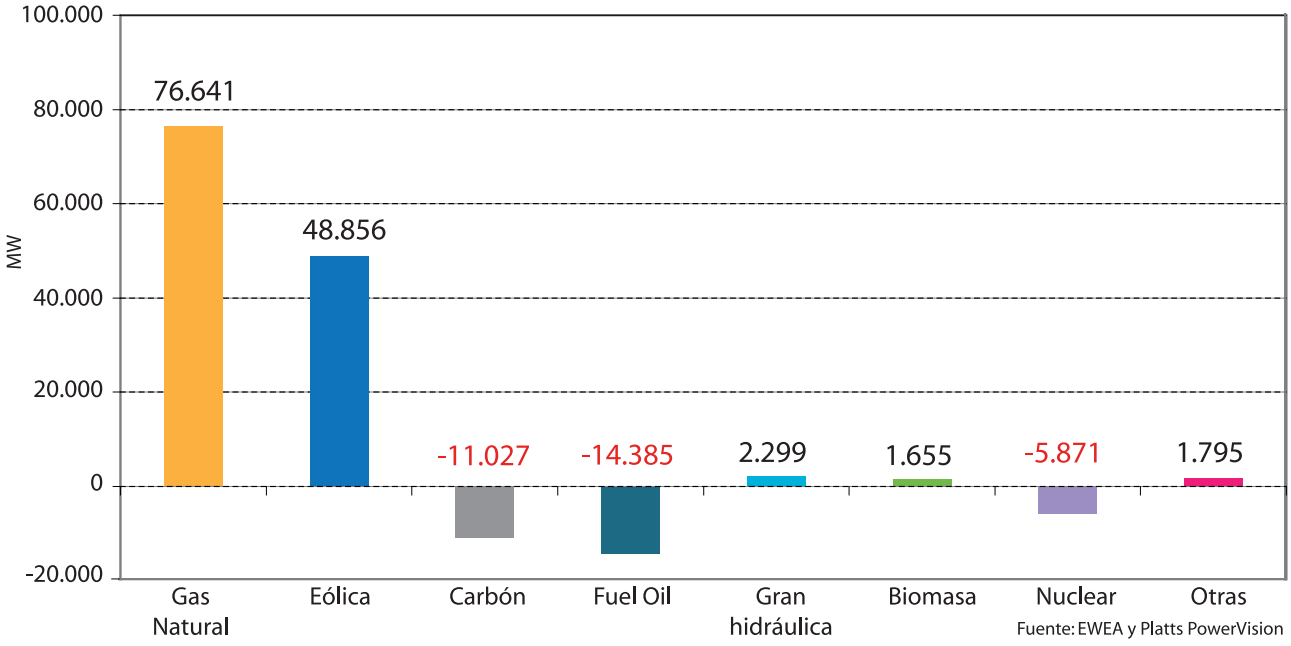
Respecto a la potencia instalada acumulada por regiones mundiales (ver gráfico V.03), Europa encabeza el ranking con el 60,7% de la potencia eólica instalada, situándose América del Norte por detrás con el 19,83% del total y Asia con un 17,10%. Cierran este ranking África y América Latina con 0,57% cada una de ellas.

En el ámbito de la Unión Europea la energía eólica es la segunda tecnología que más ha crecido en el periodo 2000-2007 según el informe *Pure Power* de la Asociación de Energía Eólica Europea (EWEA). El incremento en estos años (ver gráfico V.04) ha sido de 48.856 MW solo superado por el de las centrales térmicas de gas (entre ellas las de ciclo combinado) mientras que se ha reducido la potencia instalada de centrales térmicas de carbón (-11.027 MW), de fuel oil (-14.385 MW) y nuclear (-5.871).

Por países (ver gráfico V.05) **España** (15.145 MW) sigue siendo la segunda potencia a nivel europeo después de Alemania con (22.247 MW), pero **ya es la tercera potencia a nivel mundial en cuanto a potencia eólica instalada**, por detrás de Estados Unidos que con los 5.244 MW instalados en 2007 ha alcanzado un total de 16.970 MW. Sin embargo cabe señalar, como se indica en el capítulo VI, que buena parte del crecimiento de la potencia eólica en Estados Unidos, como en otros países, ha sido protagonizado por empresas españolas que se revelan como las más dinámicas en el concierto mundial.

Gráfico V.04

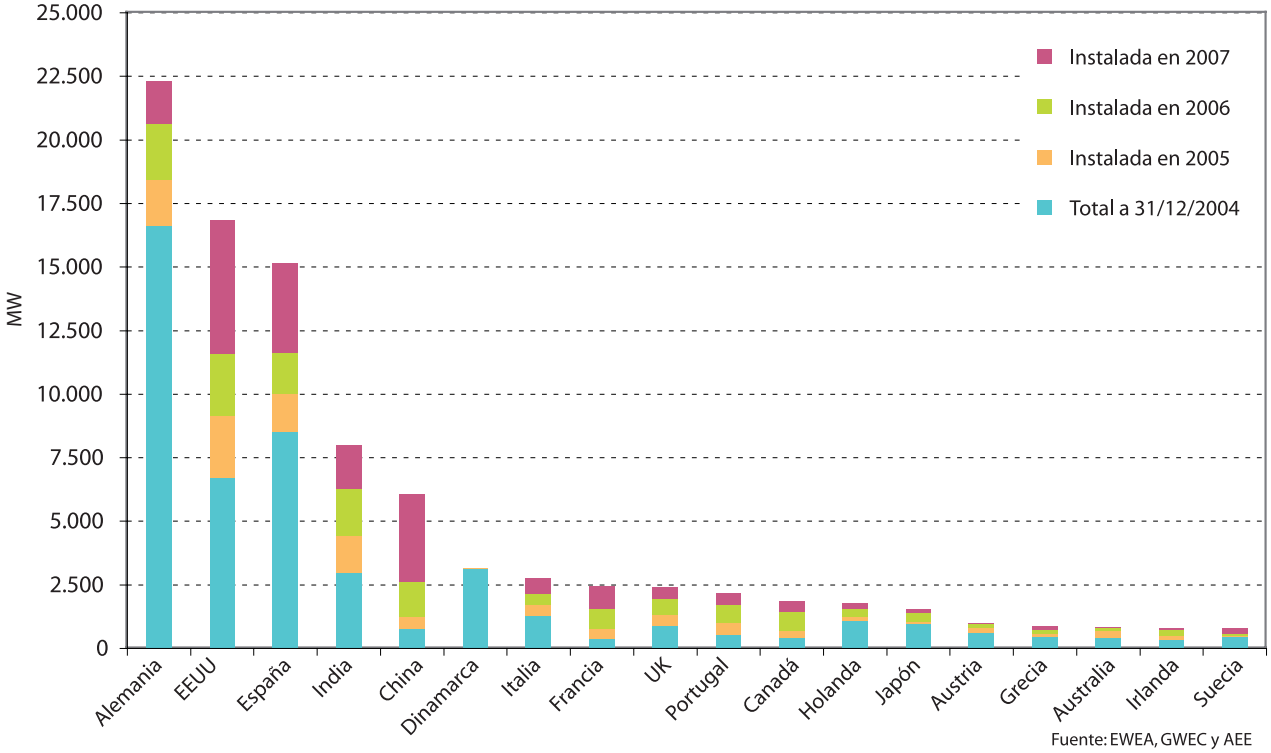
Variación neta de la potencia instalada en la Unión Europea en el periodo 2000-2007



Fuente: EWEA y Platts PowerVision

Gráfico V.05

Reparto por países de la potencia eólica instalada a nivel mundial



Fuente: EWEA, GWEC y AEE

Estados Unidos con 5.244 MW nuevos y un crecimiento del 44,9%, China con 3.449 MW nuevos y un crecimiento del 132,3% (datos provisionales) y España con 3.522 MW nuevos y un crecimiento del 30,3%, han encabezado el crecimiento en cuanto a potencia eólica instalada (ver tabla V.02). En Alemania, que con 22.247 MW mantiene su liderazgo, se aprecia sin embargo una cierta ralentización en el desarrollo con solo 1.667 MW instalados en 2007, mientras que India aguanta en la cuarta plaza con un incremento de 1.730 MW que le sitúan en 8.000 MW eólicos acumulados.

Por su parte, Francia con 888 MW instalados en 2007 y un incremento del 56,6% se ha situado en la octava posición a nivel mundial. Otros países con crecimientos importantes han sido Suecia con 217 MW nuevos en 2007 y una tasa de crecimiento del 38%, Italia con un incremento del 28,4% (603 MW nuevos), Canadá con 386 MW nuevos y una tasa de 26,4% y Portugal con un incremento del 25,3% y 434 MW instalados en 2007.

Tabla V.02

Potencia eólica instalada por países (MW)

PAÍS	Total a 31/12/2006	Ranking a 31/12/2006	Instalada en 2007	Total a 31/12/2007	Tasa de variación 2007/2006	Ranking a 31/12/2007
Alemania	20.622	1	1.667	22.247	7,9%	1
EEUU	11.603	3	5.244	16.818	44,9%	2
España	11.623	2	3.522	15.145	30,3%	3
India	6.270	4	1.730	8.000	27,6%	4
China	2.604	6	3.449	6.050	132,3%	5
Dinamarca	3.136	5	3	3.125	-0,4%	6
Italia	2.123	7	603	2.726	28,4%	7
Francia	1.567	11	888	2.454	56,6%	8
UK	1.962	8	427	2.389	21,8%	9
Portugal	1.716	9	434	2.150	25,3%	10
Canadá	1.460	12	386	1.846	26,4%	11
Holanda	1.558	10	210	1.746	12,1%	12
Japón	1.394	13	139	1.538	10,3%	13
Austria	965	14	20	982	1,8%	14
Grecia	746	16	125	871	16,8%	15
Australia	817	15	7	824	0,9%	16
Irlanda	746	17	59	805	7,9%	17
Suecia	571	18	217	788	38,0%	18
Resto del mundo	2.660		947	3.620	36,1%	
TOTAL	74.143		20.076	94.124		

Fuente: EWEA, GWEC y AEE

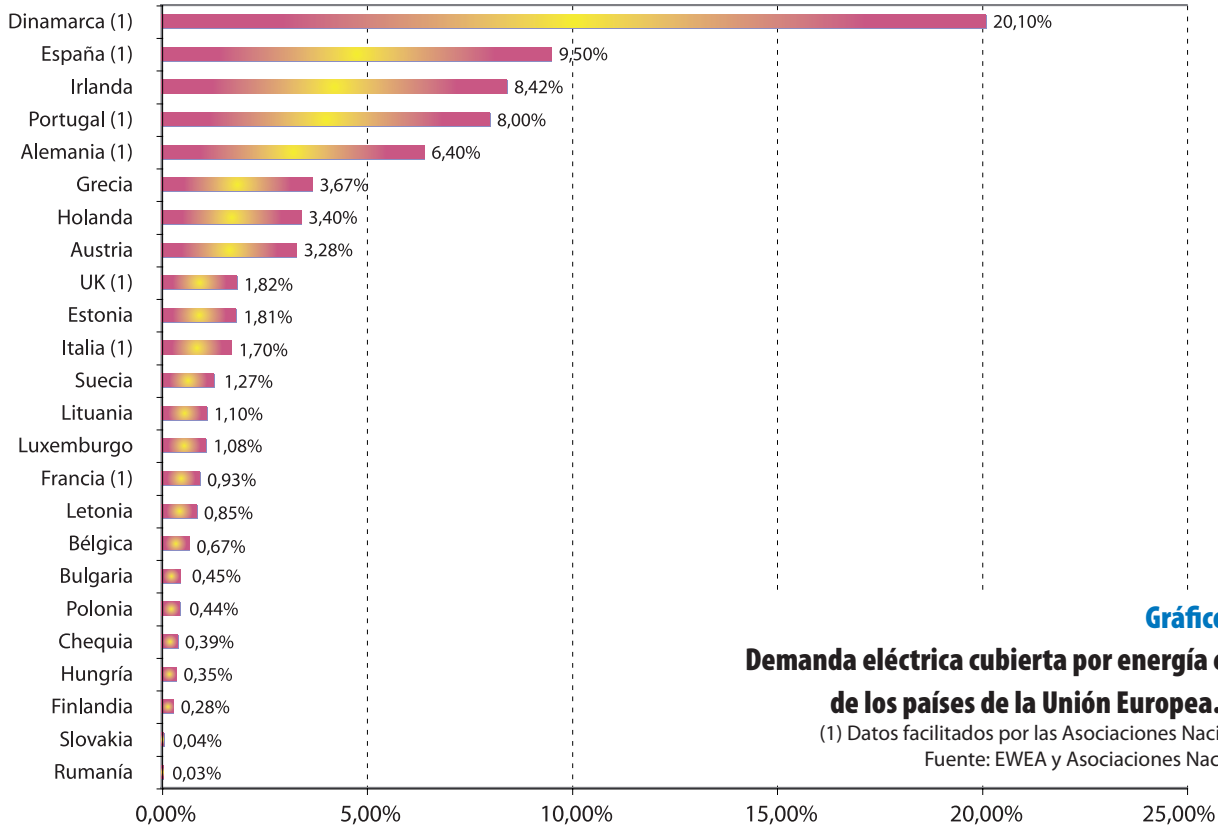


Gráfico V.06

Demanda eléctrica cubierta por energía eólica de los países de la Unión Europea. 2007

(1) Datos facilitados por las Asociaciones Nacionales.
Fuente: EWEA y Asociaciones Nacionales

Tabla V.03

Potencia eólica instalada, número de turbinas, tamaño medio, generación eólica, demanda y porcentaje de la demanda cubierta con eólica por países. 2006

PAISES	Total capacidad eólica instalada	Capacidad eólica marina instalada	Nueva capacidad eólica anual	Nº total de turbinas	Tamaño medio de las turbinas	Generación eólica	Demanda de electricidad	Porcentaje de demanda de electricidad cubierta por eólica
	(MW)	(MW)	(MW)	(turbinas)	(kW)	(GWh)	(TWh)	%
Australia	817	0,0	109,00	544	1.750	2.504	208,0	1,20%
Austria (1)	965		146,00					
Canada	1.460	0,0	776,00	1.186	1.230	3.800	***550,0***	0,69%
Dinamarca	3.137	423,0	8,00	5.274	1.287	6.108	36,4	16,78%
Finlandia	86	0,0	4,00	96	2.000	154	90,0	0,17%
Alemania	20.622	7,0	2.207,00	18.685	1.848	30.500	540,0	5,65%
Grecia	749	0,0	142,00	1.051	1.146	***1.580***	***51,0***	3,10%
Irlanda	744	25,0	251,00			1.617	28,9	5,60%
Italia	2.123	0,0	405,00	2.575	1.148	3.215	338,0	0,95%
Japón	1.574	1,0	494,00	1.358	1.159	1.910	882,6	0,22%
Corea	175	0,0	77,00	118		247	381,2	0,06%
Méjico	86	0,0	83,00	105				
Holanda	1.559	108,0	335,00	1.792	2.248	2.747	116,0	2,37%
Noruega	325	0,0	57,00	163	2.280	671	122,0	0,55%
Portugal	1.698	0,0	634,00	964	2.400	2.962	***49,0***	6,04%
España	11.615	0,0	1.587,00	13.842	1.375	23.372	268,0	8,72%
Suiza	571	23,0	62,00	812	1.879	986	150,0	0,66%
Suecia	12	0,0	0,00	34	0	15	58,0	0,03%
Reino Unido	1.963	340,0	631,00	0	2.103	4.591	408,0	1,13%
Estados Unidos	11.575	0,0	2.454,00		1.600	31.000	4.027,0	0,77%
Total	**61.856**	**927,00**	**10.462,00**	**48.599**	**1.591**	**117.979**	**8.304,1**	**1,42%**

Valores en ***itálica*** son estimaciones. Valores en subrayado son de 2005/2004
Fuente: International Energy Agency
(1) Numbers from Wind Power Monthly

El peso de la eólica en cada país

Es significativo observar en la siguiente tabla (ver tabla V.04) el peso que tiene en cada país la energía eólica no ya en términos absolutos sino en relación a diversos conceptos como el número de habitantes, la superficie o el total de la producción. En este sentido lo más destacado es el papel de la eólica en Dinamarca que encabeza el ranking tanto en MW por millón de habitantes, con 586,30, en capacidad instalada respecto a la superficie media en KW/km^2, con 72,51 y en porcentaje de la eólica respecto a la producción total de electricidad, con un 20,10%. España figura en segunda posición en dos de estos ratios como son el de MW por millón de habitantes, con 335,06, y el de porcentaje de la eólica respecto a la producción total con cerca de un 10%, que contrasta con el uno por ciento que significan los 31.000 GWh de Estados Unidos frente a una producción total de 4.428 TWh.

Tabla V.04

Ratios de los países con mayor potencia instalada. 2007

País (Datos 2007)	Habitantes (Millones)	Superficie (km2)	Producción eléctrica neta (TWh)	Potencia eólica instalada (MW)	Producción eólica (GWh)	MW/Millón de habitantes	Capacidad instalada /Superficie (kW/km2)	Producción eólica / producción total
Alemania	83	357.021	617,19	22.247	39.500	269,66	62,31	6,40%
EEUU	301	9.826.630	4.428,57	16.818	31.000	55,85	1,71	0,70%
España	45	504.782	271,114	15.145	27.026	335,06	30,00	9,97%
India	1029	3.287.590	n.a.	8.000	n.a.	7,78	2,43	
China	1322	9.600.000	n.a.	6.050	12.100	4,58	0,63	
Dinamarca	5	43.096	35,62	3.125	7.159	586,30	72,51	20,10%
Italia	59	301.171	256,47	2.726	4.360	46,60	9,05	1,70%
Francia	64	675.418	450	2.454	4.200	38,34	3,63	0,93%
UK	60	244.820	274,50	2.389	4.996	39,62	9,76	1,82%
Portugal	10	92.072	50	2.150	4.002	206,97	23,36	8,00%

Estimación para el año 2007
Fuente: ANEV, APREN, BWE, BWEA, DWIA, EWEA, GWEC, SER, WWEA y AEE

Previsión de crecimiento

Según el informe *Pure Power* publicado por EWEA, en el año 2010 la potencia eólica instalada en Europa alcanzará 80 GW, de los cuales el 4,4% será de potencia eólica "offshore". Para cumplir con el objetivo establecido en la Directiva del 20% en el año 2020, EWEA estima que la potencia eólica instalada superará los 180 GW, de los cuales 35 GW serán offshore, bajo la condición de que la Directiva de Energías Renovables establezca marcos estables y predecibles en los Estados miembros. Para el año 2030, la potencia eólica offshore será de 120 GW y el total de 300 GW instalados.

Tabla V.05
Potencia instalada de los principales fabricantes a nivel mundial

	ACUMULADO 2006 (MW)	EN 2007	SHARE EN 2007 %	ACUMULADO EN 2007	SHARE ACUMULADO %
VESTAS (DK)	25.005	4.503	22,8%	29.508	31,4%
ENERCON (GE)	11.001	2.769	14,0%	13.770	14,6%
GAMESA (ES)	10.258	3.047	15,4%	13.305	14,2%
GE WIND (US)	9.696	3.283	16,6%	12.979	13,8%
SIEMENS (DK)	5.605	1.397	7,1%	7.002	7,4%
SUZLON (IND)	2.642	2.082	10,5%	4.724	5,0%
NORDEX (GE)	3.209	676	3,4%	3.885	4,1%
ACCIONA (ES)	798	873	4,4%	1.671	1,8%
GOLDWIND (PRC)	627	830	4,2%	1.457	1,5%
SINOVEL (PRC)	75	671	3,4%	746	0,8%

Fuente: BTM

EWEA estima que en 2020 estará instalada en Europa una potencia eólica de 180 GW

V.2 La eólica marina

La potencia eólica acumulada instalada en el mar (offshore) a finales del año 2007 ha sido de 1.080 MW, según los datos de la Asociación de Energía Eólica Europea (EWEA) (ver tabla V.05). El desarrollo de esta modalidad de la energía eólica es lento debido a que se están desarrollando las tecnologías que permitan implantar los parques eólicos en aguas profundas. Por otro lado, los costes CAPEX (inversión) son muy elevados y es necesario analizar como afectan los costes OPEX (operación) en la viabilidad del proyecto. En cambio, para el cumplimiento de los objetivos de la Directiva del 2020, es necesario el desarrollo de esta tecnología.

Tabla V. 06
Parques eólicos marinos

Proyecto	Localización	Región	Potencia (MW)	Número de turbinas	Profundidad (m)	Distancia de tierra (km)	Año puesta en marcha
Dinamarca							
Vindeby	Blæsenborg Odde, NW off Vindeby, Lolland		4,95	11	2.5 to 5	2.5	1991
Tunø Knob	off Aarhus, Kattegat Sea		5	10	0.8 to 4	6	1995
Middelgrunden	Oresund, east of Copenhagen harbour		40	20	5 to 10	2 to 3	2001
Horns Rev	Blåvandshuk, Baltic Sea		160	80	6 to 14	14-20	2002
Nysted Havmøllepark	Rødsand, Lolland		165,6	72	6 to 9	6	2003
Samsø	Paludans Flak, South of Samsø		23	4	11 to 18	3.5	2003
Frederikshavn	Frederikshavn Harbour		10,6		3	0.8	2003
Rønland*	Lim fjord, off Rønland peninsula,		17,2	8	3		2003
* near shore projects			426,35				
UK							
Barrow	7km Walney Island	Off England	90	30	>15	7 km	2006
Beatrice	Beatrice Oilfield, Moray Firth	Off Scotland	10	2	>40	unknown	2007
Blyth Offshore	1km Blyth Harbour	Off England	3,8	2	6	1 km	2000
Burbo Bank	5.2km Crosby	Off England	90	25	10	5.2 km	2007
Kentish Flats	8.5km offshore from Whitstable	Off England	90	30	5	8.5 km	2005
North Hoyle	7.5km Prestatyn & Rhyl	Off Wales/England	60	30	5 to 12	7.5 km	2003
Scroby Sands	3km NE Great Yarmouth	Off England	60	30	2 to 10	3 km	2004
Holanda							
Offshore Wind Farm Egmond aan Zee (OWEZ)	Egmond aan Zee		108	36	17-23 m	8 to 12 km	2006
Suecia							
Bockstigen	Gotland		2,8	5	6-8 m	3 km	1998
Utgrunden I	Kalmarsund		10,5	7	4-10 m	7 km	2001
Yttre Stengrund	Kalmarsund		10	5	8-12 m	4 km	2002
Lillgrund	Malmö		110	48	2.5-9 m	10 km	2007
Irlanda							
Arklow Bank	off Arklow, Co Wicklow		25,2	7	15	7	2004

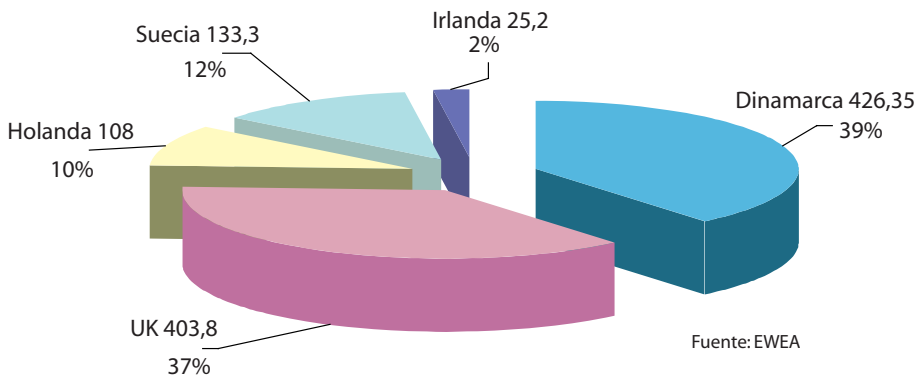
Fuente: EWEA

Según la información publicada por EWEA los parques eólicos "offshore" puestos en funcionamiento en el año 2007 han sido 3, de los cuales dos están situados en Reino Unido: el parque de **Beatrice** de 10 MW y el de **Burbo Bank** de 90 MW y el otro en Suecia, el parque eólico **Lillgrund** de 110 MW.

Será necesario el desarrollo de la eólica marina para lograr los objetivos 2020

Según los datos publicados por EWEA (ver gráfico V.07), Dinamarca sigue siendo el país con más potencia eólica offshore instalada en el mundo con 426,25 MW (un 39% del total), situándose muy cerca el Reino Unido con 403,9 MW (un 37% del total).

Gráfico V. 07
Reparto por países de la potencia eólica marina instalada. 2007



Fuente: EWEA

Capítulo VI
LA INDUSTRIA EÓLICA ESPAÑOLA, REFERENTE MUNDIAL

En este capítulo de **Eólica 2008** queremos destacar los dos aspectos que hacen de España una referencia en todo el mundo por el modelo de desarrollo de su industria eólica. Por un lado el liderazgo de las empresas españolas, presentes ya en veinticinco países, en promoción y explotación. Por otro, la integración de la energía eólica en la red con un alto grado de penetración y en un sistema como el español que es casi una isla. Ambos aspectos son destacados en todas las conferencias, seminarios y estudios publicados internacionalmente.

VI.1 Liderazgo en promoción y explotación

El sector eólico español atraviesa un momento inmejorable no sólo por ser el tercer país en potencia instalada, como ha quedado reflejado en los capítulos anteriores, sino porque ha salido con un gran dinamismo fuera de nuestras fronteras y sus empresas están presentes en numerosos mercados de los cinco continentes. Este crecimiento lo están protagonizando tanto las grandes empresas promotoras como los fabricantes nacionales y un buen número de empresas auxiliares que les acompañan en esta expansión internacional. La potencia instalada en todo el mundo por nuestros promotores, 8.500 MW (ver tabla VI.1); el número de países, 25, en los que las empresas españolas están presentes; y, la capacidad exportadora de nuestros fabricantes, solo Gamesa instaló fuera de España el pasado año 1.600 MW, nos permiten afirmar que la industria eólica española lidera hoy el desarrollo de la energía del viento en el mundo. Un liderazgo que puede consolidarse por el elevado número de proyectos fuera de nuestras fronteras en el corto y medio plazo que superan ampliamente la potencia actualmente instalada en España, es decir los 15.145 MW.

Destaca la presencia española **en Estados Unidos, donde nuestro país es el primer inversor extranjero en energía eólica**. Los ejemplos de la presencia española en el mercado eólico estadounidense hablan por sí mismos: Gamesa es el cuarto productor de aerogeneradores, Acciona dispone de dos parques eólicos e Iberdrola ha comprado Comunity Energy y PPM a través de Scottish Power.

En cuanto a **China**, España lleva tiempo tomando posiciones en un país que instalará al menos cerca de 25.000 MW en los próximos diez años. Gamesa, por ejemplo, ha instalado 15 parques en 2007 con una potencia total de 518 MW y FERSA pretende llevar a cabo la mayor inversión de una empresa española en China con un parque de entre 1.000 y 2.000 MW. Acciona, por su parte, inauguró en 2006 la primera planta de aerogeneradores de tecnología española que se instalaba en China, ubicada en Nantong, al sureste del país. La planta, situada en uno de los ámbitos de mayor proyección del mercado eólico del mundo (la zona Asia Pacífico), tiene una capacidad de producción de 400 unidades anuales del aerogenerador AW-1500.

Tabla VI.01
Potencia eólica instalada por los principales promotores fuera de España

PROMOTORES	MW
IBERDROLA	3.145
ACCIONA	3.030
NEO ENERGÍA (*)	2.001
ENDESA	320
TOTAL	**8.496**

(*) Neo Energía es filial de la portuguesa EDP Renovavéis pero tiene su sede en España

Gamesa instala más de 1600 MW fuera de España en 2007

Gamesa sigue su apuesta por el exterior. El plan de negocio, que la compañía lanzó en 2006, preveía la puesta en marcha de nueve centros productivos, que se concretaron a mediados del año pasado y que incluían siete instalaciones en Europa, EEUU y China. Su plantilla, compuesta por 7.000 personas, tiene 1.200 empleados en EEUU y 900 en China.

PROMOCIÓN. Gamesa ha construido ya parques que suman unas potencia de 2.307 MW (Ver tabla VI.02), de los cuales casi la tercera parte de esta potencia fue construida en el año 2007, destacando los 460 MW instalados en Estados Unidos

FABRICACIÓN. Más de la mitad de los 3.000 MW de maquinas instaladas por Gamesa en 2007, concretamente 1.650 MW, lo han sido fuera de España, señal de la creciente internacionalización de la empresa. Además, la compañía fabricó **más de mil megavatios de máquinas en sus centros de producción de China y EEUU.**

Dentro de su actividad en **Europa**, Gamesa ha alcanzado dos nuevas alianzas plurianuales con las sociedades Generación Eólica Internacional y Eólica Bulgaria, sociedades del Grupo ENHOL, para el suministro de un total de noventa aerogeneradores para los mercados polaco y búlgaro, lo que supondrá una potencia total de 180 MW. El acuerdo plurianual alcanzado supone para Polonia el suministro, instalación, puesta en marcha, operación y mantenimiento de sesenta aerogeneradores Gamesa G90-2.0MW en los años 2009 y 2010.

El segundo de los contratos supone el suministro, instalación y puesta en marcha de treinta aerogeneradores Gamesa G90-2.0MW, así como su operación y mantenimiento para su instalación en el parque eólico búlgaro de Suvorovo en 2010. El contrato contempla la instalación en una segunda fase de otros cien megavatios adicionales para el mercado búlgaro. La compañía ha anunciado la venta de 10 aerogeneradores a la empresa india Pioneer Asia Wind Turbines, que supondrán la instalación de una potencia de 8,5 MW.

Tabla VI.02

Parques eólicos construidos por Gamesa hasta finales de 2007

PARQUES EÓLICOS CONSTRUIDOS POR GAMESA		
PAÍS	**Nº PARQUES**	**POTENCIA (MW)**
Alemania	20	146,25
Italia	21	327,45
Portugal	10	260,00
Estados Unidos	14	794,40
China	15	518,00
Francia	14	129,00
Egipto	1	80,00
Reino Unido	2	12,00
India	1	8,00
Cuba	1	5,00
Marruecos	1	3,00
Ecuador	1	2,00
Grecia	3	22,00
TOTAL	**104**	**2307,10**

Fuente: GAMESA

Iberdrola Renovables, 3.143 MW fuera de nuestras fronteras

El que está considerado como primer operador eólico del mundo ha multiplicado por siete la potencia instalada fuera de España, pasando de los 440 MW a finales de 2006 a los 3.134 MW a finales de 2007. De toda esta capacidad, 382 MW se ubican en Reino Unido, procedentes de la adquisición de la eléctrica local, ScottishPower y 2.145 MW en Estados Unidos, fundamentalmente gracias a la aportación de PPM Energy, filial de ScottishPower.

Los restantes 607 MW, casi todos en Europa, se distribuyen de la siguiente forma: Grecia aporta 218 MW de potencia instalada; Francia, 126 MW; Polonia, 105 MW; Alemania, 60 MW; Portugal, 50 MW y Brasil, 49 MW.

En el mes de marzo puso en marcha **Klondike III**, su mayor parque eólico en todo el mundo.

PARQUES EÓLICOS CONSTRUIDOS POR ACCIONA			
PAÍS	Nº PARQUES	POTENCIA TOTAL (MW)	POTENCIA ATRIBUIBLE (MW)
Estados Unidos	3	266,13	191,88
Canadá	3	136,00	58,00
Alemania	13	124,30	124,30
Australia	2	72,00	36,00
Italia	2	58,65	58,65
Grecia	2	36,55	36,55
Hungría	1	24,00	11,35
India	1	13,20	13,20
Portugal	1	24,00	11,35
Total	**28**	**754,83**	**541,28**

Tabla VI.03
Parques eólicos construidos por Acciona hasta finales de 2007
Fuente: ACCIONA

La instalación, situada en el estado de Oregón, tiene una potencia instalada de 223,6 MW. Klondike III cuenta con aerogeneradores de tecnologías distintas. Concretamente, dispone de ochenta aerogeneradores de General Electric de 1,5 MW de potencia unitaria, 44 de Siemens de 2,3 MW y uno de Mitsubishi de 2,4 MW. La construcción de este parque coloca a la compañía española en un óptimo punto de partida para conquistar el mercado estadounidense, donde ya es el segundo operador eólico del país.

En abril del 2008, ya ha conectado otros 195 MW en EEUU, en dos parques. El primero de los nuevos parques, denominado **MinnDakota**, está situado entre los estados de Minnesota y Dakota del Sur y consta de un centenar de aerogeneradores de General Electric de 1,5 MW (150 MW de potencia en total). El segundo, el parque Dillon, ubicado en California, suma hasta 45 aerogeneradores de Mitsubishi de un megavatio cada uno.

La producción anual prevista de estas dos instalaciones equivaldrá al consumo de unos cien mil hogares y evitará la emisión a la atmósfera de cuatrocientas mil toneladas de dióxido de carbono (principal gas de efecto invernadero) al año.

Iberdrola Renovables señala a Estados Unidos como un mercado clave para su estrategia de crecimiento a lo largo de los próximos tres años. La empresa desarrolla una cartera de proyectos eólicos que asciende a 22.000 MW, más de la mitad de su cartera mundial y afirma que su producción renovable en este país ascendió el pasado ejercicio a 5.234 GWh, el 36% de toda la energía eléctrica que generó.

Además, ha culminado varias operaciones corporativas, como la adquisición de la compañía estadounidense CPV Wind Ventures y la integración de los activos renovables de ScottishPower-PPM Energy. También ha llevado a cabo el aumento de participación en la sociedad griega Rokas por encima de la mitad del capital y, además, la suscripción de acuerdos estratégicos con la sociedad italiana API.

Acciona, el 80% de sus proyectos son internacionales

Acciona que hasta finales de 2007 ya había construido fuera de España un total de 28 parques (ver tabla VI.03) ha puesto definitivamente su punto de mira en proyectos internacionales; los parques eólicos instalados por esta empresa en el

extranjero se ubican en Estados Unidos, Canadá, Alemania, Australia, Italia, Grecia, Hungría, Francia, India, Portugal y Marruecos. De ellos, un total de 134, que suman 3.824 MW, son propiedad del grupo, con una potencia atribuible de 3.030 MW. Los parques para terceros, un total de 58, suman 1.472 MW.

En la actualidad, Acciona construye parques eólicos en la mayor parte de los países citados y en otros como México y Corea del Sur (ver tabla VI.04). Dentro de los proyectos en tramitación, figuran otros países como Reino Unido, Croacia, Polonia y Eslovenia.

La potencia eólica propia de Acciona Energía en construcción a 31 de diciembre de 2007 sumaba 607 MW correspondientes a parques situados en el ámbito internacional. La compañía tiene actualmente instalaciones eólicas en construcción en ocho países, dos de ellos sin implantación eólica de Acciona hasta ahora -Corea del Sur y México-, como se ha mencionado anteriormente.

Destacan dentro de la potencia en construcción los 186 MW pendientes de instalación del parque de Waubra en Australia, participado al 50% y cuya instalación se prevé quede terminada en 2008. También el parque de Eurus, en Oaxaca (México), de 300 MW de potencia y de propiedad al 100%, cuya construcción se inició a finales de 2007 y abarcará los años 2008 y 2009. En Corea del Sur, Acciona tiene en construcción el parque de Yeong Yang, de 61,5 MW.

En EEUU, la compañía ha instalado tres parques: Tatanka, de 180 MW, entre los estados de Dakota del Norte y Dakota del Sur; Velva (11,88 MW) en Dakota del Norte, ambos participados al 100% y Blue Canyon (74,25 MW) en Oklahoma, con una participación minoritaria. Por tanto en este país, Acciona cuenta ya con 266,13 MW, 191,88 atribuibles. La compañía tiene en desarrollo en EEUU más de 60 proyectos eólicos en 20 estados, que superan los 10.000 MW de potencia.

En el apartado industrial eólico, Acciona Windpower cuenta con una planta de ensamblaje de aerogeneradores en West Brach (Iowa), que se puso en marcha en diciembre de 2007. Su capacidad de producción será de 450 aerogeneradores a partir de 2009.

En la India se está construyendo el parque de Anabaru de 16,5 MW. Tiene potencia en construcción en tres parques más en los que ya se implantaron aerogeneradores en 2007:

- 18 MW del parque de Sardinha (Portugal)
- 12,75 MW del parque de Isola (Italia)
- 11,90 MW del parque de Panachaiko II (Grecia).

Tabla VI.04
Parques eólicos en construcción de Acciona

PARQUES EÓLICOS EN CONSTRUCCIÓN DE ACCIONA			
PAÍS	Nº PARQUES	POTENCIA TOTAL (MW)	POTENCIA ATRIBUIBLE (MW)
Australia	1	186,00	93,00
México	1	300,00	300,00
Italia	1	12,75	12,75
Corea del Sur	1	61,50	61,50
Portugal	1	18,00	18,00
Grecia	1	11,90	11,90
India	1	16,50	16,50
Total	**7**	**606,65**	**513,65**

Fuente: ACCIONA

Endesa se desarrolla en Portugal, Grecia y Latinoamérica

A nivel internacional, el desarrollo eólico de Endesa ha sido exclusivamente orgánico y ha estado centrado en tres ejes diferenciados:

- Crecimiento propio en mercados con marcos regulatorios estables y maduros a partir de su cartera propia (Portugal)
- Desarrollo de mercados mediante joint-ventures con empresas representativas en cada país (Grecia)
- Fomento de la introducción de marcos regulatorios específicos para mercados menos maduros donde Endesa tiene una fuerte presencia territorial (Latinoamérica)

En Portugal, durante 2007, Endesa instaló 128 MW en 5 parques, que dejó su potencia instalada a cierre de 2007 en 321 MW operativos, un incremento del 39%. La participación de Endesa en el consorcio de Eólicas de Portugal, adjudicataria del concurso de 1200 MW en 2006, permitirá a Endesa seguir creciendo de forma segura y rápida en este país en los próximos años.

En Grecia, Endesa, a través de su joint-venture Endesa Hellas, participada al 50.01% por Endesa, está desarrollando un importante plan de crecimiento eólico, donde el parque eólico de 17 MW en la región de Macedonia Oeste, constituye el primer hito del mismo.

Durante 2007, la potencia en instalaciones eólicas de Endesa en Italia experimentó un fuerte impulso, con la puesta en operación de 188 MW, cerrando el ejercicio con 246 MW eólicos operativos en 9 parques, aunque dos de ellos no habían alcanzado la potencia máxima nominal. En Francia, Endesa puso en explotación un parque de 10 MW, y cuenta con una cartera de parques en construcción y desarrollo de 174 MW.

En Latinoamérica, Endesa ha iniciado su despliegue operativo con la instalación de un parque eólico de 18 MW en Canela (Chile), mientras actúa de forma activa para que se establezcan marcos regulatorios específicos en toda la región.

PARQUES EÓLICOS DE EDP RENOVÁVEIS	Nº Parques	Potencia total (MW brutos)	Desarrollo de proyectos	Adquisición de proyectos en construcción o en operación
Francia	8	87	42	44
Portugal	31	424	321	103
Estados Unidos	11	1.490	1.478	12
Total	**50**	**2.001**	**1.841**	**159**

Tabla VI.05
Parques, potencia y proyectos de Neo Energía

Neo Energía, tercer operador en Francia

Neo Energía ha adquirido recientemente activos eólicos del grupo Eole 76 y Eurocape, en Francia. De este modo, la adquisición se concreta en la posesión de 3 parques eólicos en operación en la región de Normandía con una capacidad instalada bruta de 35 MW y un factor medio de utilización del 27%, además de diversos proyectos de desarrollo de parques eólicos, mayoritariamente localizados en las regiones de Normandía y Rhones-Alpes. Con esta operación, la compañía se convierte en el tercer operador de renovables en Francia.

Actualmente, de la totalidad de proyectos en desarrollo, 8 MW están en construcción, 12,5 MW tienen ya todas las autorizaciones necesarias para la construcción y su entrada en operación prevista entre 2009 y 2010. Asimismo, 43 MW tienen ya licencias de construcción.

Otras empresas

Ecotècnia a nivel internacional ha instalado 20 parques eólicos durante el año 2007 y tiene 11 en construcción. En la actualidad la empresa continúa su expansión con parques eólicos en Francia, Italia, Portugal, India, Cuba y Japón.

Unión Fenosa, la tercera eléctrica española, proyecta instalar dos parques eólicos en México, uno de 500 megavatios, ampliables a 1.000 en Baja California y otro, de 250 megavatios, en Oaxaca. En Panamá tiene proyectos en desarrollo con una capacidad total de 10 MW eólicos, en Costa Rica de 50 MW y en Brasil de 60 MW.

La firma barcelonesa **Fersa Energías Renovables** espera llevar a cabo la mayor inversión de una empresa española en China, con un proyecto para construir uno de los parques eólicos más grandes del mundo, de entre 1.000 y 2.000 megavatios.

Eozen, compañía dedicada a la fabricación y comercialización de aerogeneradores y grandes palas para el sector eólico, ha finalizado la fabricación de los primeros aerogeneradores (generadores síncronos, electrónica de potencia, góndolas y sistemas de control) suministrados a la empresa india Nuziveedu Seed Limited para la construcción del parque de Bhimasamudra, situado en el estado de Karnataka (sur de la India). Este complejo eólico estará en funcionamiento en el segundo trimestre de 2008 y contará, en una primera fase, con una potencia total instalada de 18 MW.

Garrad Hassan, empresa dedicada a la ingeniería y consultoría técnica en el sector eólico, ha confirmado que ha sido contratada por la Office National de l'Electricité (ONE), operadora de la red marroquí, como asesora técnica asociada en la convocatoria internacional de propuestas para la construcción de un parque de 300 MW en Tarfaya, al sur del país.

VI.2 Pioneros en la integración en red

El importante crecimiento de la potencia eólica en España durante el año 2007 convierte a esta fuente de energía en la cuarta tecnología en la generación de electricidad, superando por primera vez, en cuanto a producción, a la gran hidráulica.

Este hecho junto con la previsión estimada por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio en la planificación de los sectores de la electricidad y gas 2008-2016, según la cual, la potencia instalable en España en el año 2016 sería de 29.000 MW, hace necesaria la colaboración entre el sector eólico, las empresas distribuidoras de electricidad y el Operador del Sistema eléctrico español (REE) para **aumentar la penetración de la eólica en la red en las mejores condiciones de seguridad.**

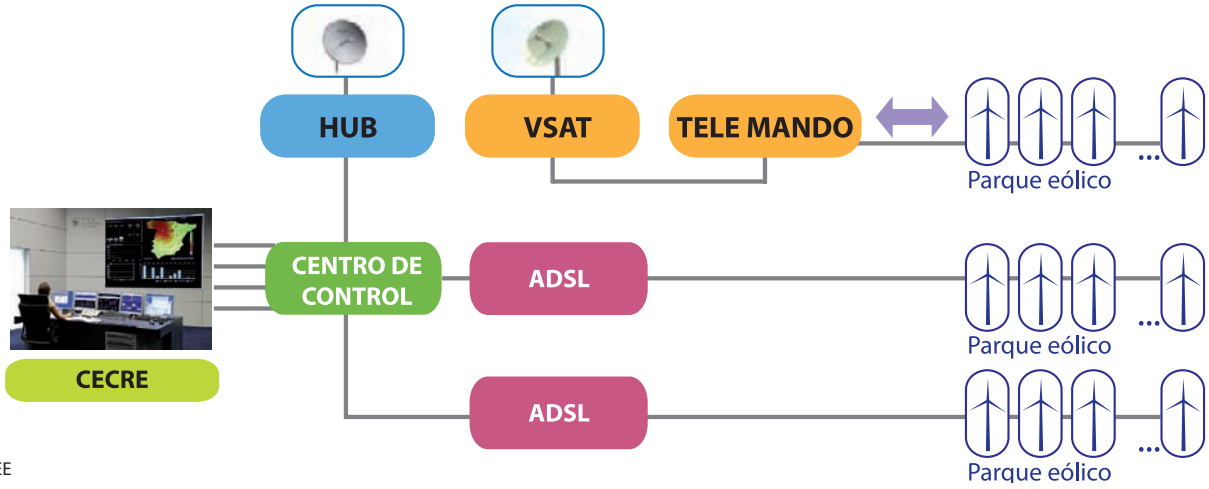
Para conseguir este objetivo conjunto, es necesaria, la creación de centros de control y la adscripción a los mismos, la adecuación a huecos de tensión de parques recientes y la búsqueda de soluciones para adecuar los más antiguos según con el PVVC para verificar el cumplimiento del PO 12.3 y el control de reactiva.

Centros de control de generación

Debido a que la energía eólica ha alcanzado una importancia significativa en la cobertura de la

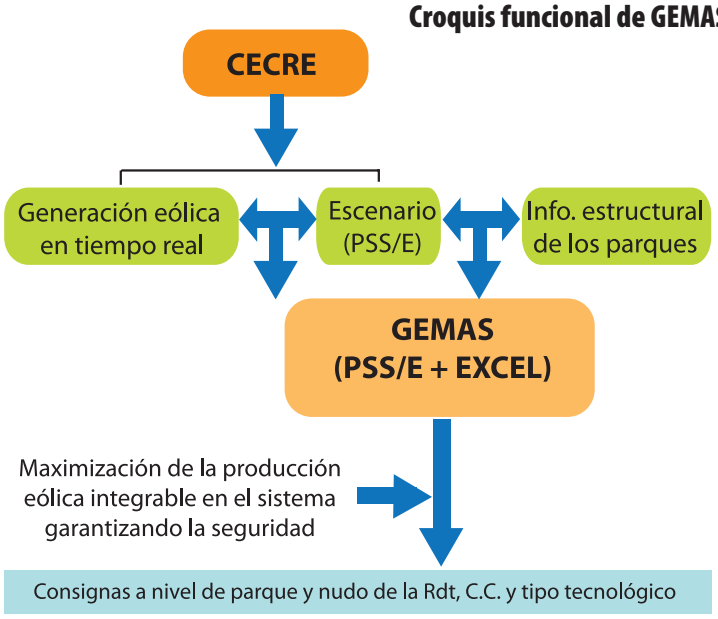
Los centros de control posibilitan la integración de la generación eólica de forma compatible con la seguridad del sistema

Esquema VI.01
Croquis del funcionamiento del CECRE



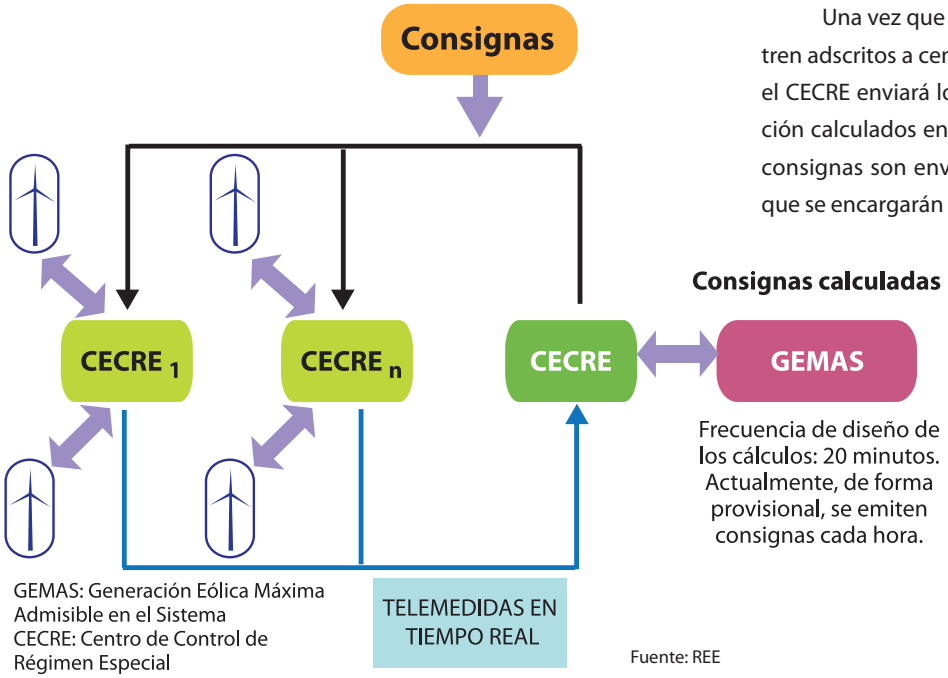
Fuente: REE

Esquema VI.02
Croquis funcional de GEMAS



Fuente: REE

Esquema VI.03
Cálculo de consignas de GEMAS



Fuente: REE

demanda de electricidad, se ha hecho necesario un determinado control de los parques por parte del Operador del Sistema para posibilitar la integración de la generación eólica de forma compatible con la seguridad del sistema eléctrico y en función de sus necesidades. Por ello, Red Eléctrica ha puesto en marcha el **CECRE**, un **Centro de Control de Energías Renovables**, único en el mundo de estas características, mediante el cual se controla y coordina la generación de todos los productores de energía eólica instalados en nuestro país (ver esquema VI.01). Con esta herramienta de gestión de parques, España se convierte en el primer país del mundo en tener todos sus parques eólicos de más de 10 MW conectados a un centro de control.

REE informa que a finales de febrero del 2008 el sistema cuenta ya con 21 CCG con 13.154 MW de generación eólica adscritos a los mismos.

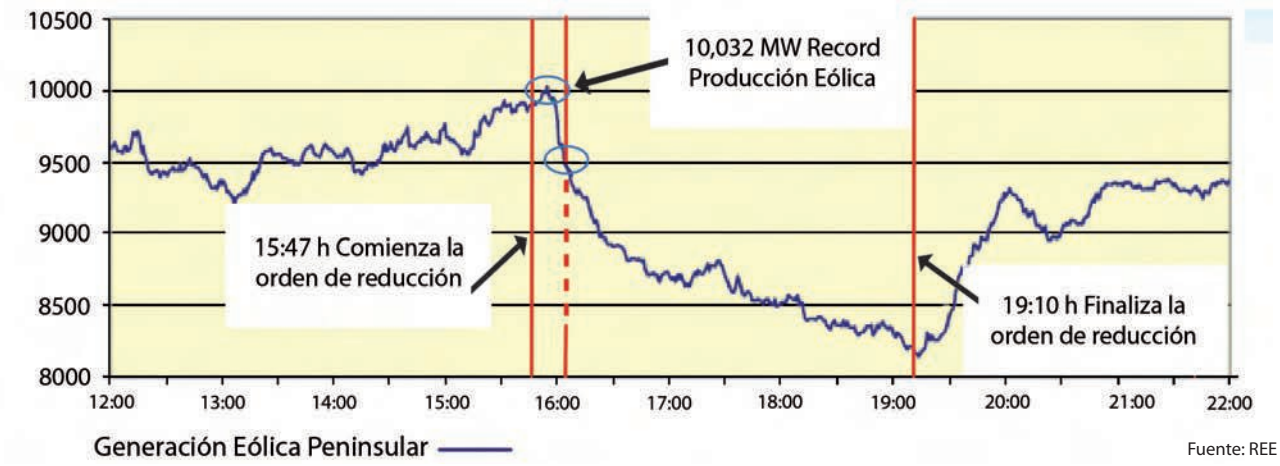
El CECRE posibilita una mayor integración de la generación de Régimen Especial de una forma compatible con la seguridad del sistema eléctrico ya que permite sustituir hipótesis de simultaneidad zonal o global y criterios preventivos, por un control continuo de la producción en tiempo real. Para ello utiliza la herramienta **GEMAS (Generación Eólica Máxima Admisible en el Sistema)** diseñada ad-hoc y desarrollada en su totalidad por REE.

Una vez que los parques eólicos se encuentren adscritos a centros de control de generación, el CECRE enviará los límites máximos de producción calculados en tiempo real por GEMAS. Estas consignas son enviadas a los centros de control que se encargarán de gestionarlas de manera que

Recortes de producción en marzo de 2008

Gráfico VI.01

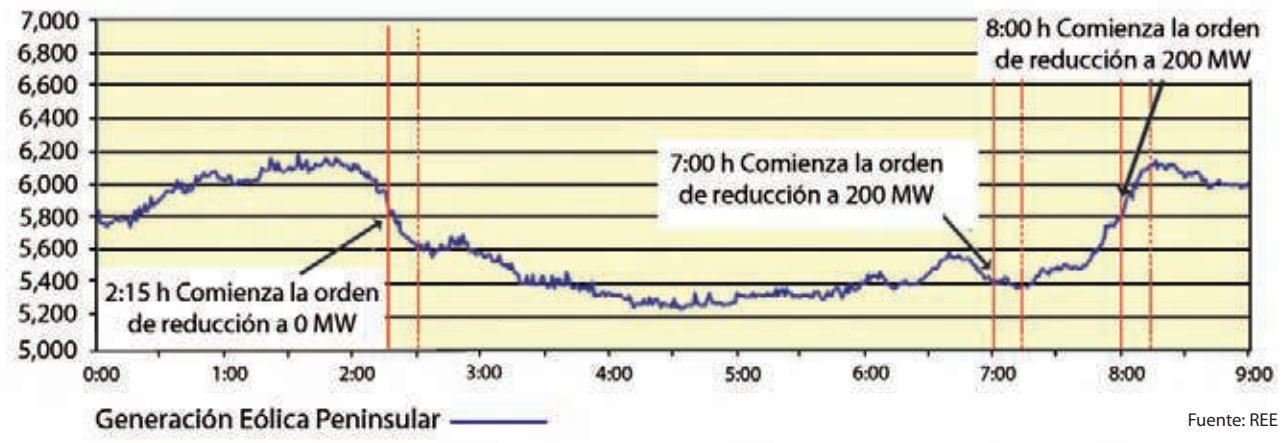
Recorte de Producción por hueco de tensión (04/03/2008)



Fuente: REE

Gráfico VI.02

Recorte de producción por sobrecarga (07/03/2008)



Fuente: REE

la producción de los parques se adecue a los límites máximos calculados de producción admisible.

GEMAS es una aplicación que se establece de forma automática y cíclica –se ejecuta cada 20 minutos aunque está preparada para hacerlo cada 10-. Sus variables de entrada son la producción en tiempo real de cada uno de los parques eólicos -en la actualidad hay del orden de 450– y el estado actual del sistema transporte-generación (salida en formato PSS/E del estimador de estado) y además accede a la información estructural de los parques: nudo de conexión, potencia instalada, capacidad para soportar huecos de tensión, etc. Las variables de salida son los límites máximos de producción –consignas– para cada parque y las consignas agregadas para cada centro de control, nudo de la RdT y tipo tecnológico. (ver esquemas VI.02 y VI.03).

Los parques nuevos de este año deben cumplir con el P.O. 12.3 para poder cobrar la prima

El proceso de cálculo de GEMAS comprende las siguientes etapas:

- Identificación de la pérdida máxima de generación eólica que puede darse en el momento actual.
- En el caso de que esta pérdida sea superior a la máxima admisible, determinación de las consignas para cada parque de forma que se maximice la integración de la generación eólica en el sistema.
- Aplicación de filtros para dotar de robustez y estabilidad temporal al procedimiento de emisión de consignas. Transformar la solución matemática en una solución física operativa.
- Agregar las consignas calculadas a nivel de parque conforme a lo establecido en la actual normativa, de forma que las consignas emitidas sean a nivel de centro de control, nudo de la RdT y tipo tecnológico.

Situación actual de la adecuación de generadores para soportar el hueco de tensión. Procedimiento de verificación (P.O. 12.3 y Real Decreto 661/2007)

El RD establece que los parques nuevos, entendidos como tales los que se inscriban en el RAIPRE de forma definitiva después del 01/01/2008, que no estén adecuados para cumplir con el P.O. 12.3, no pueden cobrar la prima por régimen especial.

Los parques con RAIPRE anterior a esa fecha deberán adaptarse antes del 01/01/2010, siempre y cuando no hayan sido excluidos de esta obligación, para lo cual deben informar antes del 01/01/2009 al MITyC, quien emitirá el correspondiente informe de aceptación o rechazo del incumplimiento, previa consulta a REE. Los parques adecuados podrán cobrar el completo correspondiente durante un periodo máximo de cinco años.

Tabla VI.06
Potencia certificada en abril del 2008

MODELO	POTENCIA CERTIFICADA
AW 77/1500	154,5
AW-1500	123
ECO-74 (1,67 MW)	195,29
ECO-80 (1,67 MW)	70,38
G30 (2MW)	76
G52 (850 kW)	209,85
G52 (850 kW) y G58 (850 kW)	104,55
G52 (850 kW) y G87 (2 MW)	48,7
G58 (850 kW)	511,56
G58 (850 kW) y AE-56-800 kW	99
G58 (850 kW) y G52 (850 kW)	17,85
G58 (850 kW) y G80 (2 MW)	11,4
G80 (2MW)	278
G80 y G90 (2MW)	30
G83 (2MW)	154
G87 (2 MW)	28
G87 (2MW)	641
G87 (2MW) y G80 (2MW)	68
G87 y G90 (2MW)	49,5
G90 (2MW)	451,5
V90 (1,8 MW)	19,8
V90 (1,8 MW) y V90 (2 MW)	63
V90 (1,8 MW) y V90 (3 MW)	36,4
V90 (1,875 MW)	88,125
V90 (2 MW)	116
V90 (850 kW)	17
TOTAL	**3662,405**

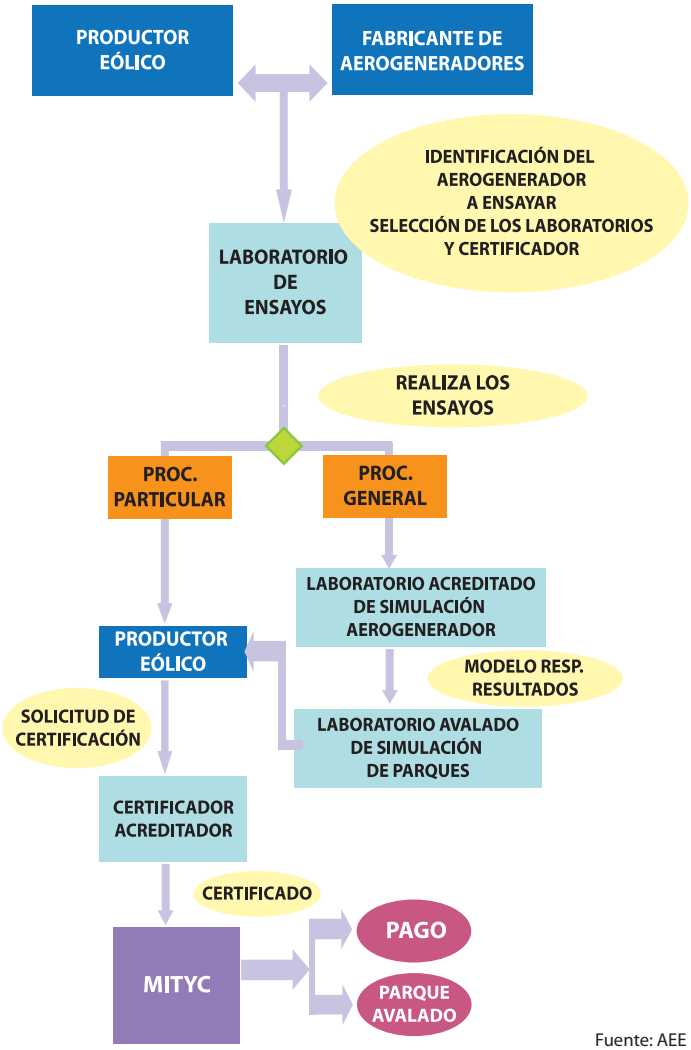
Fuente: AEE

En todos los casos, la no adecuación impide el cobro de la prima de régimen especial, aunque los parques pueden conectarse y acceder a red.

En abril del 2008 existían 129 parques certificados, correspondientes a una potencia de 3.662 MW. Se vienen solicitando unos 700 MW por mes.

10.000 MW están en proceso de evaluación de soluciones técnicas o de certificación. De los 10.000 MW, 6.000 MW son, en principio, adecuables mediante procedimiento particular o general. Restarían unos 3.500 MW (G47 y jaula de ardilla tanto antiguas como modernas), sobre los que se está trabajando activamente para encontrar una solución viable.

Esquema VI.04
Croquis general para el cumplimiento del PVVC



Fuente: AEE

Capítulo VII

LA CONTABILIDAD DE LA EÓLICA: RETRIBUCIÓN Y RETORNOS

VII.1 Retribución

El 26 de mayo del 2007 se aprobó el **Real Decreto 661/2007**, de 25 de mayo, **por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en Régimen Especial**, el cual sustituye al RD 436/2004. El nuevo Real Decreto está vigente desde el 1 de junio del 2007 y mantiene la estructura del RD 436/2004, en cuanto a las dos opciones de retribución: tarifa regulada y mercado.

Adicionalmente, el **Real Decreto–Ley 7/2006**, de 23 de junio, **por el que se adoptan medidas urgentes en el sector energético**, estableció en su apartado 2 de la Disposición Transitoria segunda que la revisión de la tarifa media que efectúe el Gobierno no será de aplicación a los precios, primas, incentivos y tarifas que forman parte de la retribución de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial, por lo que el cálculo de los valores de las primas, incentivos y tarifas del RD 436/2004 serán sobre la TMR del año 2006, es decir, sobre 76,59 €/MWh.

El 1 de enero de 2008 es una fecha clave tras la aprobación del RD 661/2007, ya que los parques eólicos con acta de puesta en servicio definitiva anterior al 1 de enero del 2008, podrán elegir antes del 1 de enero de 2009 la opción en la que quieren permanecer, o bien optar plenamente por el régimen retributivo del RD 661/2007 o bien mantenerse en el régimen transitorio recogido en la Disposición Transitoria primera del RD 661/2007. En cambio el resto de parques, se acogerán al nuevo sistema retributivo recogido en el RD 661/2007.

Por tanto los primeros parques, es decir, con acta de puesta en marcha definitiva anterior al 1 de enero de 2008, podrán acogerse plenamente al RD 661/2007 o a la DT 1ª del RD 661/2007, que se define como sigue:

Tarifa regulada del RD 436/2004: si elige esta opción, será para el resto de la vida de la instalación, sin posibilidad de cambio de opción.

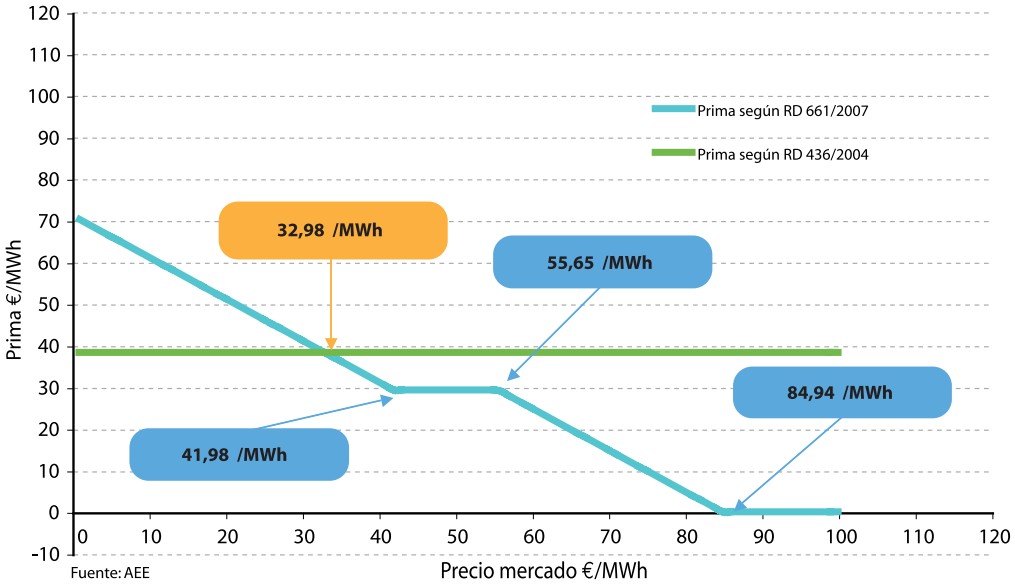
Mercado del RD 436/2004: si elige esta opción podrá mantener los valores de las primas e incentivos establecidos en el RD 436/2004, hasta el 31 de diciembre del 2012, es decir, a partir de esta fecha pasan automáticamente al RD 661/2007.

Por su parte, los parques con acta de puesta en servicio definitiva posterior al 1 de enero del 2008, se acogerán al nuevo sistema retributivo del RD 661/2007, que mantiene las dos opciones de retribución (artículo 24): tarifa regulada (la misma independientemente del año de puesta en marcha del parque) y mercado, en ambas opciones sin diferenciar los parámetros por potencia del parque. En esta última se introduce la aplicación de un suelo y un techo a la prima según la evolución del precio del mercado:

Tarifa regulada del RD 661/2007 (opción a) del artículo 24 del RD 661/2007): ceder la electricidad al sistema a través de la red de transporte o distribución, percibiendo por ella una tarifa regulada, única para todos los períodos de programación. Esta tarifa es de:

- 7,3228 cent€/kWh para los primeros 20 años.
- 6,12 cent€/kWh a partir de esos primeros 20 años.

Mercado del RD 661/2007 (opción b) del artículo 24 del RD 661/2007): todas las instalaciones independientemente de su potencia, percibirán una prima variable en función del precio del mercado de referencia. También se establecen unos lí-



Fuente: AEE

Gráfico VII.01
Evolución de la prima según el precio del mercado. Valores 2007

mites superior e inferior para la suma del precio del mercado de referencia y la prima, durante los primeros 20 años de vida de la instalación.

Además, el cálculo de la prima se hará en función del precio horario del mercado de referencia como indica el apartado dos del artículo 27 del RD 661/2007: para el caso de venta de energía a través del sistema de ofertas gestionado por OMEL, así como para los contratos de adquisición entre los titulares de las instalaciones y los comercializadores cuya energía es vendida en el sistema de ofertas, el precio del mercado de referencia será el precio horario del mercado diario. Para el resto de posibilidades, el precio de referencia será el que resulte de la aplicación del sistema de subastas regulado por la Orden ITC 400/2007.

En el gráfico VII.01 se observa la evolución de la prima de acuerdo con el siguiente esquema:

Donde:

P: Precio

Pref: Prima de referencia

Pr: Prima

LI: Límite inferior

LS: Límite superior

La evolución de la prima del RD 661/2007 del año 2007 según el precio del mercado de referencia comparándola con la prima del RD 436/2004, fija para cualquier precio de mercado (38,295 €/MWh), tiene los siguientes hitos:

• Para precios inferiores a 32,98 €/MWh la prima del RD 661/2007 es superior a la prima del RD 436/2004.

• Para precios inferiores a 41,98 €/MWh, la prima del RD 661/2007 es decreciente y se sitúa en el suelo de la retribución.

Solo para precios de mercado inferiores a 32,98 €/MWh la prima del RD 661/2007 es superior a la del RD 436/2004

- **Si P + Pref ≤ LS → Pr = LI – P**
- **Si LI ≤ P + Pref ≤ LS → Pr = Pref**
- **Si LS – Pref ≤ P ≤ LS → Pr = LS - P**
- **Si P ≥ LS → Pr = 0**

Gráfico VII.02
Evolución del Pool+Prima según el precio del mercado. Valores 2007

• Para precios entre 41,98 €/MWh y 55,65 €/MWh, la prima es constante y es la de referencia.

• Para precios entre 55,65 €/MWh y 84,94 €/MWh, la prima es decreciente y se sitúa en el techo de la retribución.

• Para precios superiores a 84,94 €/MWh, la prima es cero.

En el siguiente gráfico (ver gráfico VII.02) se representa la evolución de la tarifa regulada y del precio de mercado de referencia más la prima según el precio de mercado de referencia, comparando el RD 436/2004 con el RD 661/2007.

La evolución futura de los conceptos anteriores se incluye en la tabla VII.01.

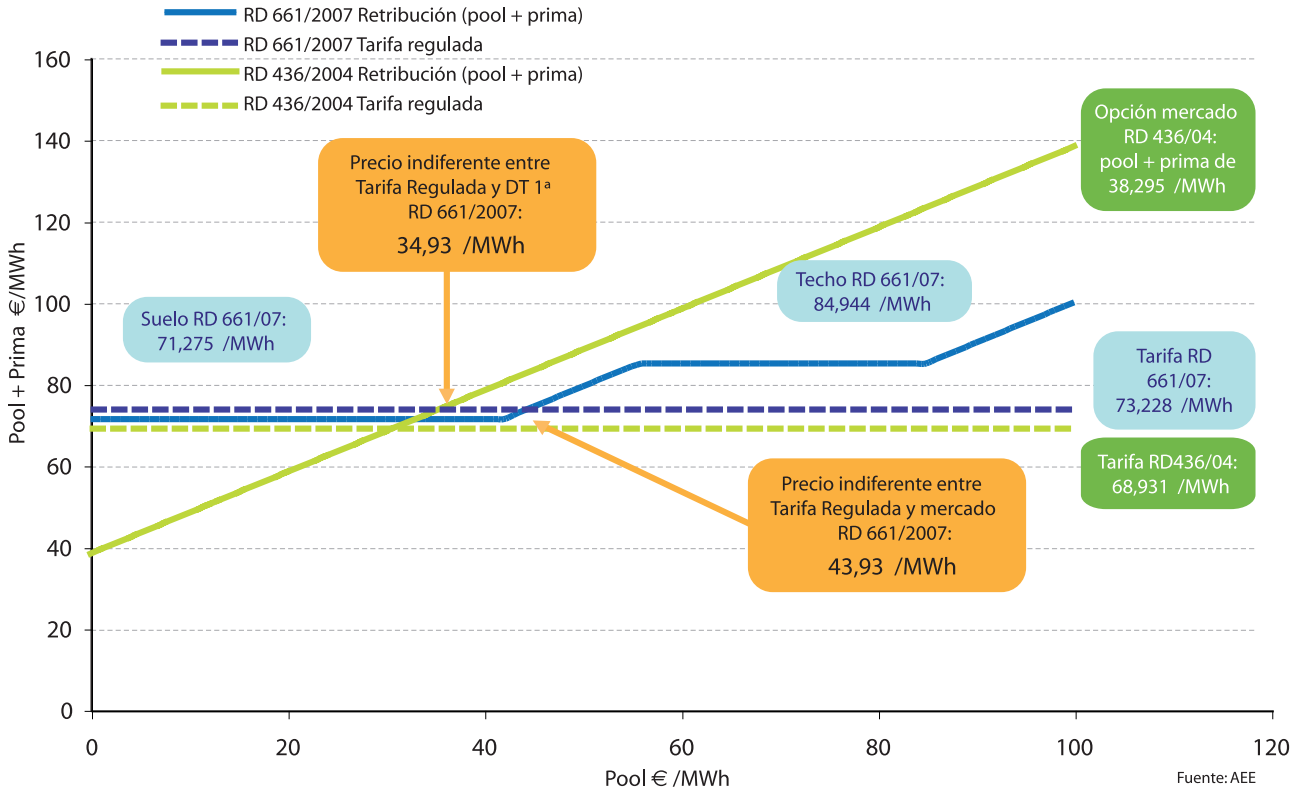


Tabla VII.01
Evolución de la tarifa regulada, prima de referencia, límite superior y límite inferior

	Unidades: €/MWh	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
RD 661/2007	Tarifa regulada	73,228	75,681	77,762	79,901	82,098	84,356	86,465	88,626	90,842
	Prima de referencia	29,291	30,272	31,105	31,960	32,839	33,742	34,586	35,450	36,337
	Límite superior	84,944	87,790	90,204	92,684	95,233	97,852	100,298	102,806	105,376
	Límite inferior	71,275	73,663	75,688	77,770	79,909	82,106	84,159	86,263	88,419
	IPC*		3,60%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%
	Factor X		0,25%	0,25%	0,25%	0,25%	0,25%	0,50%	0,50%	0,50%

* Valor para el 2008 actualizado en el RD 222/2008, de 15 de febrero, por el que se establece el régimen retributivo de la actividad de distribución de energía eléctrica. Para años posteriores valores previstos.

A modo de resumen de todo lo anterior, los esquemas de remuneración se presentan en el gráfico VII.03.

Gráfico VII.03
Régimen económico RD 661/2007

RÉGIMEN ECONÓMICO RD 661/2007 (VALORES HORARIOS)

INSTALACIONES EXISTENTES | **31/12/2007** | **INSTALACIONES NUEVAS**

Deben elegir antes de 01/01/2009 entre:

- **Permanecer en el régimen actual del RD 436/2004:**
  - Tarifa regulada:
    - sin límite de tiempo
    - sin actualización
  - Mercado hasta el 31/12/2012 (sin actualización de prima e incentivo) y en adelante cambio al nuevo marco del RD 661/2007
- **Cambiar al nuevo marco del RD 661/2007**

- 2 opciones:
  - **Tarifa regulada: tarifa regulada + complementos - desvios**
  - **Mercado: precio mercado + prima + complementos - desvios**

Unidades cent €/kWh	Primeros 20 años	A partir de entonces
Tarifa regulada	7,3228	6,12
Prima de referencia	2,9291	0
Límite superior	8,4944	
Límite inferior	7,1275	

Complementos: energía reactiva, huecos de tensión (solo para parques existentes)

Actualización en base al IPC-X
- donde X es 0,25 hasta 2012 y 0,5 a partir de entonces

En general, el esquema retributivo se considera adecuado pues garantiza la viabilidad de los parques eólicos, siempre y cuando los costes de mantenimiento y las inversiones sigan la senda prevista.

Remuneración por complementos. Garantía de potencia

Desde la entrada en vigor del RD 661/2007, las tecnologías que utilicen una energía primaria no gestionable, caso de la eólica de acuerdo con los criterios de REE, no tendrán derecho a cobro de la retribución por garantía de potencia (Disposición adicional segunda RD 661/2007).

Desde la entrada en vigor del RD 436/2004 y hasta el 31 de mayo del año 2006, y si no existen cinco años de producción neta medida del mes m, la retribución de garantía de potencia para dichas instalaciones se calculará valorando la producción neta a 0,48 cent€/kWh (Disposición transitoria novena RD 661/2007).

El sector eólico considera que esta situación es discriminatoria frente a otras formas de generación y que dada la complementariedad de las cuencas eólicas, los parques eólicos son capaces de garantizar una contribución mínima a la cobertura de la demanda.

El pago de la garantía de potencia del RD 661/2007 se considera discriminatorio para la eólica

Complemento por energía reactiva

El nuevo complemento por energía reactiva tiene un esquema similar al existente (ver tabla VII.02), en base a un valor de referencia establecido en el artículo 29 del RD 661/2007, que se actualiza en base al IPC menos un factor de corrección.

Se utilizan valores horarios en lugar de cuarto horarios e introduce las consignas. Este último punto se considera importante ya que las consignas plantean conseguir como resultados en el punto de conexión del parque, pero las mediciones se hacen en las subestaciones de los parques lo que puede plantear problemas de linealidad entre causa y efecto.

Tabla VII.02
Comparativa complemento por energía reactiva RD 436/2004 y RD 661/2007

	Real Decreto 436/2004	Real Decreto 661/2007
CONCEPTO	Se calcula como % de la tarifa media de referencia	Se fija como un % del valor de referencia
Valor (cent€/kWh)	TMR año 2006: 7,659	7,8441 * (valor año 2007)

*Se actualiza en función del IPC – X; donde X es 25 puntos básicos hasta el 31/12/2012 y 50 puntos básicos a partir de entonces.

Complemento por huecos de tensión

Las instalaciones con inscripción definitiva en el Registro Administrativo de Instalaciones de Producción de Régimen Especial (RAIPRE) anterior al 1 de enero de 2008, y que acrediten que cumplen los requisitos para hacer frente a los huecos

de tensión, tendrán derecho a percibir un complemento específico durante un periodo máximo de cinco años y que podrá extenderse como máximo hasta el 31 de diciembre de 2013.

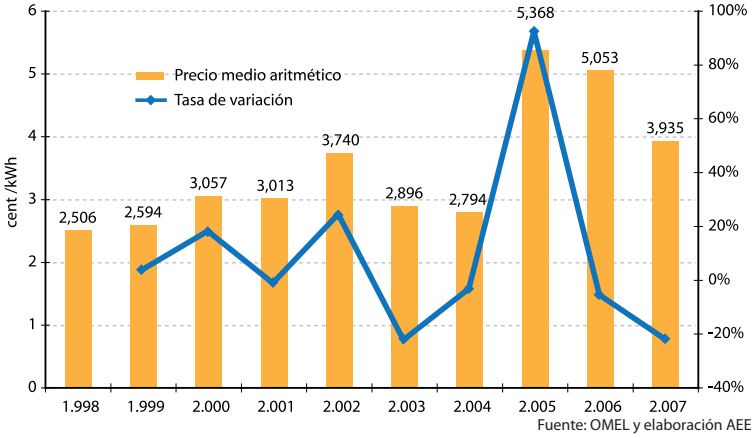
Este valor será de 0,38 cent€/kWh, revisado anualmente de acuerdo al incremento del IPC menos 25 puntos básicos hasta 31/12/2012 y 50 puntos básicos a partir de entonces (Disposición Adicional Séptima).

Evolución del precio del mercado diario

El precio medio aritmético del mercado diario del año 2007 (ver gráfico VII.04) se ha situado en los 39,3462 €/MWh, siendo un 22% inferior al del año 2006, en el que fue de 50,53 €/MWh y algo más respecto a 2005 que con 53,68 €/MWh es hasta ahora el año que ha registrado el precio medio más alto. El precio de 39,3462 €/MWh de 2007 es similar al registrado en 2002 con 37,4 €/MWh y sensiblemente superior a los de los años 2003 (28,96 €/MWh) y 2004 (27,94 €/MWh).

Gráfico VII.04

Evolución anual del precio del mercado diario y tasa de variación. 1998-2007

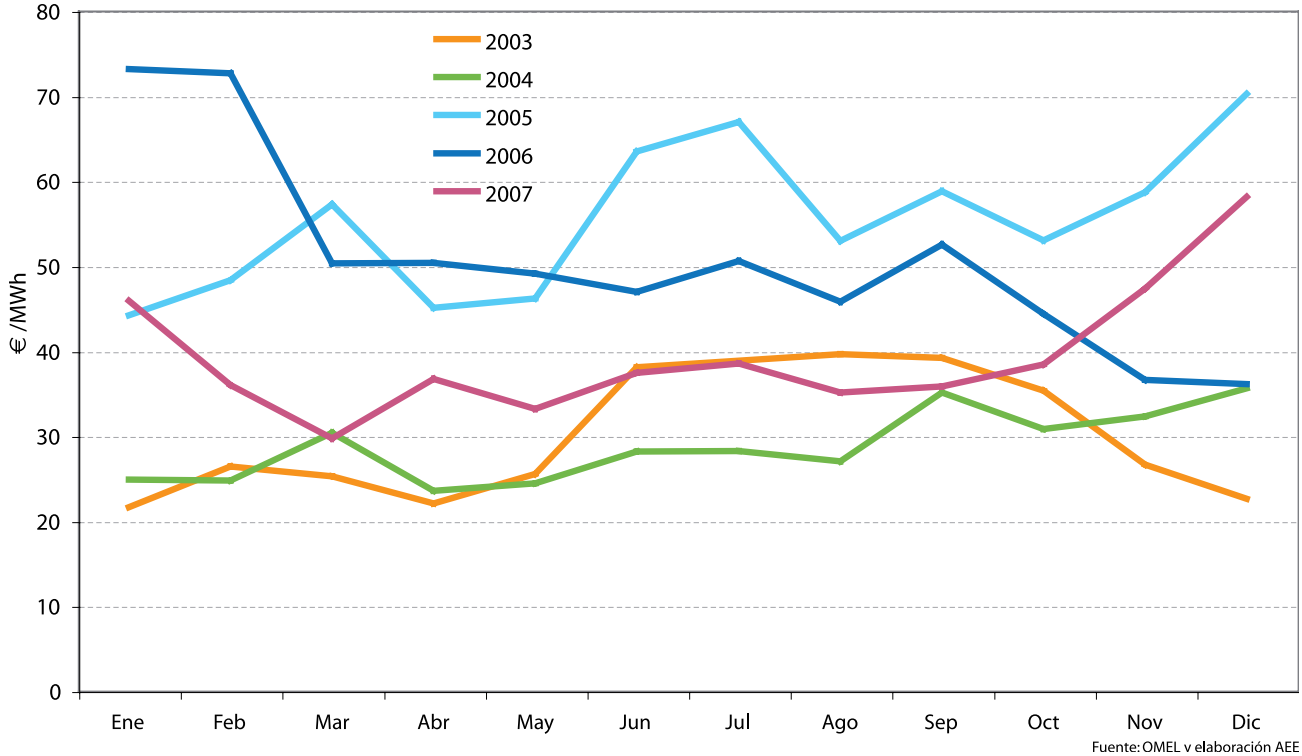


Fuente: OMEL y elaboración AEE

En los primeros meses del año los precios se situaron en los niveles de los años 2003-2004 (ver gráfico VII.05), pero de forma similar a otros años, el precio medio del mercado diario aumentó tanto en noviembre como en diciembre, hasta llegar a valores de 47,3 €/MWh y 58,11 €/MWh respectivamente.

Gráfico VII.05

Evolución mensual del precio del mercado diario. 2003-2007



Fuente: OMEL y elaboración AEE

Las razones del crecimiento del precio en los últimos dos meses de 2007 hay que imputarlas a diversos factores, pero fundamentalmente a la demanda ligada a las bajas temperaturas de la situación anticiclónica, a la baja producción eólica, a la sequía de este último trimestre y, en cierta medida, al almacenamiento estratégico de reservas hidráulicas para ser turbinadas a lo largo del próximo invierno.

Los precios del mercado español estuvieron a lo largo del pasado año, en niveles similares a los del resto de los principales mercados europeos (ver gráfico VII.06).

Por otro lado, la energía total de adquisición en el mercado diario en el año 2007 (ver gráfico VII.07) ha sido de 195.183 GWh, un 66% superior a la del año 2006 (117.811 GWh). Este incremento se ha debido a la eliminación del mecanismo de asimilación de la energía entre ofertas de compra/venta del mercado diario, pertenecientes al mismo grupo empresarial, que estableció el Real Decreto Ley 3/2006.

Otros mercados

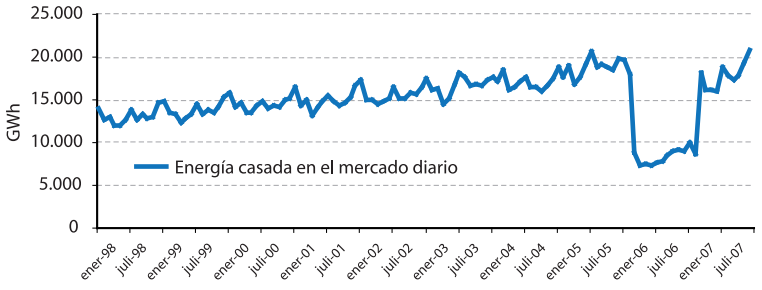
SUBASTAS CESUR. La Orden ITC 400/2004 regula los contratos bilaterales que firmen las empresas distribuidoras para el suministro a tarifa en el territorio peninsular (Subastas CESUR).

Son **subastas trimestrales** en las que las distribuidoras adquieren parte de la energía que necesitan para los próximos tres meses. Las organiza la Comisión Nacional de la Energía.

La energía gestionada en el mercado diario no se ha visto disminuida por la contratación en los mercados de subastas, debido a la obligación establecida en la Disposición transitoria segunda de la Orden ITC/400/2007, por parte de los vendedores de realizar ofertas de adquisición en el mercado diario por una cantidad total de energía igual a la comprometida en las subastas a un precio que refleje el coste de oportunidad de cada vendedor.

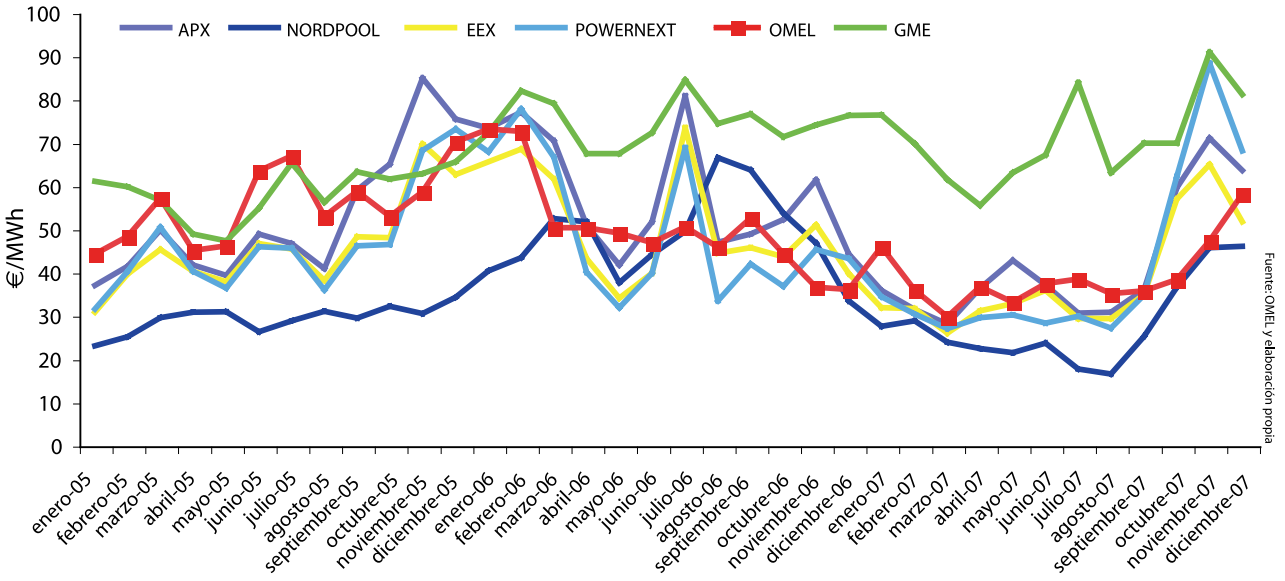
La cuarta subasta de distribución CESUR

Gráfico VII.07
Energía casada en el mercado diario. 1998-2007



Fuente: OMEL y elaboración AEE

Gráfico VII.06 Comparativa de los precios medios mensuales de los principales mercados internacionales. 2005-2007



Fuente: OMEL y elaboración propia

Tabla VII.03 Resumen de los resultados de las subastas CESUR

	1ª Subasta	2ª Subasta	3ª Subasta	4ª Subasta	
Período de entrega	3º trimestre 2007	4º trimestre 2007	1º trimestre 2008	2º trimestre 2008	abril-septiembre 2008
Precio de salida	70 €/MWh	60 €/MWh	85 €/MWh	85 €/MWh	85 €/MWh
Precio de cierre	46,27 €/MWh	38,45 €/MWh	64,65 €/MWh	63,36 €/MWh	63,73 €/MWh
Potencia subastada	6.500 MW	6.500 MW	6.500 MW	3.500 MW	3.500 MW

para la compra a plazo por las empresas distribuidoras fue celebrada el jueves 13 de marzo de 2008 y a partir de ésta se subastaron simultáneamente dos productos: carga base a tres meses y carga base a seis meses.

En la tabla VII.03 se refleja un resumen de las subastas.

EMISIONES PRIMARIAS DE ENERGÍA (VPP). Son **subastas de capacidad**, que viene representada por un conjunto de opciones de compra horarias que otorgan al comprador el derecho a nominar energía en las horas que elija, durante un determinado periodo de entrega, a un precio de ejercicio predefinido.

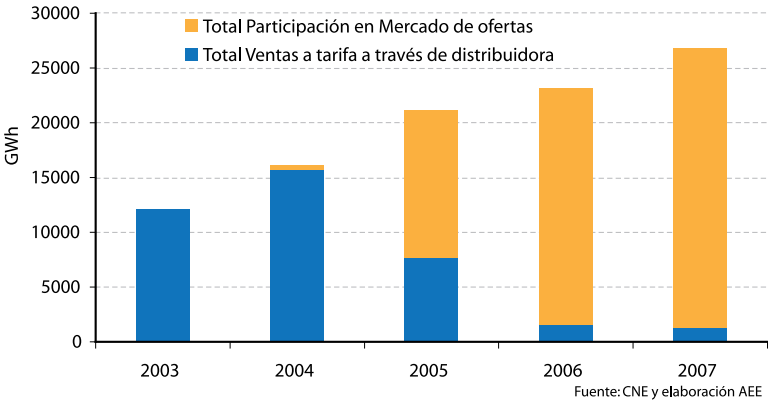
Endesa e Iberdrola celebran trimestralmente subastas a varias rondas en las que ponen a la venta parte de su capacidad de generación. El producto que se oferta son opciones de base y punta, con liquidación por entrega. El calendario, volúmenes y precios de reserva son decididos por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Las filiales de Endesa, Iberdrola y Unión Fenosa no pueden participar como compradores.

Retribución de la energía eólica

La participación de la eólica en el mercado diario de producción eléctrica se ha mantenido durante el año 2007, alcanzando a final de año el 95% de la producción eólica total (ver gráfico VII.08).

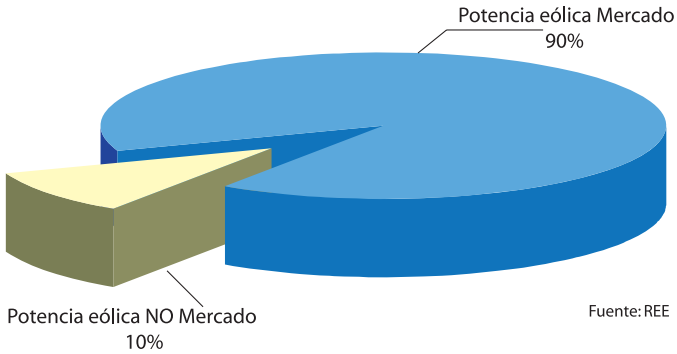
A finales de año, se ha observado una bajada de la participación en cuanto a la potencia instalada (hasta el 90%) según los datos de Red Eléctrica de España (ver gráfico VII.09), imputable a la multitud de parques en fase de arranque y pruebas.

Gráfico VII.08
Participación de la eólica en el mercado y en tarifa regulada. 2003-2007



Fuente: CNE y elaboración AEE

Gráfico VII.09
Participación de la eólica en el mercado de producción. Finales 2007



Fuente: REE

Por otro lado, un efecto ya comentado en ocasiones anteriores es que la energía eólica percibe un precio inferior al percibido por el sistema, ya que la producción eólica es mayor en momentos de menor precio por el mismo hecho de entrar a producir dejando fuera tecnologías que marcan precios más caros. En el año 2007 el **precio medio** percibido por la energía eólica fue un 3,54% infe-

rior al precio medio aritmético del sistema (ver gráfico VII.10). Este es un valor promedio, ya que puede haber parques que se adapten mejor a la curva de carga del sistema que otros.

La **retribución media** en la opción de mercado según el RD 436/2004 en el año 2007, ha sido un 12,6% superior a la retribución a tarifa regulada (90% TMR año 2006), como se muestra en el gráfico VII.11.

Por otro lado, la **prima promedio** del año 2007 según el RD 661/2007 (ver gráfico VII.12) ha sido de 34,8 €/MWh, por lo que la retribución promedio a lo largo del año ha alcanzado el valor de 74,14 €/MWh, siendo un 5% inferior que la retribución promedio a mercado del RD 436/2004. En cuanto a la tarifa regulada, con el nuevo RD es mayor en 4,3 €/MWh.

Cabe señalar, que **la aplicación del límite inferior y superior del RD 661/2007 es horaria** y si comparamos el cálculo de la prima horario con el cálculo mensual, obtenemos que, para bajos precios, la prima con el cálculo horario es mayor que la prima con el cálculo mensual, como se observa en la tabla VII.04.

Al analizar las diferencias de la retribución mes a mes, como era de esperar, se concluye que son mayores a mayor precio del mercado como se observa en la tabla VII.05 en los meses de Noviembre y Diciembre.

A partir de la entrada en vigor del RD 661/2007, la prima según la nueva regulación ha sido inferior durante todo el periodo respecto a la prima fijada por el RD 436/2004 (38,295 €/MWh) como puede apreciarse en el gráfico VII.13.

Retribución para el año 2008

Con los datos actualizados de los parámetros del límite superior, límite inferior, prima y tarifa regulada, la evolución del pool+prima y de la tarifa regulada, según el RD 661/2007 y según el RD 436/2004 es la siguiente:

Los parques eólicos con acta de puesta en marcha anterior al 31 de diciembre del 2007, po-

Gráfico VII.10
Comparativa entre el precio medio percibido por la eólica y el precio medio aritmético del mercado diario. 2007

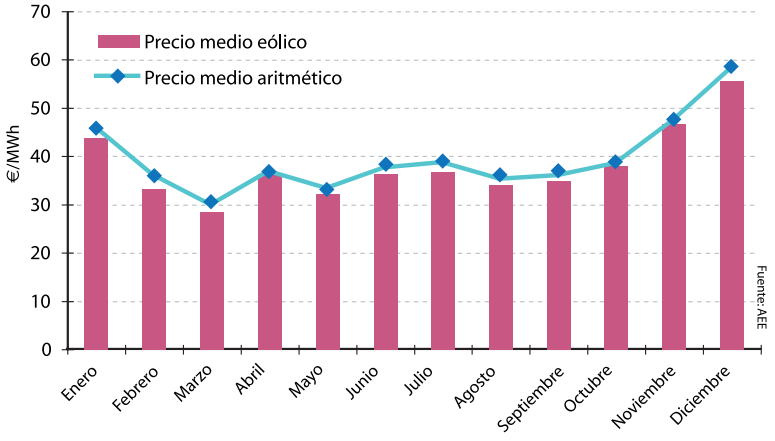
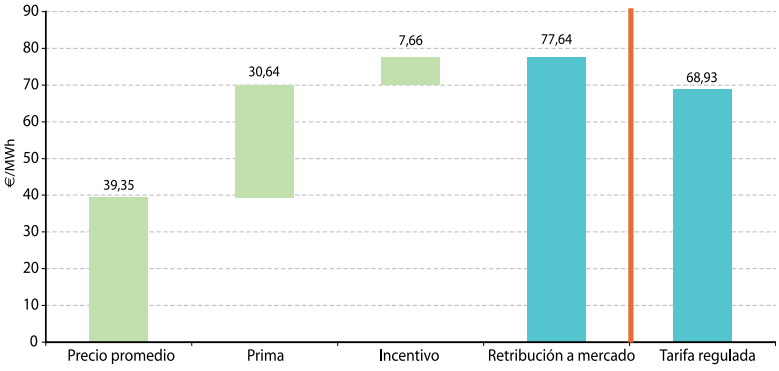
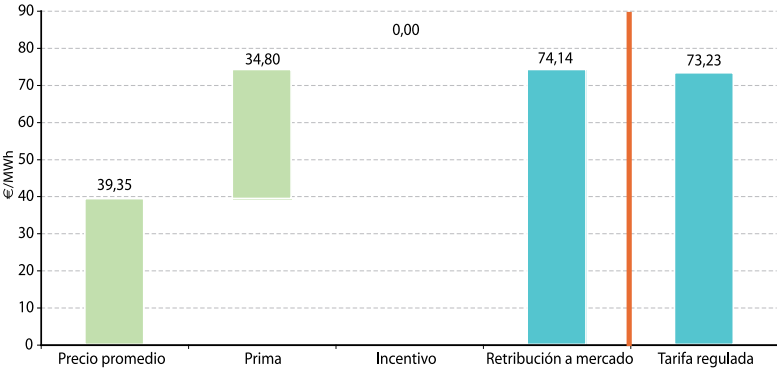


Gráfico VII.11
Retribución según el RD 436/2004. 2007



Fuente AEE

Gráfico VII.12
Retribución según el RD 661/2007. 2007



Fuente AEE

Tabla VII.04
Comparativa entre el cálculo horario y el cálculo mensual de la prima del RD 661/2007. 2007

	Precio medio mensual	Prima promedio según RD 661 (CÁLCULO MENSUAL)	Prima promedio según RD 661 (CÁLCULO HORARIO)	Diferencia (Cálc Horario - Cálc Mensual)
Enero	45,86	29,29	31,18	1,89
Febrero	35,96	35,32	37,50	2,19
Marzo	29,68	41,60	41,94	0,35
Abril	36,66	34,62	35,90	1,29
Mayo	33,13	38,15	38,47	0,32
Junio	37,40	33,88	36,42	2,54
Julio	38,48	32,80	35,15	2,36
Agosto	35,05	36,23	37,34	1,11
Septiembre	35,80	35,47	36,52	1,05
Octubre	38,38	32,90	34,87	1,97
Noviembre	47,30	29,29	29,98	0,69
Diciembre	58,11	26,84	22,31	-4,52
PERIODO AÑO 2007	**39,35**	**33,86**	**34,80**	**0,94**

* Prima + incentivo RD 436 = 50% TMR 2006

Fuente: AEE

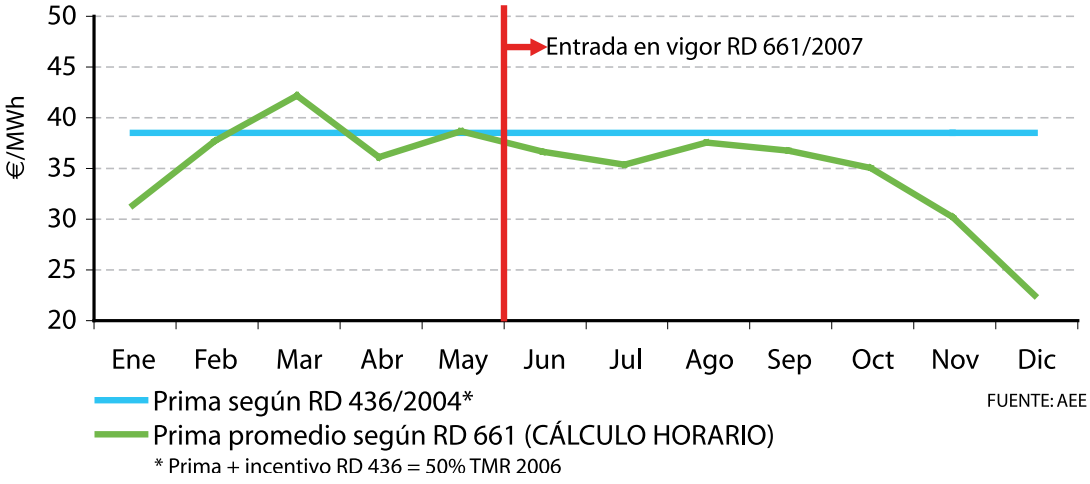
Tabla VII.05
Análisis mensual de la retribución según el RD 661/2007 y el RD 436/2004. 2007

	Precio medio mensual	Prima promedio según RD 661 (CÁLCULO HORARIO)	POOL + PRIMA RD 661 (CALCULO HORARIO)	Prima según RD 436/2004*	POOL + PRIMA RD 436/2004	Diferencia (Prima 661 cálculo horario - Prima 436)
Enero	45,86	31,18	77,04	38,30	84,16	-7,11
Febrero	35,96	37,50	73,46	38,30	74,26	-0,79
Marzo	29,68	41,94	71,62	38,30	67,98	3,65
Abril	36,66	35,90	72,56	38,30	74,96	-2,39
Mayo	33,13	38,47	71,60	38,30	71,43	0,17
Junio	37,40	36,42	73,82	38,30	75,70	-1,88
Julio	38,48	35,15	73,63	38,30	76,78	-3,14
Agosto	35,05	37,34	72,39	38,30	73,35	-0,96
Septiembre	35,80	36,52	72,32	38,30	74,10	-1,78
Octubre	38,38	34,87	73,24	38,30	76,67	-3,43
Noviembre	47,30	29,98	77,28	38,30	85,60	-8,31
Diciembre	58,11	22,31	80,42	38,30	96,40	-15,98
PERIODO AÑO 2007	**39,35**	**34,80**	**74,14**	**38,30**	**77,64**	**-3,50**

* Prima + incentivo RD 436 = 50% TMR 2006

FUENTE: AEE

Gráfico VII.13
Evolución mensual de la prima según el RD 436/2004 y el RD 661/2007. 2007



FUENTE: AEE

* Prima + incentivo RD 436 = 50% TMR 2006

Tabla VII.06

Número de horas en cada tramo de la retribución. 2007

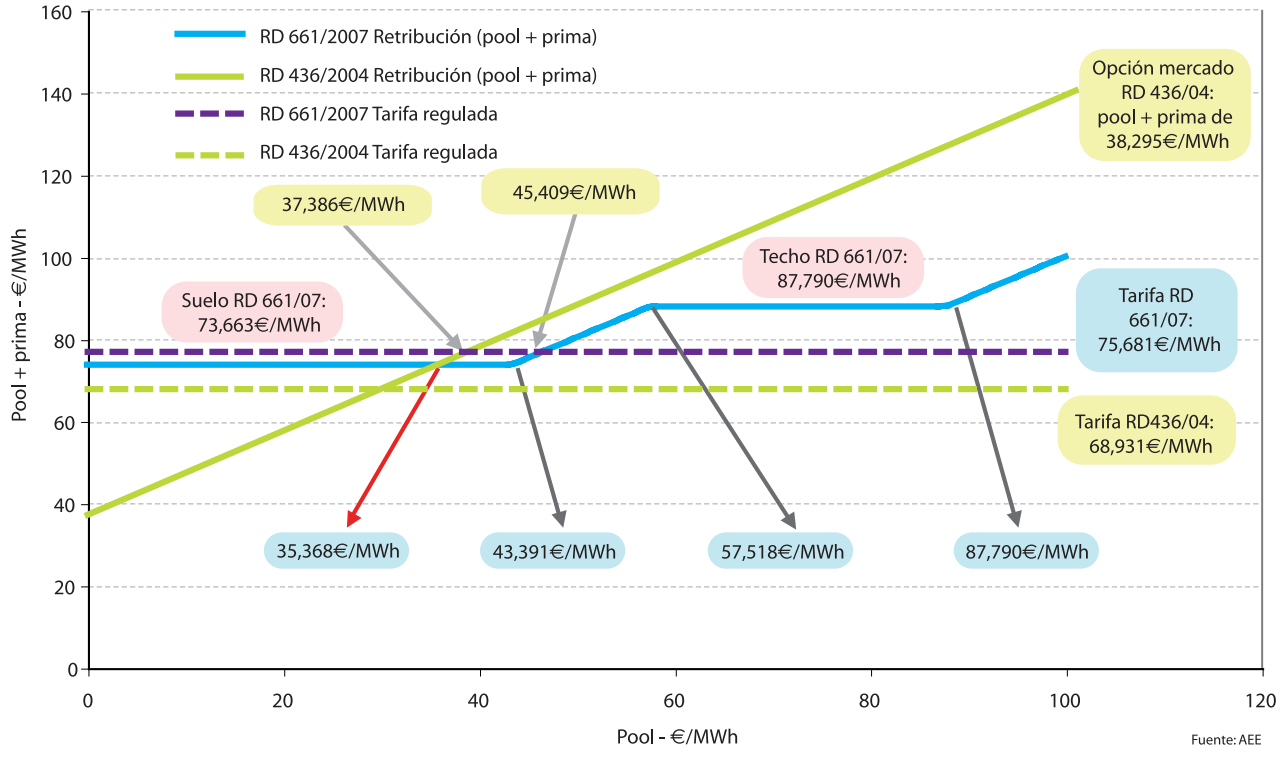
	Tramo Prima 661>Prima 436		Suelo		2º tramo (prima constante)		Techo		Prima = 0		
	Nº horas	% sobre total	Nº horas	% sobre total	Nº horas	% sobre total	Nº horas	% sobre total	Nº horas	% sobre total	Nº total de horas
Enero	163	21,9%	145	19,5%	266	35,8%	170	22,8%	0	0,0%	744
Febrero	307	45,7%	176	26,2%	134	19,9%	55	8,2%	0	0,0%	672
Marzo	545	73,4%	150	20,2%	44	5,9%	4	0,5%	0	0,0%	743
Abril	288	40,0%	239	33,2%	181	25,1%	12	1,7%	0	0,0%	720
Mayo	387	52,0%	265	35,6%	92	12,4%	0	0,0%	0	0,0%	744
Junio	302	41,9%	162	22,5%	218	30,3%	38	5,3%	0	0,0%	720
Julio	277	37,2%	189	25,4%	233	31,3%	45	6,0%	0	0,0%	744
Agosto	344	46,2%	221	29,7%	173	23,3%	6	0,8%	0	0,0%	744
Septiembre	296	41,1%	194	26,9%	230	31,9%	0	0,0%	0	0,0%	720
Octubre	250	33,6%	190	25,5%	287	38,5%	18	2,4%	0	0,0%	745
Noviembre	116	16,1%	155	21,5%	278	38,6%	171	23,8%	0	0,0%	720
Diciembre	16	2,2%	155	20,8%	177	23,8%	368	49,5%	28	3,8%	744
PERIODO AÑO 2007	**3.291**	**37,57%**	**2.241**	**25,58%**	**2.313**	**26,40%**	**887**	**10,13%**	**28**	**0,32%**	**8.760**

* Prima + incentivo RD 436 = 50% TMR 2006

FUENTE: AEE

Gráfico VII.14

Evolución del Pool+Prima según el precio del mercado diario. 2008



Fuente: AEE

Tabla VII.07

Previsión de precios de mercado mensuales y de la retribución en la opción de mercado según el RD 436/2004 y el RD 661/2007 para el año 2008

	PRECIO ESCENARIO MEDIO. PREVISIÓN AEE	Prima según RD 436/2004	Pool + Prima Según RD 436/2004	Prima según RD 661/2007	Pool + Prima Según RD 661/2007	Tramo	Diferencia (RD 436/04 - RD 661/07)
ener-08	68,15	38,30	106,44	19,64	87,79	Techo	18,65
febr-08	66,26	38,30	104,55	21,53	87,79	Techo	16,76
marz-08	61,04	38,30	99,33	26,75	87,79	Techo	11,54
abri-08	56,25	38,30	94,54	30,27	86,52	Prima cte	8,02
mayo-08	52,30	38,30	90,60	30,27	82,57	Prima cte	8,02
juni-08	55,04	38,30	93,33	30,27	85,31	Prima cte	8,02
juli-08	61,20	38,30	99,49	26,59	87,79	Techo	11,70
agos-08	58,72	38,30	97,02	29,07	87,79	Techo	9,23
sept-08	61,87	38,30	100,16	25,92	87,79	Techo	12,37
octu-08	60,10	38,30	98,40	27,69	87,79	Techo	10,61
novi-08	55,87	38,30	94,16	30,27	86,14	Prima cte	8,02
dici-08	53,43	38,30	91,73	30,27	83,70	Prima cte	8,02

Fuente: AEE

drán elegir entre el régimen transitorio establecido en el RD 436/2004 (DT 1ª del RD 661/2007) y el del RD 661/2007.

La opción de tarifa regulada de la DT 1ª es inferior que la tarifa regulada establecida en el nuevo RD. Por otro lado, para precios superiores a 35,368 €/MWh es más rentable acogerse a la opción de mercado establecida en la D T 1ª del RD 661/2007, es decir, acogerse a mercado del RD 436/2004.

Si comparamos la opción de tarifa regulada del RD 661/2007 y la opción de mercado de la DT 1ª del RD 661/2007, será más conveniente ésta última cuando los precios se sitúen por encima de 37,386 €/MWh.

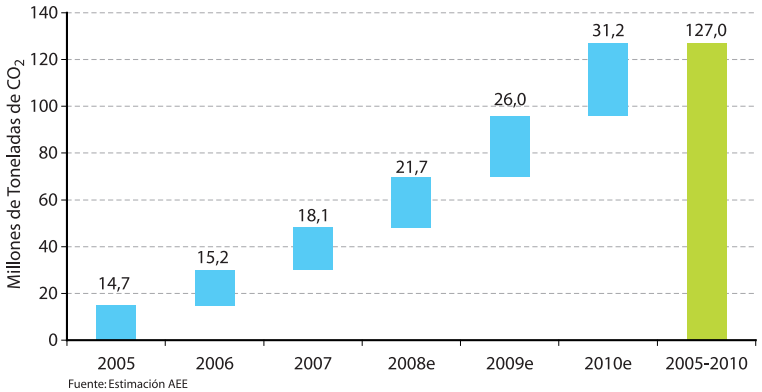
Para los parques eólicos con acta de puesta en marcha posterior al 31 de diciembre de 2007 podrán elegir entre la opción de tarifa regulada y la del mercado, ambas establecidas en el RD 661/2007. Si comparamos estas opciones, para precios inferiores a 45,409 €/MWh es más atractiva la opción de tarifa regulada.

En la tabla VII.07 se muestra la previsión de la retribución en la opción de mercado (pool+prima) según la evolución de los precios previstos por AEE para el periodo de enero a diciembre del año 2008, para un parque acogido al RD 436/2004 y otro al RD 661/2007.

Según esta previsión de precios del mercado para el año 2008, y realizando el cálculo de la retribución según los precios mensuales previstos, **la remuneración a mercado para un parque acogido al RD 436/2004** (DT 1ª RD 661/2007) **es superior que la retribución para un parque acogido al RD 661/2007.** Este valor asciende de media a lo largo del año 10,92 €/MWh.

Gráfico VII.15

Evolución de las emisiones de CO_2 evitadas por la energía eólica



Fuente: Estimación AEE

VII.2 Retornos

Beneficios ambientales

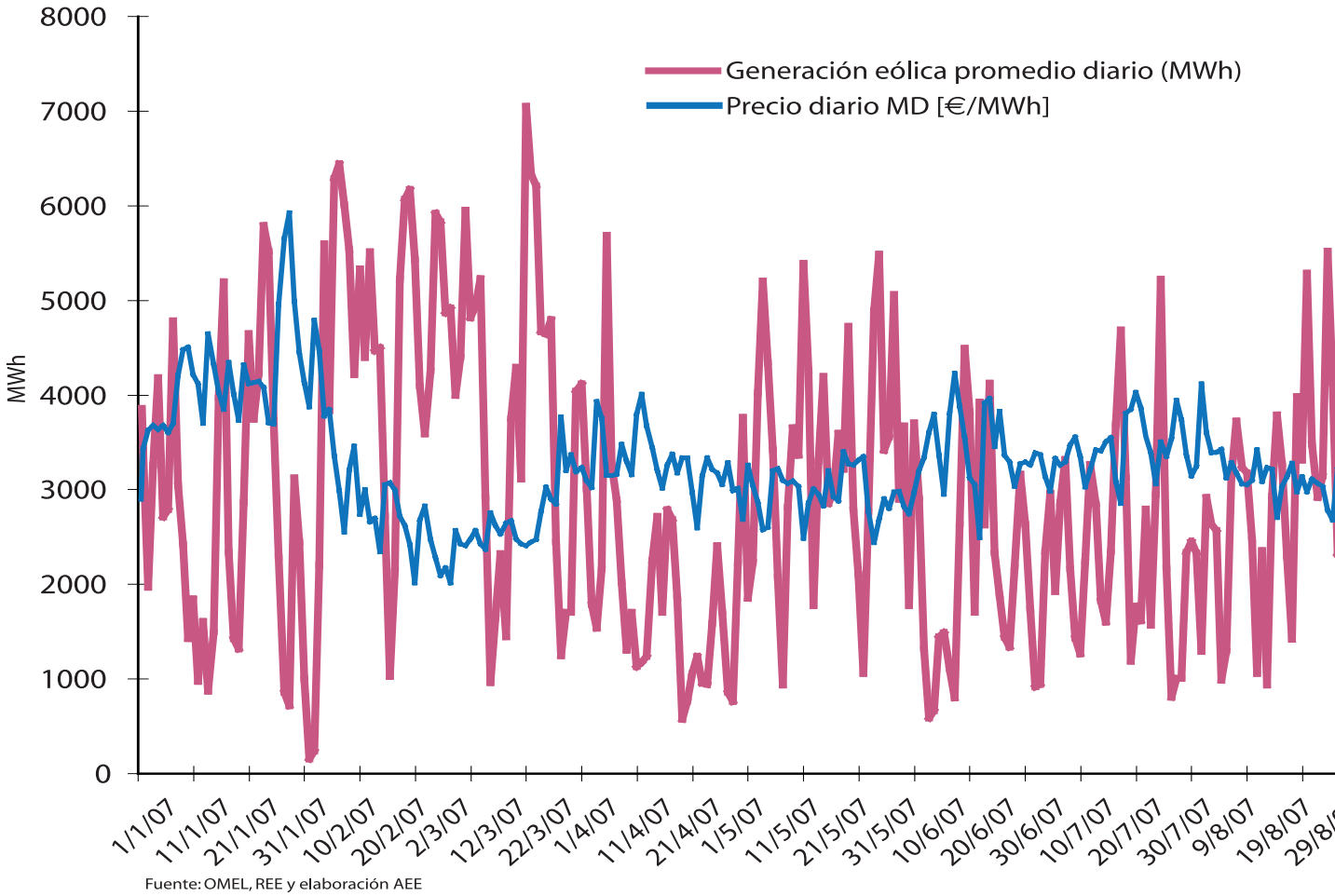
La energía eólica ha mostrado su clara incidencia en la **reducción de emisiones de CO_2** que sólo para el año 2007 puede estimarse en **18 millones de toneladas.**

En el periodo 2005-2010 (ver gráfico VII.15), se estima que evitará la emisión de más de 127 millones de toneladas de CO_2.

Con el comienzo del nuevo periodo del Plan Nacional de Asignaciones 2008-2012, la producción eólica supondrá un ahorro económico de más de 1.500 millones de euros en el periodo 2008-2010, suponiendo un precio del derecho de emisión de 20 euros/tonelada.

Reducción del precio del mercado diario

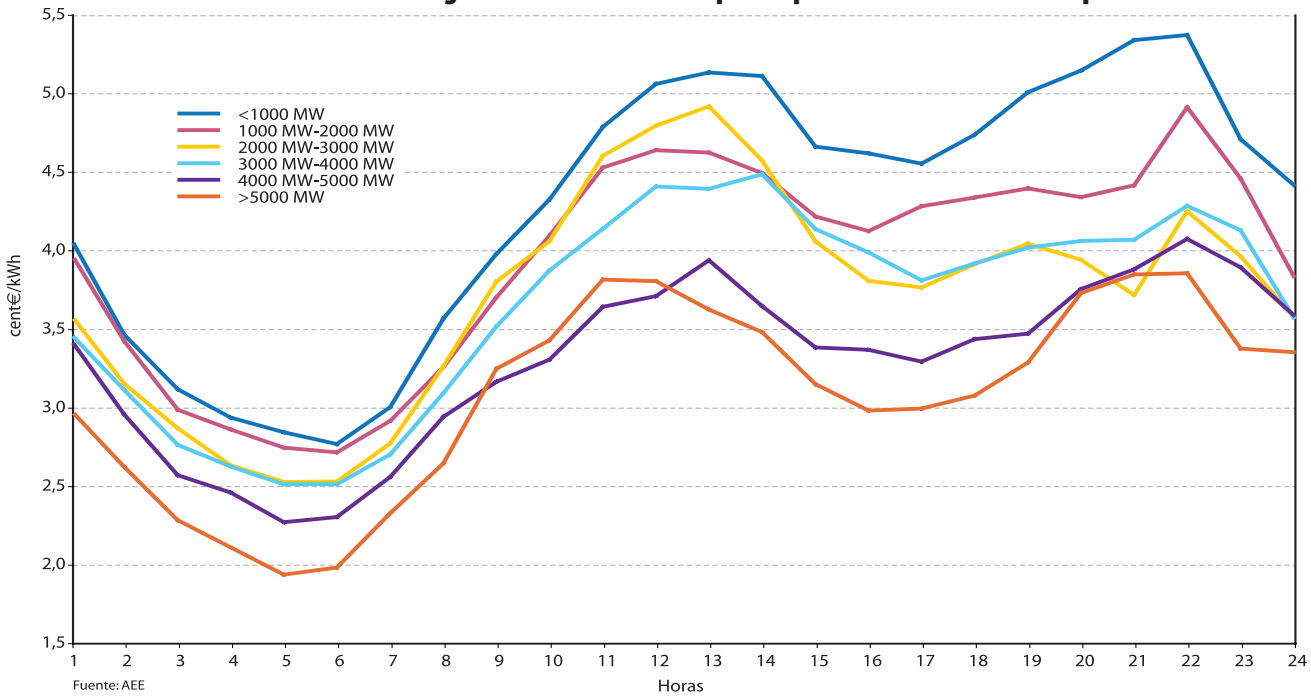
Como ya se ha comentado, **la energía eólica disminuye el precio del mercado diario**, ya que desplaza la curva de oferta y esto provoca una bajada de precios, lo que implica beneficios para el sistema. En el gráfico VII.16 se representa la evolución de la generación eólica diaria (en MWh) y el



Fuente: OMEL, REE y elaboración AEE

Gráfico VII.17

Efecto de la generación eólica en el precio para distintos niveles de penetración eólica



Fuente: AEE

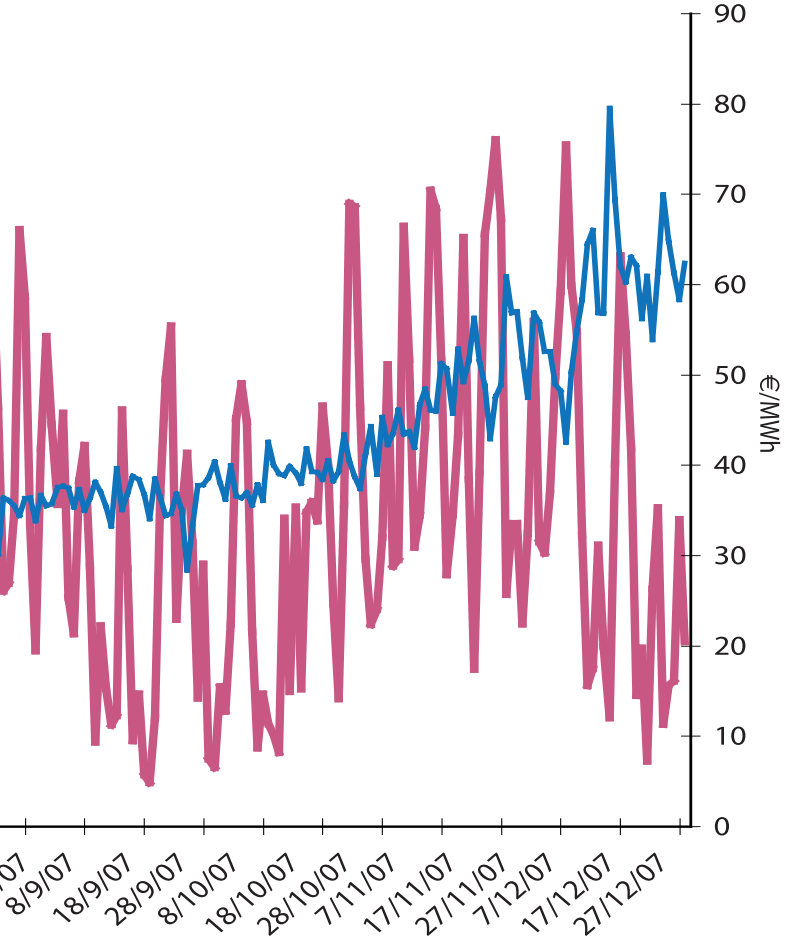
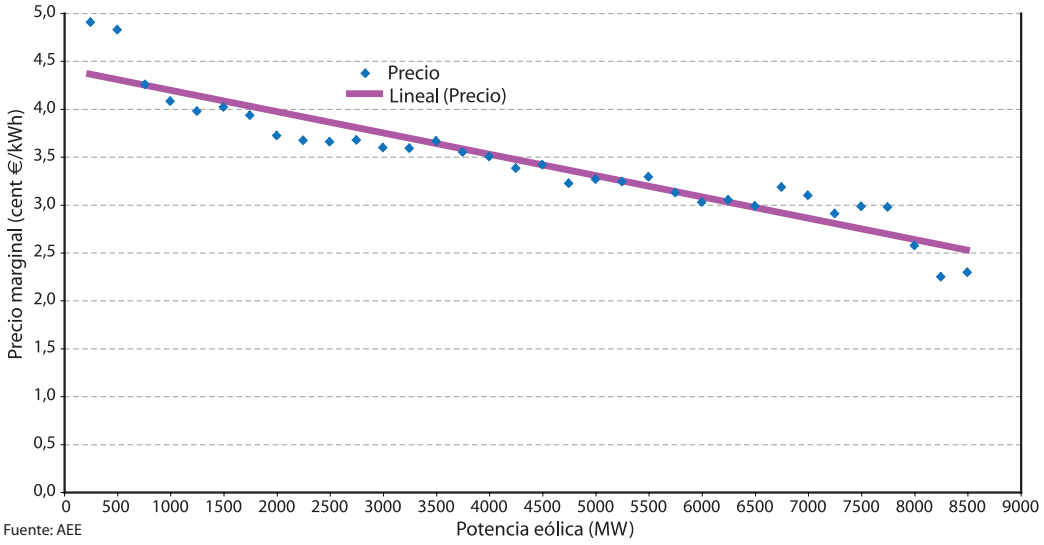


Gráfico VII.16

Generación eólica diaria y precio medio diario del mercado. 2007



Fuente: AEE

Gráfico VII.18
Relación media entre potencia eólica y precio del mercado diario

precio medio diario del mercado diario (en €/MWh) durante el año 2007.

Para distintos niveles de producción eólica, se ha calculado el precio promedio de cada hora y como se puede observar en el gráfico VII.17, a medida que aumenta la generación eólica el precio es inferior y esta diferencia se incrementa en horas de mayor demanda.

Se estima que en el año 2007, la disminución del precio fue de 2 €/MWh por cada 1.000 MW eólicos adicionales (ver gráfico VII.18).

Reducción de las importaciones de combustibles fósiles

En el año 2006, el consumo de energía final en España, incluyendo el consumo final de energías renovables alcanzó 105.753 kilotoneladas equivalentes de petróleo (Ktep), un 1,2% inferior al del año anterior. Esta disminución, que cambia la tendencia de crecimiento de años anteriores, se ha debido a una mayor suavidad de las condiciones climáticas con respecto al pasado año , unido a las ganancias de eficiencia global en la industria.

Por otro lado, en el año 2006, según el informe publicado por MITyC, el grado de autoabastecimiento aumentó un 1% con respecto al año 2005 (como se puede observar en la tabla VII.08). Esto ha sido gracias al descenso de la demanda y al aumento de la producción interior, que expresado en ktep se sitúa en el 22,1%.

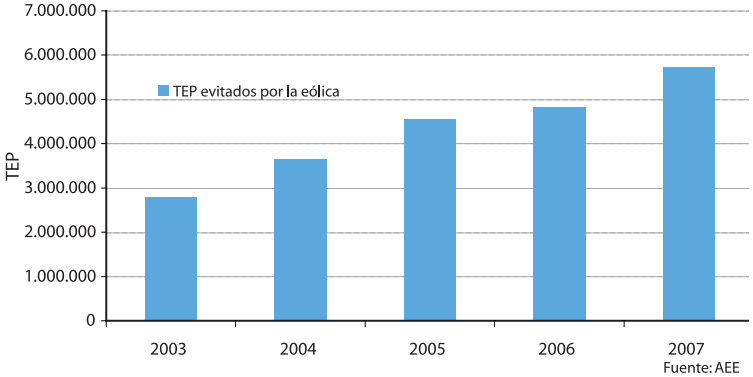
Tabla VII.08
Grado de abastecimiento [1]. 2005-2006

	2005	2006
CARBÓN	31,3	33,8
PETRÓLEO	0,2	0,2
GAS NATURAL	0,5	0,2
NUCLEAR	100	100
HIDRÁULICA	100	100
ENERGÍAS RENOVABLES	100	100
TOTAL	**21,1**	**22,1**

(1): Relación entre producción interior y consumo total de energía
Metodología: AIE
Fuente: SGE

La producción de electricidad a través de energía eólica, por su carácter autóctono y renovable, no necesita la utilización de combustibles fósiles, por lo que además de evitar los costes de carbón, fuel oil y gas natural, **ayuda a disminuir la dependencia exterior de las importaciones de combustibles fósiles.**

Gráfico VII.19
Toneladas equivalentes de petróleo evitadas por la energía eólica. 2003-2007



Fuente: AEE

La producción de origen eólico ha evitado, en el consumo de energía primaria, en el año 2007 aproximadamente 6 millones de toneladas equivalentes de petróleo (ver gráfico VII.19), lo que se traduce, suponiendo un precio del carbón de 89 $/ton, del fuel oil de 73 $/ton y del gas natural de 7 $/MMBTU, en un ahorro, en cuanto a reducción de importación de combustibles fósiles, en torno a 1.014 millones de euros.

Hogares abastecidos por energía eólica

Los 27.000 GWh producidos por los parques eólicos durante el año 2007, han supuesto el **abastecimiento de más de 9 millones de hogares** (ver gráfico VII.20), en base a un consumo medio anual de 3.000 KWh.

Empleo: 45.000 puestos de trabajo

Por otro lado, la energía eólica es una fuente de creación de nuevos puestos de trabajo (ver gráfico VII.21). La generación directa de empleo en cuanto a la operación y mantenimiento de los parques, fabricación, montaje, investigación y desarrollo se estima en más de 17.700 puestos de trabajo, mientras que la generación indirecta, ligada principalmente al suministro de componentes de equipos eléctricos para los sistemas de evacuación y de transporte se estima en más de 27.000 puestos de trabajo.

Desarrollo industrial: un sector exportador

Además de los beneficios ambientales y de reducción de la dependencia energética del exterior, la **energía eólica** se ha mostrado como un importante **motor del desarrollo industrial.** No solo es importante el hecho de que del total de las inversiones en España las del sector eólico sean superiores a 5.000 millones de euros, sino que se está incrementando la capacidad exportadora con aproximadamente un 50% de la producción, en un mercado globalizado, de mayor dimensión cada día.

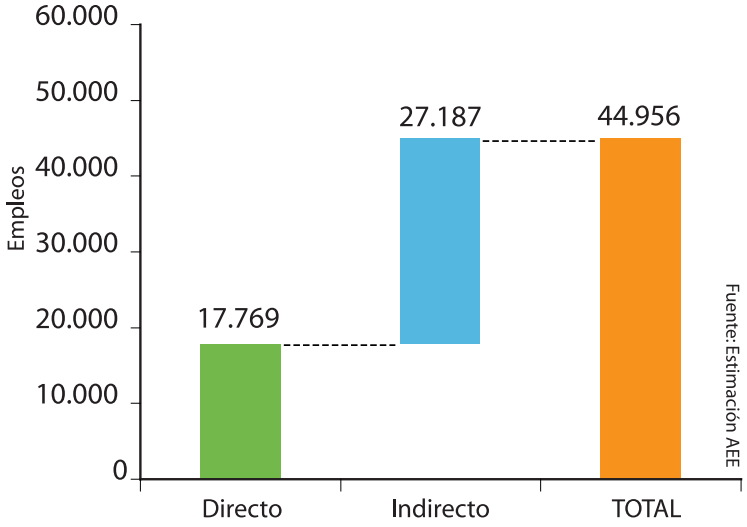
Gráfico VII.20

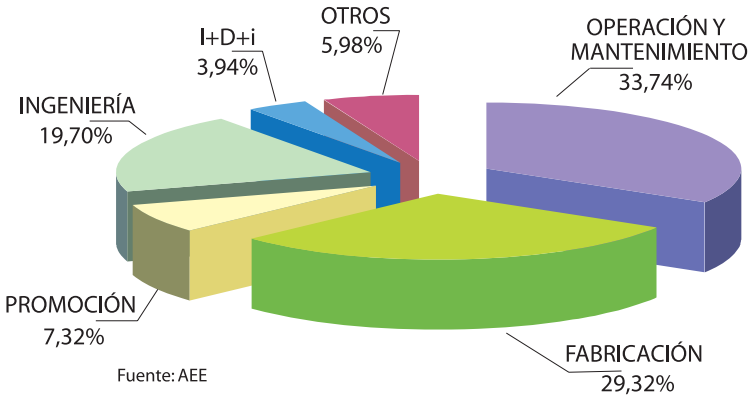
Número de hogares abastecidos con energía eólica. 2004-2007

Fuente: AEE

Gráfico VII.21

Empleos derivados de la industria eólica en España. 2007





Fuente: AEE

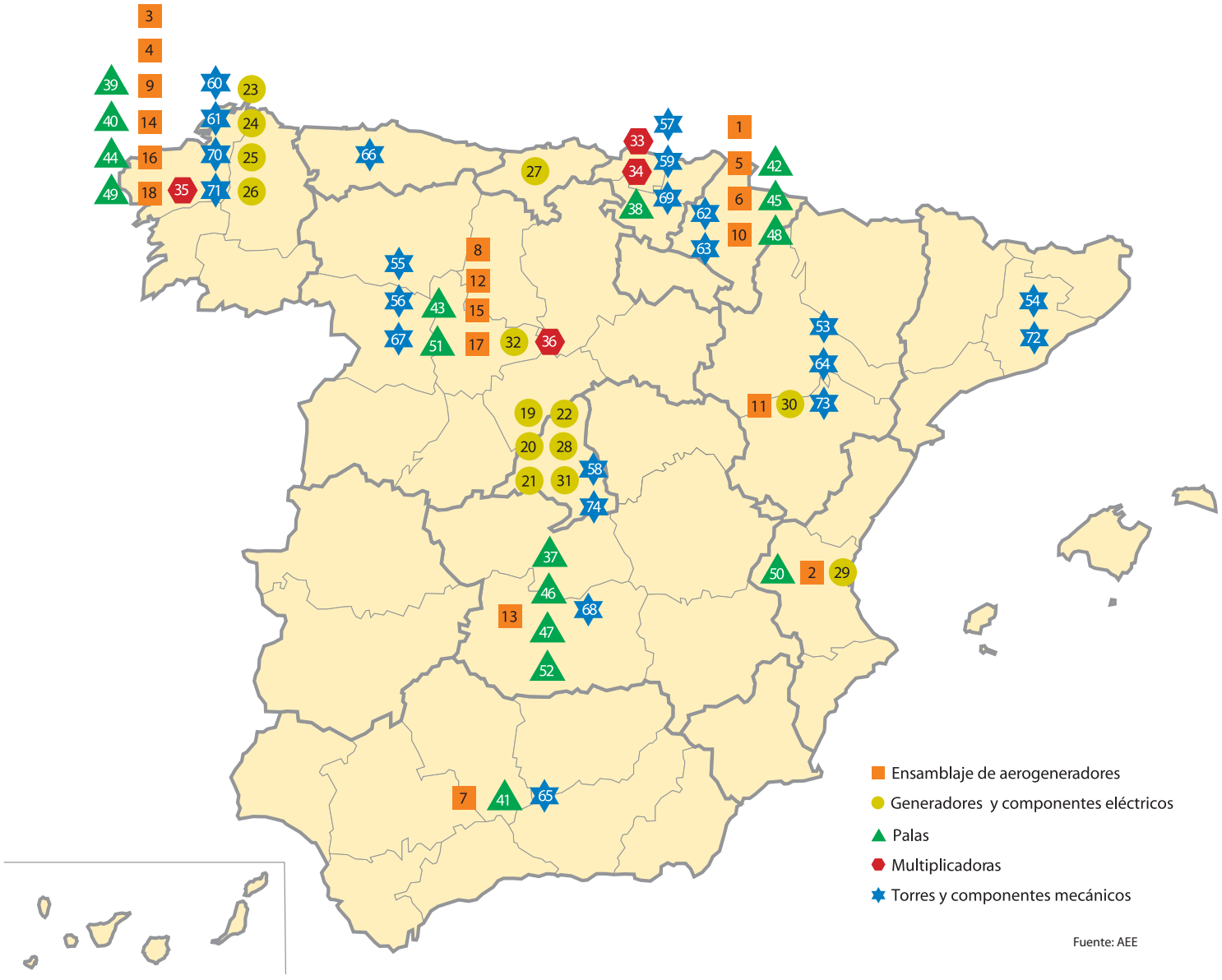
Gráfico VII.22

Reparto del empleo directo por actividad. 2007

NOMBRE EMPRESA	ACTIVIDAD	CLASIFICACIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL	PROVINCIA	CCAA
1 ACCIONA WIND POWER	FABRICACIÓN DE AEROGENERADORES	ENSAMBLAJE DE AEROGENERADORES	BARASOAÍN	NAVARRA	NAVARRA
2 ACCIONA WIND POWER	FABRICACIÓN DE AEROGENERADORES	ENSAMBLAJE DE AEROGENERADORES	LA VALL D'UIXÓ	CASTELLÓN	COMUNIDAD VALENCIANA
3 CORUÑESA DE COMPOSITES, S.L.	GÓNDOLAS	ENSAMBLAJE DE AEROGENERADORES	ARTEIXO	LA CORUÑA	GALICIA
4 ECOTÈCNIA GALICIA, S.L.	ENSAMBLAJE DE AEROGENERADORES	ENSAMBLAJE DE AEROGENERADORES	AS SOMOZAS	LA CORUÑA	GALICIA
5 ECOTÈCNIA NAVARRA, S.A.	ENSAMBLAJE DE AEROGENERADORES	ENSAMBLAJE DE AEROGENERADORES	BUÑUEL	NAVARRA	NAVARRA
6 ENFLO WINTEC IBÉRICA	FABRICACIÓN DE PEQUEÑOS AEROGENERADORES	ENSAMBLAJE DE AEROGENERADORES	ORCOYEN	NAVARRA	NAVARRA
7 EOZEN	FABRICACIÓN DE AEROGENERADORES	ENSAMBLAJE DE AEROGENERADORES	FERREIRA	GRANADA	ANDALUCÍA
8 GAMESA	ENSAMBLAJE DE NACELLES	ENSAMBLAJE DE AEROGENERADORES	ÁGREDA	SORIA	CASTILLA Y LEÓN
9 GAMESA	ENSAMBLAJE DE NACELLES	ENSAMBLAJE DE AEROGENERADORES	SIGÜEIRO	LA CORUÑA	GALICIA
10 GAMESA	ENSAMBLAJE DE PROTOTIPOS	ENSAMBLAJE DE AEROGENERADORES	IMARCOAIN	NAVARA	NAVARRA
11 GAMESA	ENSAMBLAJE DE NACELLES	ENSAMBLAJE DE AEROGENERADORES	TAUSTE	ZARAGOZA	ARAGÓN
12 GAMESA	ENSAMBLAJE DE NACELLES	ENSAMBLAJE DE AEROGENERADORES	MEDINA DEL CAMPO	VALLADOLID	CASTILLA Y LEÓN
13 GE WIND ENERGY S.L.	ENSAMBLAJE DE AEROGENERADORES	ENSAMBLAJE DE AEROGENERADORES	NOBLEJAS	TOLEDO	CASTILLA-LA MANCHA
14 GRUPO EYMOSA-VENTOGAL	GÓNDOLAS	ENSAMBLAJE DE AEROGENERADORES	NARÓN	LA CORUÑA	GALICIA
15 M-TORRES	MONTAJE Y FABRICACIÓN DE AEROGENERADORES	ENSAMBLAJE DE AEROGENERADORES	ÓLVEGA	SORIA	CASTILLA Y LEÓN
16 NAVANTIA	MECANIZADO Y ENSAMBLAJE	ENSAMBLAJE DE AEROGENERADORES	FERROL	LA CORUÑA	GALICIA
17 VESTAS NACELLES	ENSAMBLAJE DE AEROGENERADORES	ENSAMBLAJE DE AEROGENERADORES	VILLADANGOS DEL PÁRAMO	LEÓN	CASTILLA Y LEÓN
18 VESTAS NACELLES	ENSAMBLAJE DE AEROGENERADORES	ENSAMBLAJE DE AEROGENERADORES	VIVEIRO	LUGO	GALICIA
19 3M ESPAÑA, S.A.	FABRICANTE DE COMPONENTES	GENERADORES Y COMPONENTES ELÉCTRICOS	MADRID	MADRID	MADRID
20 ALSTOM POWER SERVICE, S.A.	FABRICANTE DE COMPONENTES	GENERADORES Y COMPONENTES ELÉCTRICOS	MADRID	MADRID	MADRID
21 AREVA T&D IBÉRICA, S.A.	FABRICANTE DE COMPONENTES	GENERADORES Y COMPONENTES ELÉCTRICOS	SAN FERNANDO DE HENARES	MADRID	MADRID
22 ASEA BROWN BOVERI, S.A.	FABRICANTE DE COMPONENTES	GENERADORES Y COMPONENTES ELÉCTRICOS	MADRID	MADRID	MADRID
23 ECOTÈCNIA GALICIA, S.L.	SISTEMAS DE CONTROL	GENERADORES Y COMPONENTES ELÉCTRICOS	CASTRO (NARÓN)	LA CORUÑA	GALICIA
24 ENERGEA	CONTROL Y MANTENIMIENTO DE PARQUES	GENERADORES Y COMPONENTES ELÉCTRICOS	FERREIRA DO VALADOURO	LUGO	GALICIA
25 ENERGEA	CONTROL Y MANTENIMIENTO DE PARQUES	GENERADORES Y COMPONENTES ELÉCTRICOS	A CAÑIZA	PONTEVEDRA	GALICIA
26 ENERGEA	CONTROL Y MANTENIMIENTO DE PARQUES	GENERADORES Y COMPONENTES ELÉCTRICOS	MAZARICOS	LA CORUÑA	GALICIA
27 GAMESA	FABRICACIÓN DE EQUIPO ELÉCTRICO	GENERADORES Y COMPONENTES ELÉCTRICOS	REINOSA	CANTABRIA	CANTABRIA
28 GAMESA	FABRICACIÓN DE EQUIPO ELÉCTRICO	GENERADORES Y COMPONENTES ELÉCTRICOS	COSLADA	MADRID	MADRID
29 GAMESA	FABRICACIÓN DE EQUIPO ELÉCTRICO	GENERADORES Y COMPONENTES ELÉCTRICOS	BENISANÓ	VALENCIA	VALENCIA
30 KINTECH INGENIERIA, S.L.	DATA LOGGERS	GENERADORES Y COMPONENTES ELÉCTRICOS	ZARAGOZA	ZARAGOZA	ARAGÓN
31 SANTOS MAQUINARIA ELÉCTRICA, S.L.	FABRICANTE DE COMPONENTES	GENERADORES Y COMPONENTES ELÉCTRICOS	GETAFE	MADRID	MADRID
32 VESTAS CONTROL SYSTEMS	SISTEMAS DE CONTROL	GENERADORES Y COMPONENTES ELÉCTRICOS	ÓLVEGA	SORIA	CASTILLA Y LEÓN
33 GAMESA	FABRICACIÓN DE MULTIPLICADORAS	MULTIPLICADORAS	ASTEASU	GUIPÚZCOA	PAÍS VASCO
34 GAMESA	FABRICACIÓN DE MULTIPLICADORAS	MULTIPLICADORAS	MUNGIA	VIZCAYA	PAÍS VASCO
35 GAMESA	FABRICACIÓN DE MULTIPLICADORAS	MULTIPLICADORAS	BERGONDO	LA CORUÑA	GALICIA
36 GAMESA	FABRICACIÓN DE MULTIPLICADORAS	MULTIPLICADORAS	BURGOS	BURGOS	CASTILLA Y LEÓN
37 ACCIONA WIND POWER	BUJES Y OTROS COMPONENTES	PALAS	TOLEDO	TOLEDO	CASTILLA-LA MANCHA
38 AEROBLADE	FABRICACIÓN DE PALAS	PALAS	VITORIA	ÁLAVA	PAÍS VASCO
39 COASA	COMPONENTES AERONÁUTICOS	PALAS	SAN CIBRAO DAS VIÑAS	OURENSE	GALICIA
40 DANIGAL	PALAS	PALAS	AS PONTES	LA CORUÑA	GALICIA
41 EOZEN	FABRICACIÓN DE PALAS	PALAS	FERREIRA	GRANADA	ANDALUCÍA
42 GAMESA	PALAS	PALAS	ALSASUA	NAVARRA	NAVARRA
43 GAMESA	PALAS	PALAS	MIRANDA DEL EBRO	BURGOS	CASTILLA Y LEÓN
44 GAMESA	PALAS	PALAS	SOMOZAS	LA CORUÑA	GALICIA
45 GAMESA	PALAS	PALAS	TUDELA	NAVARRA	NAVARRA
46 GAMESA	PALAS	PALAS	ALBACETE	ALBACETE	CASTILLA-LA MANCHA
47 GAMESA	RAÍCES DE PALAS	PALAS	CUENCA	CUENCA	CASTILLA-LA MANCHA
48 GAMESA	MOLDES DE PALAS	PALAS	IMARCOAIN	NAVARRA	NAVARRA
49 LM COMPOSITES GALICIA, S.A.	FABRICACIÓN DE PALAS	PALAS	AS PONTES DE GARCIA RODRIGUEZ	LA CORUÑA	GALICIA
50 LM GLASFIBER EÓLICA, S.A.	FABRICACIÓN DE PALAS	PALAS	LES COVES DE VINROMÁ	CASTELLÓN	VALENCIA
51 LM GLASFIBER ESPAÑOLA, S.A.	FABRICACIÓN DE PALAS	PALAS	PONFERRADA	LEÓN	CASTILLA Y LEÓN
52 VESTAS BLADES	FABRICACIÓN DE PALAS	PALAS	DAIMIEL	CIUDAD REAL	CASTILLA-LA MANCHA
53 AVANTI WIND SYSTEMS, S.L.	FABRICACIÓN DE ELEVADORES Y ESCALERAS	TORRES Y COMPONENTES MECÁNICOS	LA MUELA	ZARAGOZA	ARAGÓN
54 C.C. JENSEN IBÉRICA, S.L.	FABRICANTE DE COMPONENTES	TORRES Y COMPONENTES MECÁNICOS	BARCELONA	BARCELONA	CATALUÑA
55 CALDERERIA TORRES ALTAMIRA, S.A.	FABRICACIÓN DE TORRES DE AEROGENERADORES	TORRES Y COMPONENTES MECÁNICOS	CORESES	ZAMORA	CASTILLA Y LEÓN
56 COIPER	FABRICACIÓN DE TORRES DE AEROGENERADORES	TORRES Y COMPONENTES MECÁNICOS	PONFERRADA	LEÓN	CASTILLA Y LEÓN
57 DANOBAT S. COOP.	FABRICANTE DE COMPONENTES	TORRES Y COMPONENTES MECÁNICOS	ELGOIBAR	GUIPÚZCOA	PAÍS VASCO
58 DIMECO	FABRICACIÓN DE TORNILLOS	TORRES Y COMPONENTES MECÁNICOS	ALCALÁ DE HENARES	MADRID	MADRID
59 ELEVADORES GOIAN	FABRICACIÓN DE ELEVADORES	TORRES Y COMPONENTES MECÁNICOS	LAZKAO	GUIPÚZCOA	PAÍS VASCO
60 EMESA	FABRICACIÓN DE TORRES DE AEROGENERADORES	TORRES Y COMPONENTES MECÁNICOS	COIROS	LA CORUÑA	GALICIA
61 FIBERBLADE NORTE II	FABRICACIÓN DE TORRES DE AEROGENERADORES	TORRES Y COMPONENTES MECÁNICOS	AS SOMOZAS	LA CORUÑA	GALICIA
62 FLUITECNIK	FABRICANTE DE COMPONENTES	TORRES Y COMPONENTES MECÁNICOS	ORCOYEN	NAVARRA	NAVARRA
63 GAMESA	FABRICACIÓN DE TORRES DE AEROGENERADORES	TORRES Y COMPONENTES MECÁNICOS	OLAZAGUTIA	NAVARRA	NAVARRA
64 GAMESA	FABRICACIÓN DE TORRES DE AEROGENERADORES	TORRES Y COMPONENTES MECÁNICOS	CADRETE	ZARAGOZA	ARAGÓN
65 GAMESA	FABRICACIÓN DE TORRES DE AEROGENERADORES	TORRES Y COMPONENTES MECÁNICOS	LINARES	JAÉN	ANDALUCÍA
66 GAMESA	FABRICACIÓN DE TORRES DE AEROGENERADORES	TORRES Y COMPONENTES MECÁNICOS	AVILÉS	ASTURIAS	ASTURIAS
67 HORTA COSLADA	FUSTES	TORRES Y COMPONENTES MECÁNICOS	ARCOS DE JALÓN	SORIA	CASTILLA Y LEÓN
68 INNEO TORRES	TORRES PREFABRICADAS DE HORMIGÓN	TORRES Y COMPONENTES MECÁNICOS	TALAVERA DE LA REINA	TOLEDO	CASTILLA-LA MANCHA
69 MATZ-ERREKA S. COOP.	FABRICACIÓN DE TORNILLOS	TORRES Y COMPONENTES MECÁNICOS	ANTZUOLA	GUIPÚZCOA	PAÍS VASCO
70 MONTAJES DEL ATLÁNTICO	FABRICACIÓN DE TORRES DE AEROGENERADORES	TORRES Y COMPONENTES MECÁNICOS	FERROL	LA CORUÑA	GALICIA
71 MONTAJES DEL ATLÁNTICO	FABRICACIÓN DE TORRES DE AEROGENERADORES	TORRES Y COMPONENTES MECÁNICOS	MUGARDOS	LA CORUÑA	GALICIA
72 TRACTEL IBÉRICA, S.A.	FABRICACIÓN DE ELEVADORES	TORRES Y COMPONENTES MECÁNICOS	HOSPITALET DE LLOBREGAT	BARCELONA	CATALUÑA
73 TRACTEL IBÉRICA, S.A.	FABRICACIÓN DE ELEVADORES	TORRES Y COMPONENTES MECÁNICOS	HUESCA	HUESCA	ARAGÓN
74 VOITH TURBO, S.A.	BOMBAS	TORRES Y COMPONENTES MECÁNICOS	COSLADA	MADRID	MADRID

Fuente: AEE

Mapa VII.01 Centros industriales del sector eólico en España



Fuente: AEE

Tabla VII.09
(página izquierda)
Centros industriales del sector eólico en España

Fábricas y empresas

Además de los grandes centros de producción y ensamblaje de aerogeneradores, de fabricación de palas, torres, multiplicadoras y generadores y componentes eléctricos, se estima que **existen más de 630 empresas en las que parte o la totalidad de su facturación procede del sector eólico** (ver mapas VII.01 y VII.02).

En la tabla VII.09 se reflejan los centros industriales.

La nueva fábrica de palas de VESTAS en Daimiel (Ciudad Real) ya ha entrado en funcionamiento.

La planta de fabricación de palas de Acciona, ubicada en Lumbier (Navarra), actualmente está en construcción.

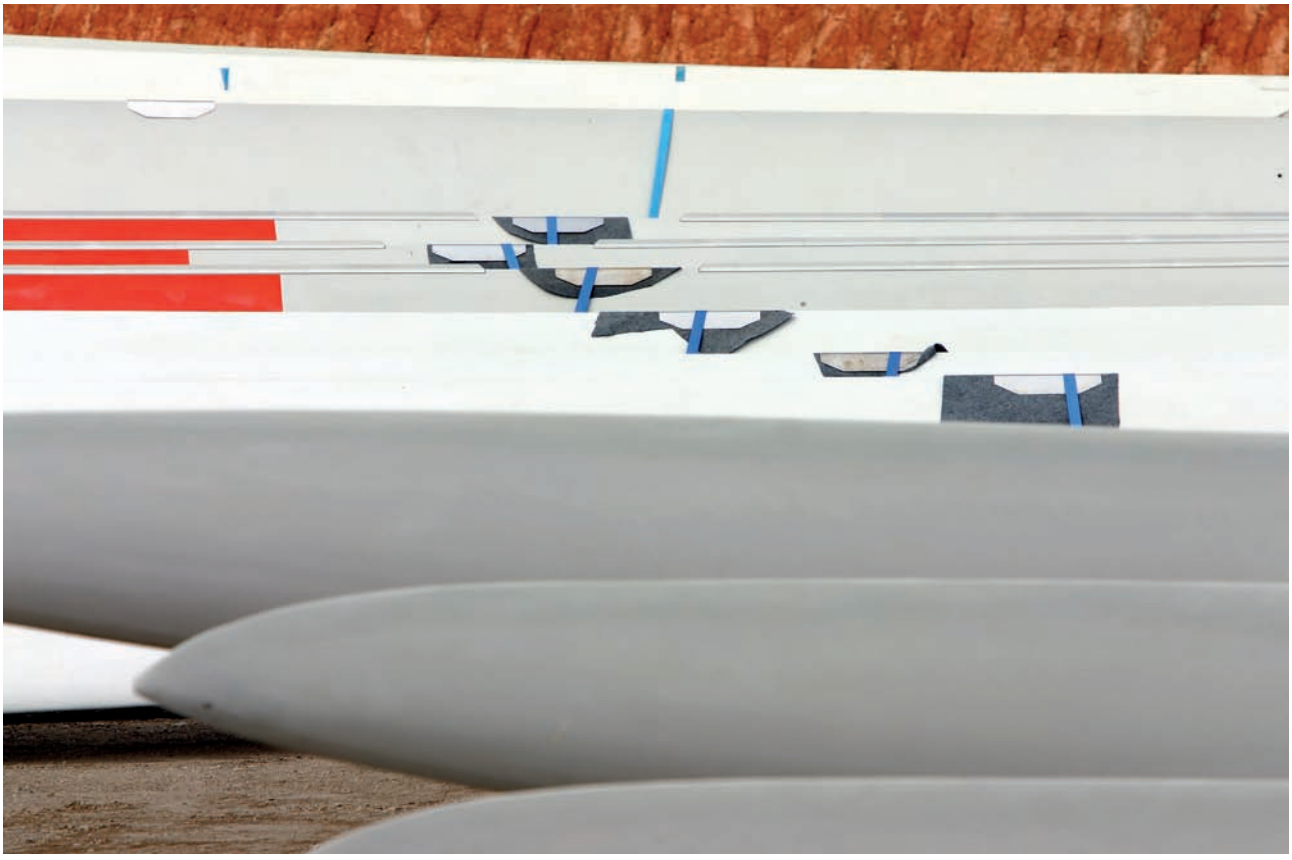
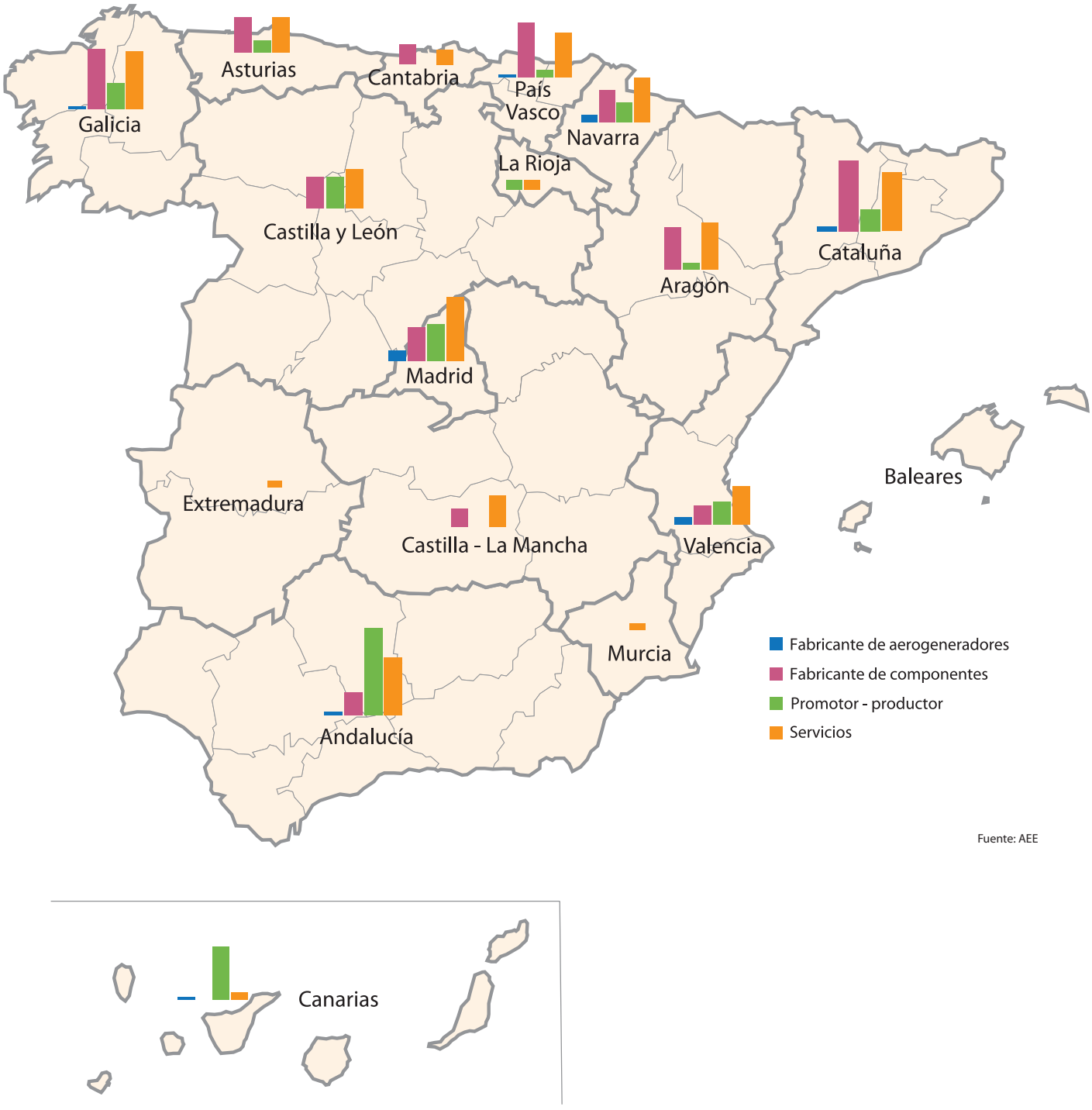


Tabla VII. 10 Número de empresas del sector eólico por Comunidades Autónomas

	Fabricantes de aerogeneradores	Fabricantes de componentes	Promotores-Productores	Servicios	TOTAL
Andalucía	1	7	27	18	53
Asturias	0	9	3	9	21
Baleares	0	0	0	0	0
Canarias	1	0	7	1	9
Cantabria	0	4	0	3	7
Castilla-La Mancha	0	4	0	7	11
Castilla y León	0	8	8	10	26
Cataluña	2	52	16	43	113
Extremadura	0	0	0	1	1
Galicia	1	21	9	20	51
La Rioja	0	0	3	3	6
Madrid	10	33	36	62	141
Murcia	0	0	0	2	2
Navarra	3	13	8	18	42
País Vasco	1	44	6	36	87
Comunidad Valenciana	2	5	6	10	23
Aragón	0	19	3	21	43
TOTAL	**21**	**219**	**132**	**264**	**636**

Fuente: AEE

Mapa VII. 02 Empresas del sector eólico por Comunidades Autónomas



Fuente: AEE

Navantia

Capítulo VIII
TECNOLOGÍA Y FUTURO

VIII.1 La importancia de la investigación y el desarrollo tecnológico

Plataforma Tecnológica REOLTEC

REOLTEC es la plataforma tecnológica del sector eólico español que comienza su andadura en julio de 2005, con el objetivo principal de integrar y coordinar el desarrollo científico y tecnológico del sector eólico en España , a través de la propuesta de actuaciones específicas financiadas con los programas públicos y la dinamización de iniciativas concretas. Está constituida por 64 participantes, entre empresas fabricantes de equipos, empresas fabricantes de componentes, empresas promotoras, ingenierías y consultorías, agentes científico tecnológicos (organismos públicos de investigación, universidades y centros tecnológicos) con lo que se consigue traccionar el sistema Ciencia-Tecnología-Empresa.

Durante el ejercicio 2007 se produce la consolidación progresiva de REOLTEC mediante las reuniones mantenidas por los diferentes grupos de trabajo y los intercambios de información, que han permitido definir las líneas, objetivos y estrategias para integrarlos y concretar el Plan Estratégico de I+D+i del sector eólico.

Las reuniones de los grupos de trabajo se concentran en analizar y adecuar los aspectos fundamentales derivados de la nueva capacidad del sector e incluirlos en el Plan Estratégico.

Se crea dentro del **Grupo de Trabajo de Aplicaciones** una línea de actuación específica de minieólica, de forma que sus necesidades particulares puedan ser estudiadas.

Dentro de este mismo Grupo y dado que la generación de hidrógeno se solapa con las actividades de la Plataforma del Hidrógeno, se plantea una coordinación para el desarrollo de iniciativas conjuntas. Se proponen algunos proyectos siguiendo las líneas de investigación.

El **Grupo de Trabajo de Certificación** abordó las líneas propuestas en el borrador del Plan Nacional de I+D+i, la normativa actual con sus posibles carencias y limitaciones, los requerimientos de certificación actuales y las posibilidades futuras. Se considera necesaria una mayor participación en las actividades de AENOR y otros organismos de certificación.

El **Grupo de Trabajo de Red** analizó las líneas de investigación propuestas por el Plan Nacional de I+D+i, sus coincidencias o desviaciones y la coherencia de los proyectos financiados con las líneas de investigación propuestas en años anteriores. Igualmente se propusieron algunos proyectos que

Esquema VIII.01 Estructura de REOLTEC

Fuente: AEE

podrían ser llevados a cabo de forma conjunta según las líneas definidas por la Plataforma.

Dentro de este Grupo se considera importante el seguimiento del proyecto *Wind ont the grid*, financiado por la CE dentro del Séptimo Programa Marco y coordinado por Red Eléctrica de España.

El **Grupo de Trabajo de Marinos** analizó el nuevo 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.

También se hizo repaso del borrador del Plan Nacional I+D+i, que no incluye las líneas prioritarias dadas por REOLTEC.

El **Grupo de Trabajo de Aerogeneradores** analizó las líneas de investigación del Plan Nacional y su adaptación a las definidas por la Plataforma.

II Asamblea de miembros

El día 25 de septiembre se celebró en el Hotel Eurobuilding de Madrid la **II Asamblea General de REOLTEC**, que contó con la asistencia del Secretario General de la Energía **Ignasi Nieto** y del Subdirector General de Programas de Fomento de la Investigación Técnica Sectorial, **Manuel Montes**, así como de representantes de las compañías del sector, del CDTI, del IDAE y de la Plataforma Europea de la Energía Eólica.

En la Asamblea se discutió el futuro de la investigación en eólica, sus necesidades actuales y situación respecto de países líderes. En ella se analizaron los avances realizados y las perspectivas de futuro de la tecnología nacional a nivel mundial.

Fue importante el apoyo mostrado por parte de los Ministerios de Industria y Educación y Ciencia al sector, destacando las expectativas de crecimiento y la creación de industria y puestos de trabajo.

Desde el MITyC se señaló que las labores de las plataformas han de ser el impulso de proyectos, el apoyo de grandes iniciativas, la revisión de las prioridades de investigación, la realización de labores de lobby y la orientación de la formación. Se destacó, la existencia de un elevado número de publicaciones nacionales a la par que la carencia de patentes con tecnología española.

El objetivo es que la industria nacional sea líder tecnológico en un sector de vanguardia

En las presentaciones se repasó el trabajo realizado por la Plataforma y su impacto, las actividades de la Plataforma Europea, los niveles de financiación, el estado de las infraestructuras de investigación nacionales y la necesidad de coordinación entre ellas y se planteó la dirección a tomar para que la industria nacional sea líder tecnológico en el mundo de un sector de vanguardia. Se registró una amplia participación por parte de todo el sector.

Plataforma europea (TPWIND)

La **Plataforma Tecnológica Europea de la Energía Eólica** tiene como objetivo principal identificar las áreas de mayor innovación potencial, así como las tareas futuras de investigación y desarrollo. El objetivo primario de estas tareas es reducir los costes en un sentido amplio: social, medioambiental y tecnológico. TPWIND contribuirá al cumplimiento de los objetivos de la UE sobre la cobertura de la demanda de energía con renovables, para lo

cual desarrollará un conjunto coherente de recomendaciones, tareas específicas, enfoques, participantes e infraestructura necesaria.

La gran diferencia entre la plataforma española y la europea es el objetivo final.

REOLTEC es puramente tecnológica; su función es identificar las necesidades tecnológicas del sector y crear grupos de trabajo para coordinar las diferentes acciones de investigación, desarrollo e innovación que mejoren la productividad eólica.

TPWIND tiene intereses tecnológicos y políticos, su objetivo final es aumentar la competitividad de la energía eólica reduciendo costes. Los esfuerzos tecnológicos de la plataforma europea están destinados al abaratamiento de los componentes y de las tareas de instalación, operación y mantenimiento.

Ambas plataformas trabajan para conseguir una integración en red de la manera más segura y eficiente. Tienen como objetivos comunes los de aumentar la disponibilidad de los aerogeneradores y la investigación para desarrollar infraestructuras y cimentaciones marinas para parques alejados de la costa, y las dos plataformas intentan reducir al mínimo el impacto medioambiental.

Otras plataformas eólicas

Dinamarca:

Megawind: Esta plataforma es el resultado de una iniciativa gubernamental para fomentar el desarrollo tecnológico de la energía eólica y su integración en el sistema eléctrico.

Alemania:

CE Wind: Esta plataforma de investigación se fundó en el año 2005 para abordar los temas de conexión e integración en red, el diseño de nuevos modelos de rotores, generadores y torres, las operaciones de mantenimiento y operación y el impacto medioambiental de la energía eólica.

ForWind: Se fundó en agosto del 2003 y su programa de investigación incluye el análisis de la eólica marina en temas de conexión, de predicción y de estructuras.

Holanda:

We@Sea: la creó el Gobierno de Holanda centrándose en la investigación de la eólica marina para cumplir los objetivos de instalar 6 GW de potencia en 2020.

Proyectos en marcha: Windlider 2015 (PROGRAMA CÉNIT)

El proyecto de investigación industrial **Windlider 2015**, está liderado por Gamesa y Ecotècnia con el fin de mantener a España en el liderazgo tecnológico en energía eólica. Recibirá una subvención a fondo perdido del gobierno de 13 millones de euros.

El proyecto Windlider 2015 ha sido una de las 16 iniciativas merecedoras de apoyo por el programa de Consorcios Estratégicos Nacionales de Investigación Tecnológica (CÉNIT).

Los objetivos del proyecto son los siguientes:

- Dominar el diseño de futuros aerogeneradores, reduciendo el *"time to market"* e incrementado la madurez de las primeras series, lo que se considera imprescindible para liderar este mercado a partir del 2012.
- Disponer de tecnologías facilitadoras *("enabling technologies")* de propiedad española.
- Disponer de un modelo de simulación holístico que reproduzca lo más fielmente posible el comportamiento de futuros aerogeneradores y experimentar el efecto en prestaciones de nuevas configuraciones, nuevas tecnologías facilitadoras, etc.
- Catalizar el despliegue de varias Infraestructuras Científico-Tecnológicas en España de mediana dimensión que permitan experimentar en escalas hasta 5 MW con prototipos de aerogeneradores completos y sus componentes críticos (generadores, multiplicadora, convertidores, bastidores, yaw, etc.).

Las plataformas trabajan para conseguir una integración en red segura y eficiente

Tabla VIII.01 V Programa MARCO y VI programa MARCO (proyectos aprobados)

ÁREA TECNOLÓGICA	V Programa MARCO			VI Programa MARCO		
	Número de proyectos	Coste en M Euros	Financiación en M Euros	Número de proyectos	Coste en M Euros	Financiación en M Euros
Turbinas de gran tamaño	10	27,68	14,98	4	37,95	19,46
Integración en red	7	12,99	7,15	4	7,75	4,43
Gestión del desarrollo de parques eólicos	3	4,02	2,23	2	34,03	7,70
TOTAL	**20**	**44,69**	**24,36**	**10**	**79,73**	**31,59**

Fuente: CE

Windlider 2015 obtendrá el primer modelo en su clase para la simulación integral de un gran aerogenerador y reproducirá su comportamiento en conjunción con el viento, el terreno y la red eléctrica.

Los programas Marco de la Comisión Europea

El **Programa Marco de Investigación, Desarrollo Tecnológico y Demostración** es el principal instrumento europeo de financiación de la I+D y se inscribe en el contexto de la estrategia de Lisboa y del Espacio Europeo de Investigación.

La Comisión Europea presenta una propuesta de Programa Marco que ha de ser posteriormente aprobada por el Consejo y el Parlamento Europeo mediante un procedimiento de codecisión.

Los programas cubren un periodo de cinco años, superponiéndose el último año de un programa con el primero del siguiente y han venido aplicándose desde 1984 .

El Séptimo Programa Marco tiene como objetivo principal mejorar la competitividad

El Séptimo Programa Marco

El Séptimo Programa Marco abarca el periodo 2007-2013 y **tiene como objetivo principal la mejora de la competitividad**, fundamentalmente mediante la financiación de actividades de investigación, el desarrollo tecnológico y la demostración e innovación, realizadas en régimen de colaboración transnacional entre empresas e instituciones de investigación, pertenecientes tanto a países de la Unión Europea, como de estados asociados y terceros países.

El VII PM se estructura en cuatro grandes programas: Cooperación, Ideas, Personas y Capacidades.

Cuenta con un presupuesto total de 50,521 billones de euros, para un periodo de siete años, además de los 2,7 billones de euros para el **Programa EURATOM**, que tiene una duración de cinco años.

La participación en el Programa Marco se realiza mediante convocatorias que se abren una o dos veces al año. Los participantes reciben por lo general el 50% de los costes reales por su actividad en los proyectos y, en el caso de Pymes e in-

vestigadores, incluyendo a los centros tecnológicos, el 75% además del anticipo que se realiza a la firma del contrato.

El programa de cooperación está subdividido en diez áreas prioritarias. Las Pymes pueden participar en dicho programa presentando proyectos en colaboración con otras empresas y entidades de investigación europeas, pudiendo obtener una subvención de hasta un 75% del importe total del proyecto. En el Servicio de Información de la Comisión de CORDIS se ha habilitado un servicio de búsqueda de socios para los proyectos.

El VII Programa Marco tiene los siguientes objetivos:

- Creación de centros de excelencia europeos a través de la colaboración entre laboratorios.
- Lanzamiento de iniciativas tecnológicas europeas.
- Estímulo de la creatividad de la investigación básica a través de la competencia entre equipos a nivel europeo.
- Aumentar el atractivo de Europa para los mejores investigadores.
- Desarrollar infraestructuras de investigación de interés europeo.
- Mejorar la coordinación de programas nacionales.

VIII.2 Eólica marina en España

La aprobación del RD 1028/2007 sobre eólica marina supone un impulso para el crecimiento del sector

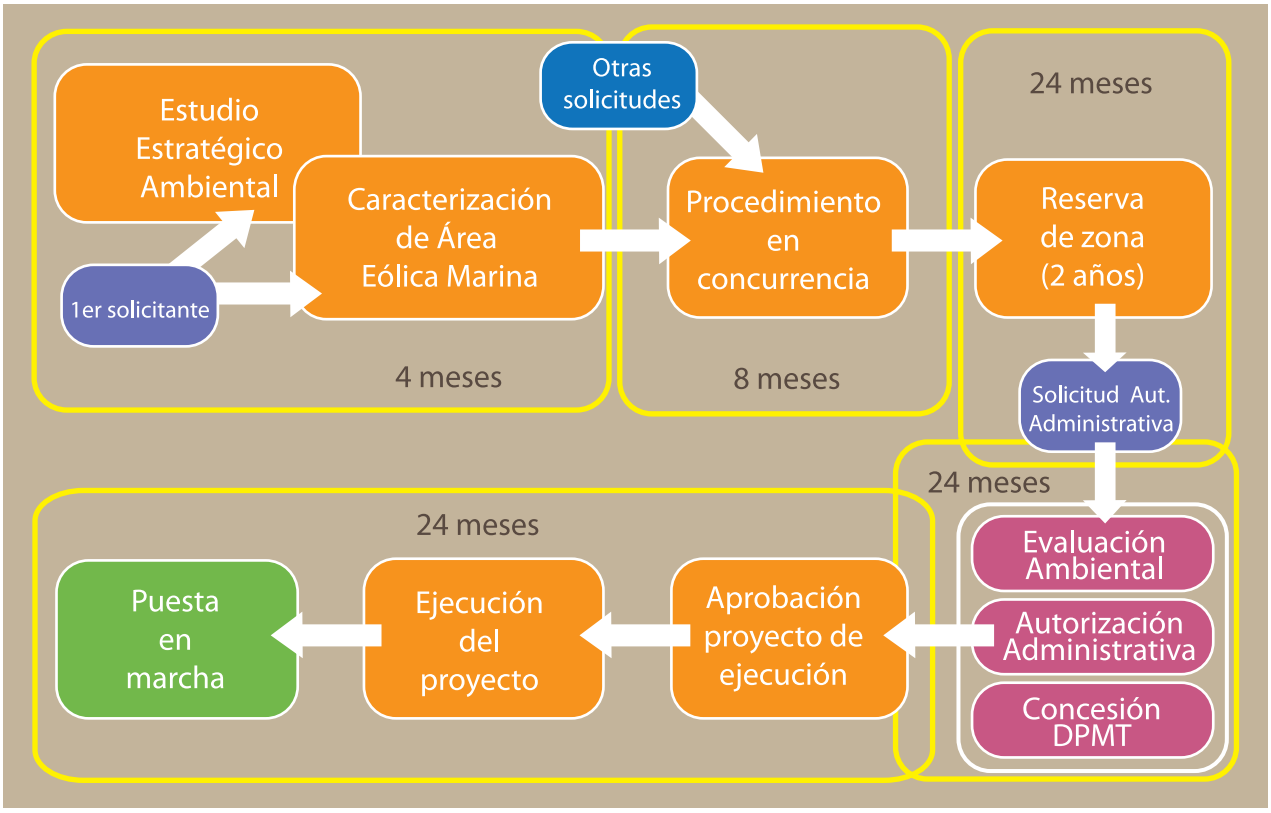
Con la aprobación del Real Decreto 1028/2007 de 20 de julio, se establece el procedimiento administrativo para la tramitación de las solicitudes de autorización de instalaciones de generación eléctrica en el mar territorial. Este hecho supone un gran avance en cuanto a la clasificación administrativa necesaria para el impulso definitivo del crecimiento de la eólica en España.

Tabla VIII.02 Proyectos financiados en VII Programa MARCO

VII Programa Marco					
PROYECTO	**COORDINADOR**	**PAÍS**	**COSTE (€)**	**PARTICIPACIÓN ESPAÑOLA**	**FINANCIACIÓN (€)**
7MW-WEC-by-11	WIP Wirtschaft und Infrastruktur GmbH & Co Planungs-KG	DE	3.270.286		
NORSEWIND	Oldbaum Services Limited	UK	3.955.214		
PROTEST	Energy research Centre of the Netherlands	NL	1.981.791		
RELIAWIND	Gamesa Innovation And Technology, S.L.U.	ES	5.181.758	Gamesa Innovation and Technology S.L:	1.207.280
				Ecotécnia, S.C.C.L.	597.336
SAFEWIND	Association pour la Recherche et le Développement des Méthodes et Processus Industriels	FR	3.992.400	Universidad Complutense de Madrid	90.061
				Fundacion Cener-Ciemat	287.226
				Universidad Carlos III de Madrid	76.115

Fuente: CE

Esquema VIII. 02 Procedimiento de Tramitación



FUENTE: MITyC

Se estima una duración de aproximadamente 6 años entre el estudio estratégico, la reserva de zona, la autorización administrativa y la ejecución y puesta en marcha del proyecto, por lo que el primer parque eólico instalado en España se espera para el año 2014, con el objetivo de tener 4 GW instalados en el año 2020.

Es importante indicar que sólo se permiten instalar parques eólicos con potencia superior a 50 MW, aunque con carácter excepcional se permitirán instalaciones eólicas de carácter experimental de 10 MW.

La Disposición Adicional tercera del Real Decreto1028/2007 requiere hacer un estudio estratégico ambiental del litoral español para la instalación de parques eólicos marinos. Este estudio fue presentado para información pública el 11 de Diciembre de 2007 y se encuentra actualmente pendiente de aprobación.

El objetivo del estudio es la determinación de las zonas de dominio público marítimo terrestre que, a efectos ambientales, reúnen condiciones favorables para la instalación de parques eólicos marinos.

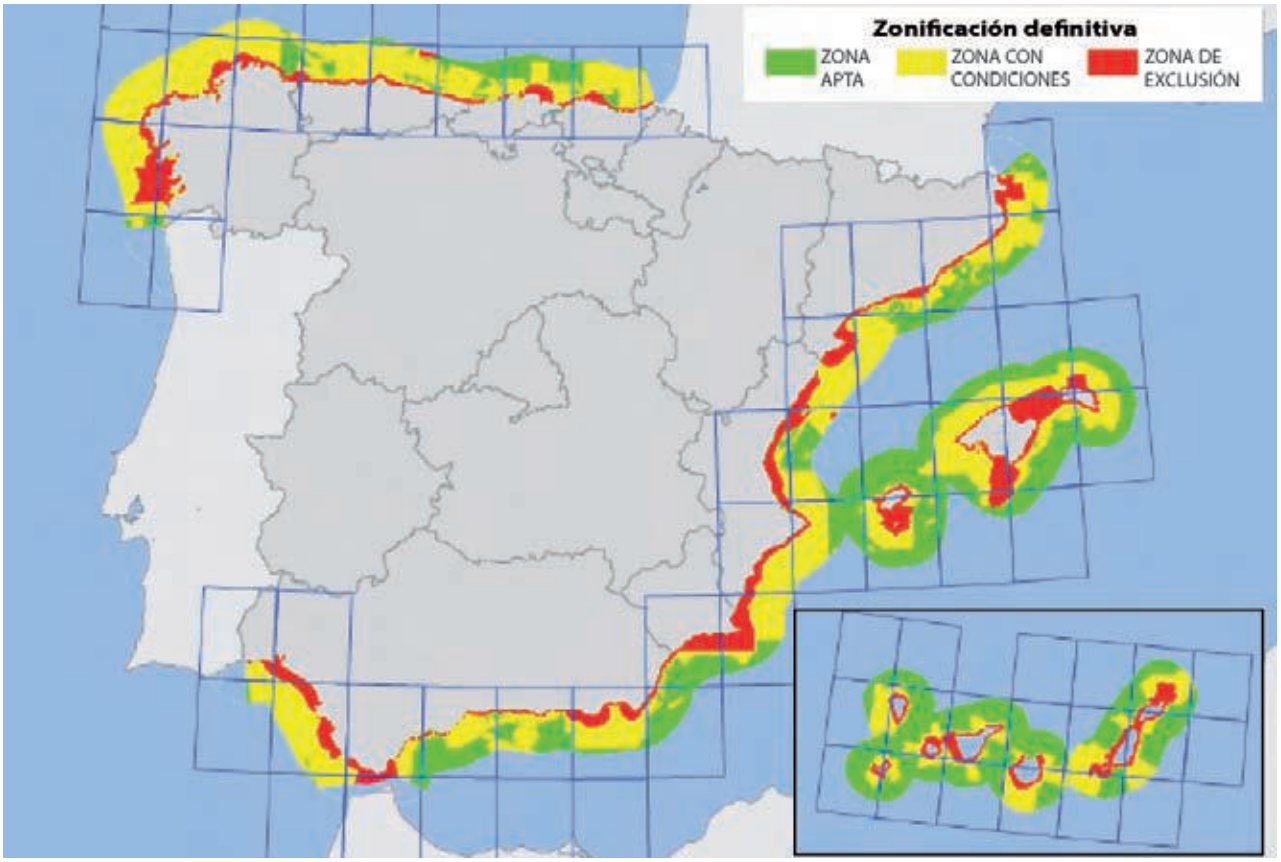
Para ellos se ha establecido una clasificación en zonas aptas, zonas con condiciones ambientales y zonas de exclusión.

En España hay varios proyectos de parques marinos en planificación.

• **Acciona** presentó hace ya algunos años el estudio para la instalación de un parque eólico marino situado entre Conil y Barbate. El estudio contempla la instalación de 273 aerogeneradores, de 3,6 MW de potencia cada uno, situados a 10 kilómetros de la costa.

• **Capital Energy** tiene una cartera de proyectos de parques eólicos marinos en España cercana a los 3.700 MW.

• **Iberdrola Renovables** ha propuesto desarrollar seis proyectos de energía eólica marina en la costa española, que alcanzarán una potencia total de 3.000 MW y se ubicarán en Cádiz, Caste-



FUENTE: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio y Ministerio de Medio Ambiente

Mapa VIII. 01
Áreas eólicas marinas

Vestas Dime©

El potencial eólico marino en España se cifra en unos 4 GW

llón y Huelva. Estas instalaciones estarían en funcionamiento antes del 2015.

• **Endesa Cogeneración y Renovables (ECyR) y ENERFIN**, han firmado un acuerdo para la promoción conjunta de proyectos eólicos marinos en España. La sociedad va a centrar sus trabajos, en una primera fase, en el desarrollo de parques eólicos marinos en la zona sur de la Península Ibérica.

El potencial eólico marino en España se cifra en unos 4 GW aproximadamente, lo que significa una quinta parte de la potencia actual instalada en tierra. Las solicitudes de ocupación son de aproximadamente 10.000 MW.

La planificación de los sectores de la electricidad y gas 2008-2016 debe incorporar la infraestructura necesaria para la evacuación de la energía eólica marina, así como hacer los estudios zonales teniendo en cuenta el potencial eólico marino existente en los diferentes nudos.

La importancia del desarrollo tecnológico en la eólica marina

La instalación de parques eólicos en el mar se hace con el objetivo de **optimizar el uso del terreno y buscar emplazamientos de mayor recurso eólico y menor turbulencia.** Sin embargo, las especiales condiciones del mar exigen importantes esfuerzos tecnológicos tanto ligados al tamaño de las máquinas, como a la necesidad de cimentación en aguas profundas, sin olvidar la adecuación de materiales y equipos que deban trabajar en entornos marinos agresivos o el costoso mantenimiento de estos equipos e instalaciones.

Las especiales condiciones del mar exigen importantes esfuerzos tecnológicos

La Plataforma Tecnológica REOLTEC tiene las siguientes líneas prioritarias de investigación en el campo de la eólica marina:

- Medidas de recursos eólicos en el mar.
- Climatología oceanográfica:
  - Modelos de oleaje.
  - Viento.
- Cimentaciones y estructuras de soporte marinas.
- Tecnologías específicas para la adaptación de los aerogeneradores al entorno marino:
  - Protección climática.
  - Muy alta fiabilidad.
  - Medioambientales.
- Cables submarinos y subestaciones eléctricas marinas.
- Logística de las instalaciones marinas.
- Infraestructuras científico tecnológicas (bancos de experimentación) en laboratorio y en campo para profundizar en el conocimiento del comportamiento de aerogeneradores y componentes.

Proyecto EOLIA (Aprobado por el CDTI dentro del Programa CENIT)

El Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) es una entidad pública empresarial, dependiente del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, que promueve la innovación y el desarrollo tecnológico de las empresas españolas. Su objetivo es contribuir a la mejora del nivel tecnológico de las mismas.

El Programa CENIT es un proyecto del gobierno español para incrementar la inversión en I+D, tanto pública como privada. Dentro de los proyectos aprobados por el CDTI englobado en el Programa CENIT está el **Proyecto EOLIA**.

EOLIA tiene como objetivo desarrollar las tecnologías adecuadas que permitan la implantación de parques eólicos offshore en aguas profundas (profundidades superiores a 40 metros).

Las actividades de investigación de este proyecto integran tecnologías energéticas (eólica y eléctrica), acuicultura, desalación, construcción y tecnología naval.

EOLIA es un consorcio de 16 empresas, liderado por Acciona Energía y con un presupuesto aprobado de 33,9 M€ y subvencionado por CDTI con 16,7 M€.

Además EOLIA supone la inclusión de 25 centros de investigación y 7 empresas como entes subcontratados por los socios del consorcio.

El Proyecto comprende un total de 10 actividades de investigación, con 50 tareas y 189 subtareas. Así mismo se prevén realizar en torno a 29 patentes.

VIII.3 Prevención de riesgos

La **prevención de riesgos laborales** cobra cada día mayor importancia en nuestra sociedad, como pone en evidencia la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y la Ley de Seguridad Industrial.

En julio de 2007 se pone en funcionamiento el **Grupo de Trabajo de Prevención de Riesgos Laborales** en el seno de la Asociación Empresarial Eólica con el objetivo fundamental de "ser referente en materia de seguridad y salud para las empresas del sector eólico", para lo que se propusieron diferentes actividades:

• Reunir el conocimiento tanto a nivel nacional como internacional sobre:

- La siniestralidad que sufre el sector.
- Normativa aplicada.
- Técnicas preventivas empleadas.

• Promover el conocimiento técnico e intercambio de información y experiencias, entre las diferentes empresas, en el ámbito de la prevención de riesgos laborales y las posibles so-

Tabla VIII.03 Actividades comprendidas dentro del Proyecto Eolia

Gestión de Proyecto
1- Especificaciones generales y asignación de objetivos
2- Tecnologías para cimentaciones offshore para aguas profundas
3- Tecnologías de evacuación eléctrica
4- Nuevos conceptos para estructuras flotantes para OWEC
5- Equipos navales para trabajos offshore en aguas profundas
6- Nuevos conceptos de OWEC
7- Metodologías de evaluación de emplazamientos offshore
8- Metodologías de operación y mantenimiento offshore
9- Acuicultura mediante parques offshore
10- Desalinización offshore

Fuente: ACCIONA

luciones en caso de incidencias.

• Difundir estudios, documentos, eventos, etc., bien mediante los medios que el Grupo establezca, o haciendo uso de los recursos disponibles a tal efecto dentro de la AEE.

• Canalizar – representar, ante las instituciones correspondientes, los intereses en materia de prevención de riesgos del sector eólico.

• Conocer y obtener las diferentes ayudas de los programas internacionales, nacionales y autonómicos para financiar las actividades y programas en el ámbito de la prevención de riesgos laborales.

A lo largo del año el Grupo de Trabajo ha concretado las tareas a desarrollar, para lo cual se han creado subgrupos de trabajo, formados por expertos en las diferentes materias, que posteriormente se presentarán como procedimiento operativo.

• Se han fijado reuniones periódicas con objetivos claros y realistas, con periodicidad trimestral, semestral o anual y con la definición del contenido que se quiere obtener:

- Unificación de criterios.

- Registro de siniestrabilidad.

- Intercambio de información.

• Se decide establecer contactos permanentes con Grupos de Trabajo similares de otras asociaciones eólicas nacionales, europeas e internacionales.

• Además, el Grupo de Trabajo se coordinará con la Agencia Europea de la Seguridad y Salud, el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo y la Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales.

Estructura y organización del grupo

Constituyen el Grupo de Trabajo de Prevención de Riesgos Laborales todas las empresas asociadas a AEE que comuniquen por escrito a la secretaría del Grupo la solicitud de su inclusión. Para ello deberán comunicar los datos de las personas que representarán a la empresa.

El grupo de trabajo se estructura conforme al siguiente organigrama:

Fuente: AEE

Esquema VIII. 03
Organigrama del Grupo de Trabajo para la Prevención de Riesgos Laborales en la industria eólica

Las reuniones de trabajo serán conjuntas, diferenciándose los puntos que deberán ser atendidos por el Comité de Coordinación y por los diferentes subgrupos. AEE actuará de secretaría de ambos, debiendo dotarles de la agilidad y operatividad necesaria. La secretaría levantará acta de cada una de las reuniones e informará a todos los participantes del GTPRL de los avances realizados.

Los objetivos de los diferentes subgrupos de trabajo son los siguientes:

A) GRUPO DE TRABAJO "FORMACIÓN EN PRL PARA EL SECTOR EÓLICO"

Objetivo: Elaborar el programa mínimo consensuado de un Curso Básico de Acogida en el Sector Eólico, índice, contenidos didácticos, prueba de evaluación, requisitos de los ponentes e instalaciones donde se impartan los cursos.

B) GRUPO DE TRABAJO "NORMATIVA INTERNACIONAL PRL"

Objetivo: Conocer la documentación que deben presentar las empresas españolas que ejecutan parques eólicos en el exterior y en diferentes situaciones (países de la UE, otros países, tiempo de permanencia, convalidaciones…).

C) GRUPO DE TRABAJO "COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES"

Objetivos: Armonizar los procedimientos de coordinación de actividades empresariales en las empresas del sector eólico.

Analizar la normativa nacional en materia de PRL y hacer hincapié en al análisis de la normativa aplicable a los trabajadores comunitarios y no comunitarios que vienen a España a prestar sus servicios y sobre todo en la aplicación de las normas cuando las actividades son de corta duración.

D) GRUPO DE TRABAJO "PROTOCOLOS DE EMERGENCIA"

Objetivo: Establecer los protocolos de emergencia en los parques eólicos y su coordinación con Protección Civil y otros medios externos. Desarrollo de un Plan de Autoprotección adaptándolo a la Norma Básica de Autoprotección.

Se realizará un acuerdo con Protección Civil del Gobierno de Navarra, para desarrollar los protocolos. Una vez concluidos se divulgarán a todas la Comunidades Autónomas.

E) GRUPO DE TRABAJO "CONSULTOR DE DUDAS TÉCNICAS"

Objetivo: Disponer de una base de datos de consulta de dudas técnicas en materia de prevención de riesgos laborales bajo el criterio de AEE.

F) GRUPO DE TRABAJO "REGISTRO DE SINIESTRALIDAD"

Objetivos: Disponer de las estadísticas de siniestralidad del sector así como de bases de datos sobre accidentes.

Realizar análisis comparativos con otros sectores y otras asociaciones internacionales.

VIII. 4 La explotación de parques eólicos

En febrero de 2008 se creó en la Asociación Eólica Empresarial el Grupo de Trabajo de Explotación de Parques Eólicos con el objetivo fundamental de intercambiar información y buscar soluciones a los problemas ligados a la operación y mantenimiento de estos parques.

Los objetivos generales de la gestión de explotación son **maximizar ingresos y optimizar costes**, con el reto fundamental de **mantener una alta disponibilidad** durante los 20 años de vida útil del parque eólico.

Las labores de mantenimiento de un parque eólico se basan principalmente en el seguimiento periódico del funcionamiento de los aerogeneradores, para detección y solución de los fallos que desencadenan sus paradas.

Las operaciones de mantenimiento están caracterizadas por su complejidad, debido al gran número de variables que intervienen, algunas de ellas difícilmente predecibles. Esto requiere exigencias de planificación y control cuidadosas para mantener una disponibilidad alta en los aerogeneradores.

Importancia de la explotación

Los costes de explotación se pueden situar entorno a 18€/MWh, según el estudio de Intermoney-AEE para el año 2007. Estos costes pueden suponer durante la vida del parque el 50% del valor actualizado de la inversión y el otro 50% puede estar ligado a la reposición de grandes componentes (palas, multiplicadora y generador).

Propuestas de actuación del Grupo de Trabajo de AEE

- **Creación de una base de datos de fallos por componentes en aerogeneradores**

Los fallos en los aerogeneradores son una de las principales causas de la baja disponibilidad y por tanto el conocimiento del número de fallos, su frecuencia y su incidencia tanto en el coste de reparación como en el productivo son necesarios para abaratar costes y mejorar dicha disponibilidad.

En el gráfico VIII.01 se puede ver la distribución de fallos por componentes en aerogeneradores, tomando como base de datos las estadísticas de Alemania en el año 2003 proporcionadas por el ISET (Instituto de Energías Renovables de la Universidad alemana de Kassel).

AEE propone en su Grupo de Trabajo la creación de una base de datos que incluyal el número, la razón de fallos y los tiempos de parada por los distintos componentes de los aerogeneradores.

La base de datos estaría coordinada por AEE, que la actualizaría periódicamente en función de los datos suministrados por los operadores de parques. Esta información se contrastaría con la base de datos del ISET y sería enviada a las entidades que participen en la elaboración de la misma.

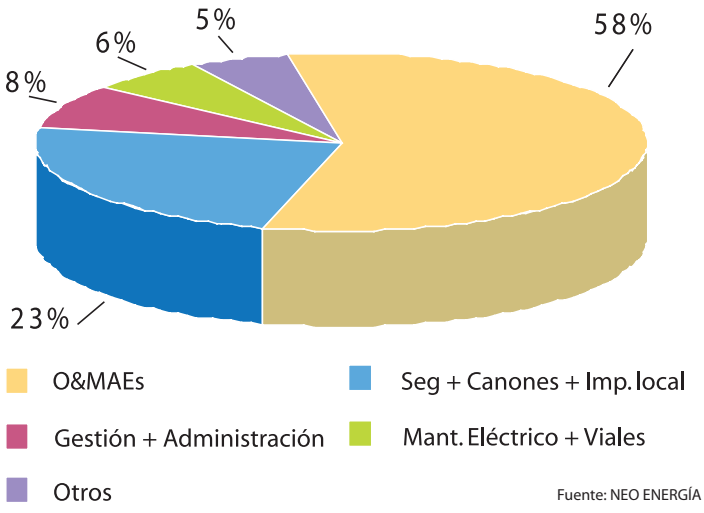
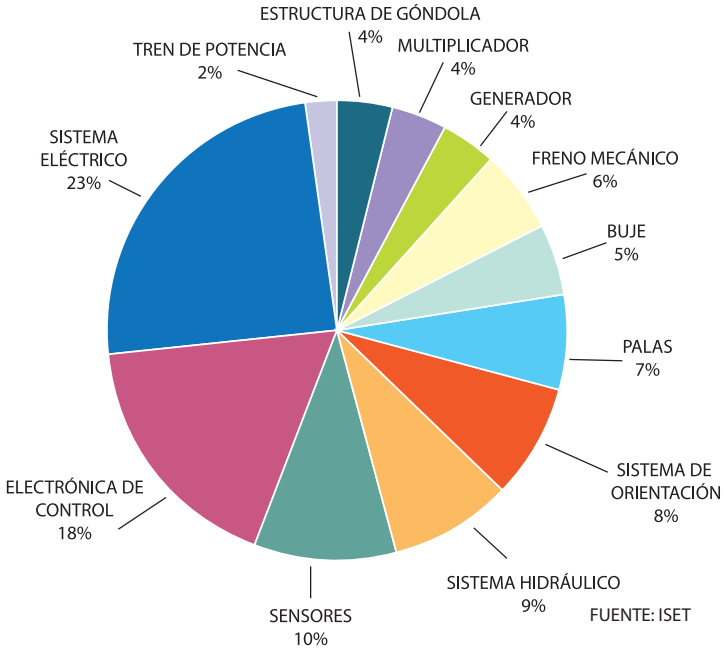


Gráfico VIII.01
Estructura de costes

Fuente: NEO ENERGÍA

Gráfico VIII.02

Fallos por componentes



Impulsar la formación en la explotación de parques

Los trabajos de operación y mantenimiento de parques eólicos se desarrollan habitualmente en condiciones adversas debido a la altura a la que se realiza el trabajo, al espacio reducido de operación y a las condiciones climatológicas existentes a esas alturas.

Actualmente existe una enorme escasez de personal cualificado para estas tareas, las cuales requieren una formación específica y bien diferenciada para el personal de Operación y el de Mantenimiento. Aspectos como el disponer de mano de obra local adquieren importancia en este tipo de trabajos ya que aseguran una **mayor fidelidad y continuidad de los profesionales.**

Para obtener una disponibilidad de un 98-99% hay que hacer una fuerte inversión en recursos humanos y mantener continuamente una correcta coordinación de los mismos.

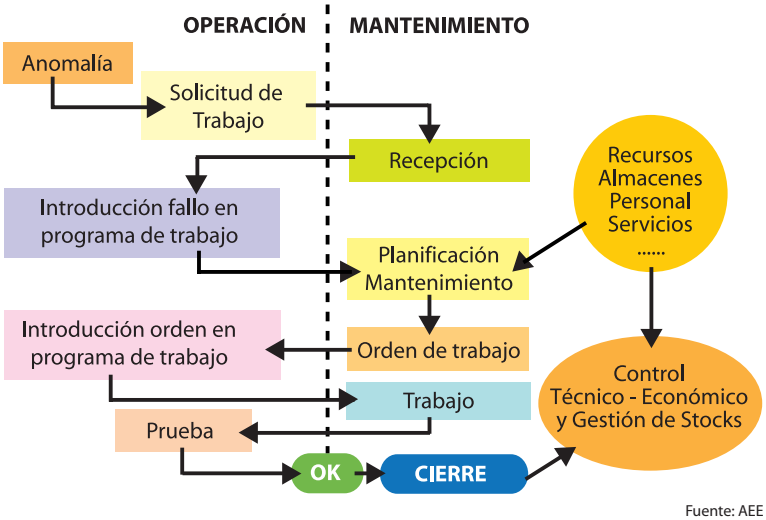
Una **adecuada distribución de personal** puede incrementar en dos puntos la disponibilidad de un parque eólico, evitando fallos que pueden producirse durante la noche y que en muchos casos son muy sencillos de reparar, pero que pueden hacer que la máquina deje de funcionar generando pérdidas importantes sobre todo en periodos de vientos altos.

Otros objetivos y líneas de actuación

- Estudios de vida útil por componentes.
- Conocimiento preciso de las cargas soportadas por los aerogeneradores.
- Mejorar los sistemas de mantenimiento preventivo y correctivo.
- Desarrollo de sistemas de mantenimiento predictivo mediante:
  - Sensorización de los componentes.
  - Monitorización de estado y previsión de averías.
- Tolerancia a fallos de los componentes.
- Incorporación sistemática de elevadores en las máquinas.
- Construcción de almacenes en parques para guardar componentes de rápido reemplazo que puedan obligar a tener innecesariamente parada una máquina.

Esquema VIII.04

Croquis de una correcta gestión del mantenimiento



Fuente: AEE

4ª Parte: LA ASOCIACIÓN

Capítulo IX

AEE; OBJETIVOS, ASOCIADOS Y ESTRUCTURA

IX.1 Objetivos

La Asociación Empresarial Eólica (AEE) que agrupa a la mayor parte de los agentes económicos del sector eólico español tiene como objetivo principal **el desarrollo y la consolidación del crecimiento del sector eólico** tanto en España como en el exterior. Con una potencia instalada por encima de los 15.200 MW en España, los objetivos del sector eólico abren nuevas posibilidades para la inversión nacional e internacional, generando grandes expectativas ante una tecnología limpia y con recursos inagotables. En efecto, los recursos naturales y climatológicos de nuestro país, junto con la industria, los promotores y la tecnología han permitido al sector eólico español ser la tercera potencia mundial por el número de MW instalados pero la primera en cuanto al protagonismo de sus empresas en los principales mercados mundiales como hemos analizado en el capítulo VI de este anuario.

El crecimiento y la consolidación de este sector suponen un pilar básico para el cumplimiento de los compromisos adquiridos por España al firmar el protocolo de Kioto y para alcanzar los objetivos fijados por la Unión Europa de dotarse en 2010 de un 12% de energía renovable sobre el consumo de energía primaria y, lo será todavía más, para lograr que en 2020 esa aportación llegue al 20%.

Principales retos

La energía eólica asume en la actualidad importantes retos que requieren un claro posicionamiento por parte de las empresas implicadas, integrando su capacidad técnica y canalizando sus aspiraciones empresariales.

Desde su fundación, los fines de la Asociación han sido:

- Un marco de estabilidad retributiva a largo plazo.
- Un marco de transparencia administrativa.
- Un foro de coordinación para el desarrollo y la gestión de las infraestructuras.

Objetivos concretos

Para lograrlo, la Asociación se ha marcado los siguientes objetivos:

- Mantener y consolidar un régimen retributivo a la producción eléctrica de origen eólico que permita un desarrollo sostenido del sector.
- Ser punto de encuentro de los principales actores del mercado eólico y único interlocutor válido del sector.
- Generar oportunidades y atraer inversión para el desarrollo de la energía eólica.
- Superar las barreras técnicas y reglamentarias que afectan al crecimiento de la energía eólica.

Procedimiento

Y todo ello se consigue gracias a la labor de la Asociación:

- Incorporando el mayor número de empresas del sector: promotores, fabricantes, instituciones financieras, aseguradores, suministradores...
- Aprovechando las capacidades de los miembros y concentrando los esfuerzos.
- Apoyándose y apoyando a las Asociaciones eólicas de ámbito regional.
- Manteniendo permanente cooperación con las administraciones.

- Intensificando el intercambio de datos y experiencias con todos los agentes involucrados en las actividades eléctricas.

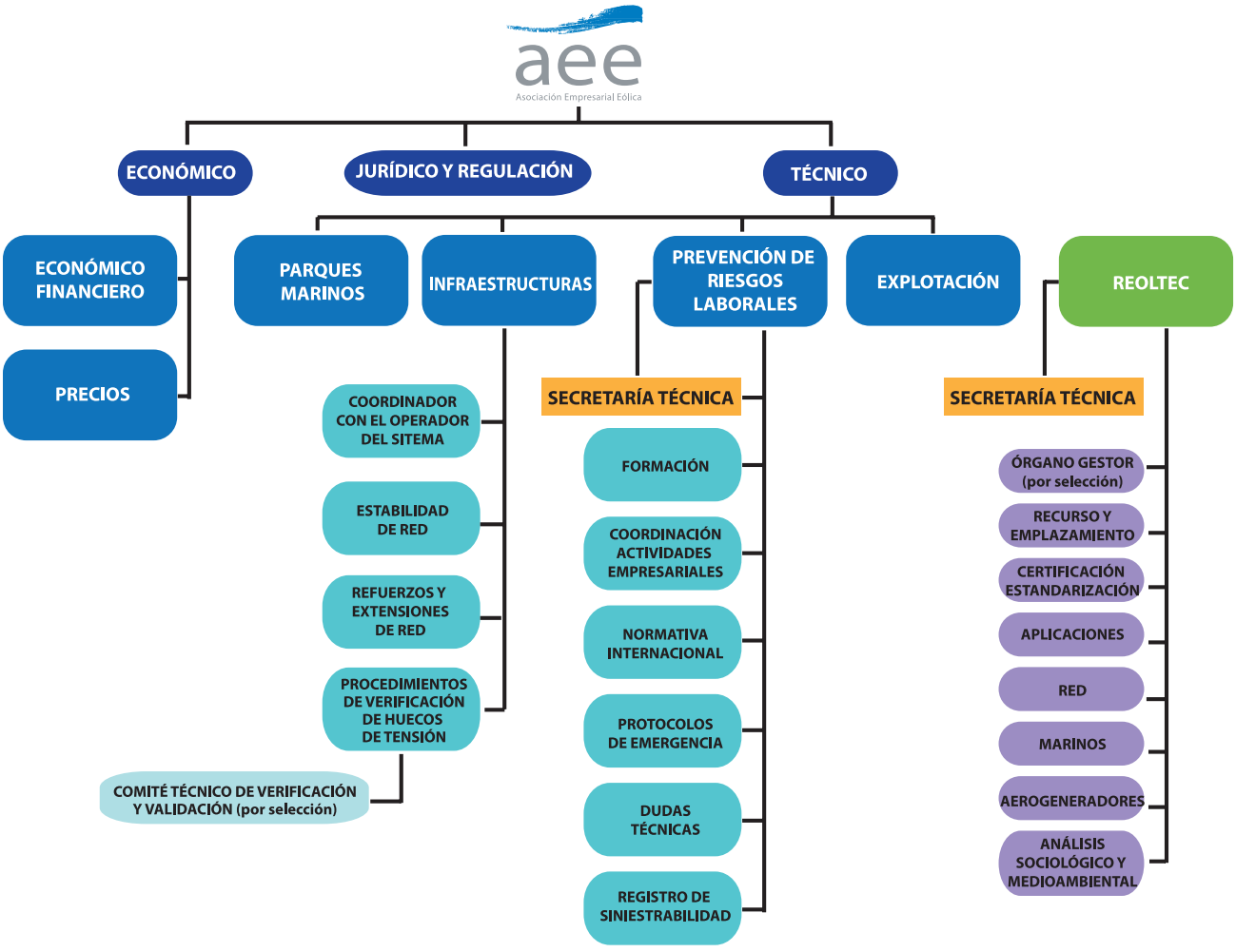
Grupos de Trabajo

Una de las principales herramientas para alcanzar los objetivos de la Asociación la conforman los diversos Grupos de Trabajo que desde ella se impulsan y que abarcan casi todos los ámbitos de actuación del sector. En el siguiente esquema se puede observar la estructura de estos grupos de trabajo.

IX.2 Todos los agentes representados

La Asociación Empresarial Eólica (AEE) agrupa a la mayor parte de los agentes económicos del sector eólico español: promotores, fabricantes, ingenierías, suministradores, aseguradoras, entidades financieras y otras empresas, además de varias asociaciones eólicas de ámbito autonómico. Al cierre de este anuario son **127 empresas asociadas**, entre las que se encuentran fabricantes y promotores que representan a más del 85 por ciento de la potencia instalada.

Esquema IX.01
Estructura de los Grupos de Trabajo



Fuente: AEE

IX.3 Relación de empresas asociadas por actividad

Asociaciones

AEPA
(Asociación Eólica del Principado de Asturias)

APECYL
(Asociación de Promotores de Energía Eólica de Castilla y León)

APREAN RENOVABLES
(Asociación de Promotores y Productores de Energías Renovables de Andalucía)

APRECAM
(Asociación de Promotores de Energía Eólica de Castilla-La Mancha)

Fabricantes de componentes

3M ESPAÑA, S.A.

ALSTOM POWER SERVICE, S.A.

AREVA T&D IBÉRICA, S.A.

ASEA BROWN BOVERI, S.A.

AVANTI WIND SYSTEMS, S.L.

C.C. JENSEN IBÉRICA, S.L.

DANOBAT S. COOP.

DIMECO TÉCNICAS INDUSTRIALES, S.L.

ELEVADORES GOIAN

ENFLO WINDTEC IBÉRICA, S.L.

FLUITECNIK

INGETEAM, S.A.

INNEO TORRES, S.L.

KINTECH INGENIERIA, S.L.

LM GLASFIBER ESPAÑOLA, S.A.

MATZ-ERREKA S. COOP.

MITA-TEKNIKA/S

PRAINSA PREFABRICADOS, S.A.

SANTOS MAQUINARIA ELÉCTRICA, S.L.

SKF ESPAÑOLA, S.A.

TRACTEL IBÉRICA, S.A.

VOITH TURBO, S.A.

WINERGY (FLENDER IBÉRICA, S.A.)

Fabricantes de aerogeneradores

ECOTÈCNIA RENOVABLES, S.L.

ENERCON WINDENERGY SPAIN, S.L.

EÓLICA DEL ZENETE, S.L. (EOZEN)

GAMESA EÓLICA

GE WIND ENERGY, S.L.

M TORRES OLVEGA INDUSTRIAL, S.A.

NORDEX ENERGY IBÉRICA, S.A.

REPOWER ESPAÑA, S.R.L.

SOLUCIONES FERROLANAS, S.A. SOFESA (NAVANTIA)

SUZLON WIND ENERGY ESPAÑA, S.L.U.

VESTAS EÓLICA, S.A.U.

Otras entidades

CENTRO NACIONAL DE ENERGÍAS RENOVABLES (CENER)

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES. UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA

Promotores / Productores

ABO WIND ESPAÑA, S.A.

ACCIONA GREEN ENERGY, S.L

ALARDE SOCIEDAD DE ENERGÍA, S.A.

ALDESA ENERGÍAS ALTERNATIVAS, S.A.

BANCSABADELL INVERSIÓ I DESENVOLUPAMENT

BEAS DE INGENIERIA, S.L.,

CALIDAD ENERGÉTICA, S.A.

CAPITAL ENERGY, S.A.

CASTELLWIND-03, S.L.

COPCISA ELÉCTRICA, S.L.U.

ENDESA COGENERACIÓN Y RENOVABLES, S.A.

ENEL UNIÓN FENOSA RENOVABLES, S.A.

ENERFÍN SOCIEDAD DE ENERGÍA, S.A.

ENERGI E2 RENOVABLES IBÉRICAS, S.L.U.

ENERGÍAS RENOVABLES MEDITERRÁNEAS, S.A. (RENOMAR)

ENERGY RESOURCES, S.A.

ENERGYO RENEWABLE ENERGY, S.A.

EOLIA MISTRAL DE INVERSIONES, SCR, S.A.

EÓLICA BOSQUE ALTO, S.A. (GRUPO URVASCO)

EÓLICA DE NAVARRA, S.L

EÓLICA DEL SURESTE, S.L.

ESBI FACILITY MANAGEMENT ESPAÑA, S.L.

EVELOP SPAIN, S.L.

GAELSA ENERGIAS, S.A.

GAMESA ENERGÍA

GECAL, S.A.

GENERA AVANTE, S.L.

GRUPO GUASCOR, S.L.

GRUPO VI ENERGÍAS RENOVABLES, S.L.U.

IBERDROLA RENOVABLES, S.A.U

IBEREÓLICA, S.L.

ISOLUX CORSAN CONCESIONES, S.A.

MARTINSA-FADESA RENOVABLES

MONTAÑESA DE RECURSOS ENERGÉTICOS, S.L.

NEO ENERGÍA, S.L.

NORVENTO, S.L.

NUEVAS EMPRESAS DE MÉLIDA, S.L.

OLIVENTO, S.L. (BABCOCK BROWN)

ORISOL CORPORACIÓN ENERGÉTICA, S.A.

PALENCIA DE ENERGÍA EÓLICA, A.I.E

PRENEAL, S.A

SAN MARTÍN, S.A.

SHELL ESPAÑA, S.A.

SISTEMAS ENERGÍAS REGENERATIVAS, S.A.

SOCIEDAD EÓLICA DE ANDALUCÍA, S.A.

THEOLIA IBÉRICA, S.L.

Servicios

360 CORPORATE FINANCE, S.A.

ALATEC, S.A.

ALEASOFT (ALEA BUSINESS SOFTWARE, S.L.)

ASCOT INSURANCE SERVICES SPAIN

BARLOVENTO RECURSOS NATURALES, S.L.

BESEL, S.A.,

BRUZON&MILLER CORREDURÍA DE SEGUROS Y REASEGUROS, S.A.

CAIXA D´ESTALVIS DE CATALUNYA

CENTROS PARA LA FORMACIÓN Y LA PREVENCIÓN. CENFORPRE, S.L.

CONAPRO, COMERCIAL NAVARRA DE PROTECCIÓN, S.L.

CONTROL Y MONTAJES INDUSTRIALES CYMI, S.A.

DEWI, Sucursal en España

ELDU, S.A.

ELEKTRIZITATS-GESELLSCHAFT LAUFENBRG

ELSPEC ENGINEERING, LTD.

ENERGY TO QUALITY, S.L.

EREDA, S.L. (Energías Renovables y Desarrollos Alternativos)

FUNDACIÓN CIRCE-CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS Y CONSUMOS ENERGÉTICOS

GARRAD HASSAN ESPAÑA, S.L.U.

GRUPO BIOTECH DOS MIL, S.L.

IBERDROLA INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN, S.A.U.

ICIT, S.A. GRUPO TÜV RHEILAND

INFOPOWER (T & F Informanews Ibería, S.A.)

ISASTUR, S.A.

ISOTROL, S.A.

LA CAIXA, S.A.

MARSH, S.A.

MASTER DISTANCIA, S.A.

METEOLÓGICA, S.A.

METEOSIM TRUEWIND, S.L.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ENERGY, S.A.

SERVICIOS RENOVABLES DE NAVARRA, S.L.

SSB SERVICIOS EÓLICOS IBERIA, .S.L.

TESICNOR, S.L.

YNFINITI ENGINEERING SERVICES, S.L.

WIND TO MARKET, S.A.

WINTEST IBÉRICA, S.L.

WINDBROKERS ESPAÑA, S.L.

IX.4 Junta Directiva

Presidente

José Donoso Alonso	GAMESA ENERGÍA

Vicepresidentes

Concha Cánovas del Castillo	ENDESA
María García Argüelles	OLIVENTO
Santiago Gómez Ramos	ACCIONA EÓLICA CESA, S.L.
Rafael González Sánchez	ENEL UNIÓN FENOSA
Joao Paulo Nogueira	NEO ENERGIA
Ángeles Santamaría	IBERDROLA RENOVABLES

Vocales

Antonio Casla	GE WIND ENERGY, S.L.
Antonio Espíldora	APRECAM
Felipe García-Mina Cabredo	SUZLON WIND ENERGY ESPAÑA, S.L.U.
Eugenio García Tejerina	APECYL
Nikolaj Harbo	ENERGI E2
César Hernández Chico	PRENEAL
Juan Carlos Martínez-Amago	MARTINSA-FADESA RENOVABLES, S.L.
Manuel Menéndez López	LA CAIXA
Javier Perea	GAMESA EÓLICA
Guillermo Planas Roca	ENERFÍN
Javier Rodríguez Díez	VESTAS
Carlos Rojo	APREAN
Nacho Soucheiron	BANCSABADELL
José Manuel Uncio Lacasa	ENERGIAS RENOVABLES MEDITERRÁNEAS, S.A.
Rafael Zubiaur	BARLOVENTO
Enrique Álvarez Uría	AEPA
Ramón Fiestas	Secretario

El presidente y los vicepresidentes forman parte de la Comisión Permanente.

IX.5 Staff

Ramón Fiestas

Secretario General

Alberto Ceña

Director Técnico

Sergio de Otto

Director de Comunicación

Ángel Budia

Administración

Ángeles Mora

Departamento Técnico

Juan José Mostaza

Departamento Técnico

Mar Morante

Departamento de Comunicación

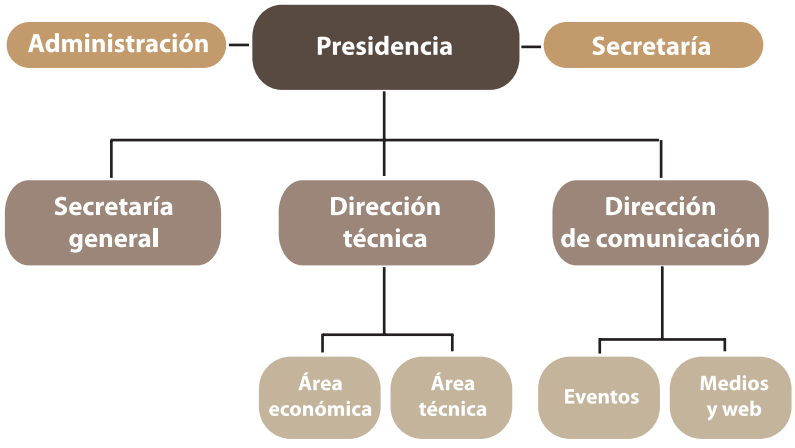
Shelia Carbajal

Departamento de Comunicación

Paz Mesa

Secretaria

Esquema IX.02
Staff de AEE



ANEXO

RELACIÓN DE GRÁFICOS, TABLAS, MAPAS Y ESQUEMAS

CAPÍTULO I

Gráfico I.01

Evolución anual de la potencia eólica instalada, previsión según PER y previsión a 2020 17

CAPÍTULO IV

Gráfico IV.01

Incremento anual de la potencia eólica instalada y tasa de variación. 1998-2007 30

Gráfico IV.02

Evolución anual de la potencia eólica instalada. 1997-2007 30

Gráfico IV.03

Evolución anual de la potencia eólica instalada y previsión según PER 2005-2010 31

Gráfico IV.04

Reparto de la potencia por tecnologías Total Nacional. 2007 31

Gráfico IV.05

Evolución de la potencia instalada por tecnologías. 2004-2007 31

Gráfico IV.06

Reparto de la potencia instalada de energías renovables. 2007 32

Gráfico IV.07

Evolución anual de la potencia instalada de energías renovables. 1990-2007 32

Tabla IV. 01

Potencia instalada por Comunidades Autónomas. 2007 33

Gráfico IV.08

Potencia instalada por Comunidades Autónomas. 2004-2007 33

Tabla IV. 02

Potencia instalada por provincias 34

Tabla IV. 03

Potencia instalada por promotores 35

Gráfico IV.09

Reparto por promotores de la potencia eólica instalada acumulada a 01/01/2008 35

Gráfico IV.10

Reparto por promotores de la potencia eólica instalada en 2007 35

Tabla IV. 04

Potencia instalada por fabricantes 36

Gráfico IV.11

Reparto por fabricantes de la potencia eólica instalada acumulada a 01/01/2008 37

Gráfico IV.12

Reparto por fabricantes de la potencia eólica instalada. 2007 37

Gráfico IV.13

Evolución anual de la potencia eólica instalada por fabricantes. 2004-2007 37

Gráfico IV.14

Evolución anual del tamaño medio del aerogenerador. 1987-2007 37

Gráfico IV.15

Evolución anual de la generación eólica en España y tasa de variación. 2000-2007 38

Gráfico IV.16
Evolución anual de la generación eólica en España y previsión del PER. 2000-2010 38
Gráfico IV.17
Reparto de la generación por tecnologías. Total Peninsular. 2007 39
Gráfico IV.18
Reparto de la generación por tecnologías. Total Nacional. 2007 39
Gráfico IV.19
Evolución anual de la generación por tecnologías. 2004-2007 39
Gráfico IV.20
Reparto de la generación de tecnologías de origen renovable. 2007 40
Gráfico IV.21
Evolución anual de la generación por tecnologías de origen renovable. 1990-2007 40
Gráfico IV.22
Evolución mensual de la generación eólica. 2004-2007 40
Gráfico IV.23
Número de horas de funcionamiento. 2004-2007 41
Gráfico IV.24
Demanda de energía en b.c. cubierta por energía eólica. 1990-2007 41
Gráfico IV.25
Generación eólica horaria. 2007 42
Gráfico IV.26
Cobertura de la demanda horaria. 2007 42

CAPÍTULO V

Gráfico V.01
Potencia instalada acumulada a nivel mundial. 1995-2007 45
Gráfico V.02
Potencia anual instalada a nivel mundial y tasa de variación. 1996-2007 45
Tabla V.01
Potencia total por región. 2006-2007 46
Gráfico V.03
Reparto por regiones de la potencia eólica instalada acumulada a 01/01/2008 a nivel mundial 46
Gráfico V.04
Variación neta de la potencia instalada en la Unión Europea en el periodo 2000-2007 47
Gráfico V.05
Reparto por países de la potencia eólica instalada a nivel mundial 47
Tabla V.02
Potencia eólica instalada por países (MW) 48
Gráfico V.06
Demanda eléctrica cubierta por energía eólica de los países de la Unión Europea. 2007 48
Tabla V.03
Potencia instalada, número de turbinas, tamaño medio, generación eólica, demanda y porcentaje de la demanda cubierta con eólica por países. 2006 49
Tabla V.04
Ratios de los países con mayor potencia instalada. 2007 49
Tabla V.05
Potencia instalada de los principales fabricantes a nivel mundial 50

Tabla V.06

Parques eólicos marinos 51

Gráfico V.07

Reparto por países de la potencia eólica marina instalada. 2007 51

CAPÍTULO VI

Tabla VI.01

Potencia eólica instalada por los principales promotores fuera de España 53

Tabla VI.02

Parques eólicos construidos por Gamesa hasta finales del 2007 54

Tabla VI.03

Parques eólicos construidos por Acciona hasta finales del 2007 55

Tabla VI.04

Parques eólicos en construcción de Acciona 56

Tabla VI.05

Parques, potencia y proyectos de Neo Energía 57

Esquema VI.01

Croquis del funcionamiento del CECRE 58

Esquema VI.02

Croquis funcional de GEMAS 59

Esquema VI.03

Cálculo de consignas de GEMAS 59

Gráfico VI.01

Recorte de producción por hueco de tensión (04/03/2008) 60

Gráfico VI.02

Recorte de producción por sobrecarga (07/03/2008) 60

Esquema VI.04

Croquis general para el cumplimiento del PVVC 61

Tabla VI.06

Potencia certificada en abril del 2008 61

CAPÍTULO VII

Gráfico VII.01

Evolución de la prima según el precio del mercado. Valores 2007 64

Gráfico VII.02

Evolución del Pool+Prima según el precio del mercado. Valores 2007 65

Tabla VII.0.1

Evolución de la tarifa regulada, prima de referencia, límite superior y límite inferior 65

Gráfico VII.03

Régimen económico RD 661/2007 66

Tabla VII.02

Comparativa complemento por energía reactiva RD 436/2004 y RD 661/2007 66

Gráfico VII.04

Evolución anual del precio del mercado diario y tasa de variación. 1998-2007 67

Gráfico VII.05

Evolución mensual del precio del mercado diario. 2003-2007 67

Gráfico VII.06

Comparativa de los precios medios mensuales de los principales mercados internacionales. 2005-2007 68

Gráfico VII.07

Energía casada en el mercado diario. 1998-2007 68

Tabla VII.03

Resumen de los resultados de las subastas CESUR 69

Gráfico VII.08
Participación de la eólica en el mercado y en tarifa regulada. 2003-2007 69

Gráfico VII.09
Participación de la eólica en el mercado de producción. Finales 2007 69

Gráfico VII.10
Comparativa entre el precio medio percibido por la eólica y el precio medio aritmético del mercado diario. 2007 70

Gráfico VII.11
Retribución según el RD 436/2004. 2007 70

Gráfico VII.12
Retribución según el RD 661/2007. 2007 70

Tabla VII.0.4
Comparativa entre el cálculo horario y el cálculo mensual de la prima del RD 661/2007. 2007 71

Tabla VII.0.5
Análisis mensual de la retribución según el RD 661/2007 y el RD 436/2004. 2007 71

Gráfico VII.13
Evolución mensual de la prima según el RD 436/2004 y el RD 661/2007. 2007 71

Tabla VII.06
Número de horas en cada tramo de la retribución. 2007 72

Gráfico VII.14
Evolución del Pool+Prima según el precio del mercado diario. 2008 72

Tabla VII.07
Previsión de precios de mercado mensuales y de la retribución en la opción de mercado según el RD 436/2004 y el RD 661/2007 para el año 2008 73

Gráfico VII.15
Evolución de las emisiones de CO_2 evitadas por la energía eólica 73

Gráfico VII.16
Generación eólica diaria y precio medio diario del mercado. 2007 74

Gráfico VII.17
Efecto de la generación eólica en el precio para distintos niveles de penetración eólica 75

Gráfico VII.18
Relación media entre potencia eólica y precio del mercado diario 76

Tabla VII.08
Grado de abastecimiento. 2005-2006 76

Gráfico VII.19
Toneladas equivalentes de petróleo evitadas por la energía eólica. 2003-2007 76

Gráfico VII.20
Número de hogares abastecidos con energía eólica. 2004-2007 77

Gráfico VII.21
Empleos derivados de la industria eólica en España .2007 77

Gráfico VII.22
Reparto del empleo directo por actividad. 2007 77

Tabla VII.09
Centros industriales del sector eólico en España 78

Mapa VII.01
Centros industriales del sector eólico en España 79

Tabla VII.10
Número de empresas del sector eólico por Comunidades Autónomas 80

Mapa VII.02
Empresas del sector eólico por Comunidades Autónomas 81

CAPÍTULO VIII

Esquema VIII.01
Estructura de REOLTEC 83

Tabla VIII.01
V Programa MARCO y VI Programa MARCO
(proyectos aprobados) 86

Tabla VIII.02
Proyectos financiados en VII Programa MARCO 87

Esquema VIII.02
Procedimiento de tramitación 88

Mapa VIII.01
Áreas eólicas marinas 89

Tabla VIII.03
Actividades comprendidas dentro del Proyecto Eolia 91

Esquema VIII.03
Organigrama del Grupo de Trabajo para la Prevención
de Riesgos Laborales en la industria eólica 92

Gráfico VIII.01
Estructura de costes 94

Gráfico VIII.02
Fallos por componentes 95

Esquema VIII.04
Croquis de una correcta gestión del mantenimiento 95

CAPÍTULO IX

Esquema IX.01
Estructura de los Grupos de Trabajo 98

Esquema IX.02
Staff de AEE 103

aee
Asociación Empresarial Eólica

Asociación Empresarial Eólica
Serrano, 143 • 28006 MADRID
Tel.: +34 91 745 12 76 • Fax: +34 91 745 12 77
E-mail: aeeolica@aeeolica.es
www.aeeolica.es