

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Eólica

### INDICE

<b>6.1.</b>	Energía Eólica.....	2	6.1.8.4.	La energía eólica Offshore en la Región de Murcia.	11
<b>6.1.1.</b>	Situación actual.....	2	6.1.8.4.1.	Barreras.....	11
<b>6.1.2.</b>	Estado del Arte.....	4	6.1.8.4.2.	Objetivos.....	11
<b>6.1.3.</b>	Evolución del sector empresarial.....	5	6.1.8.5.	Referencias.....	11
<b>6.1.4.</b>	Repercusiones económicas.....	7	<b>6.1.9.</b>	Energía Minieólica.....	11
<b>6.1.5.</b>	La energía eólica en Europa.....	8	6.1.9.1.	La energía Minieólica en España.....	11
<b>6.1.6.</b>	La energía eólica en España.....	11	6.1.9.2.	La energía Minieólica en la Región de Murcia	11
6.1.6.1.	Liderazgo industrial.....	11	6.1.9.2.1.	Barreras.....	11
<b>6.1.7.</b>	La energía Eólica en la Región de Murcia.....	11	6.1.9.2.2.	Objetivos.....	11
6.1.7.1.	Recursos potenciales.....	11	6.1.9.2.3.	Medidas.....	11
6.1.7.2.	Barreras.....	11			
6.1.7.2.1.	Barreras medioambientales.....	11			
6.1.7.2.2.	Barreras de la red de transporte y distribución.	11			
6.1.7.3.	Objetivos.....	11			
6.1.7.4.	Medidas.....	11			
6.1.7.5.	Inversiones asociadas.....	11			
6.1.7.6.	Emisiones evitadas.....	11			
6.1.7.7.	Referencias.....	11			
<b>6.1.8.</b>	Energía Eólica Offshore.....	11			
6.1.8.1.	Situación actual.....	11			
6.1.8.2.	Estado del Arte.....	11			
6.1.8.3.	La energía Eólica Offshore en España.....	11			
6.1.8.3.1.	Costes.....	11			

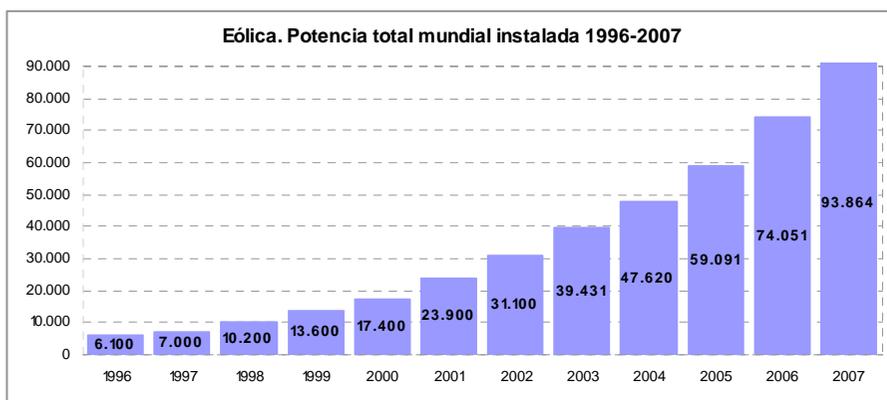
## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Eólica

### 6.1. Energía Eólica.

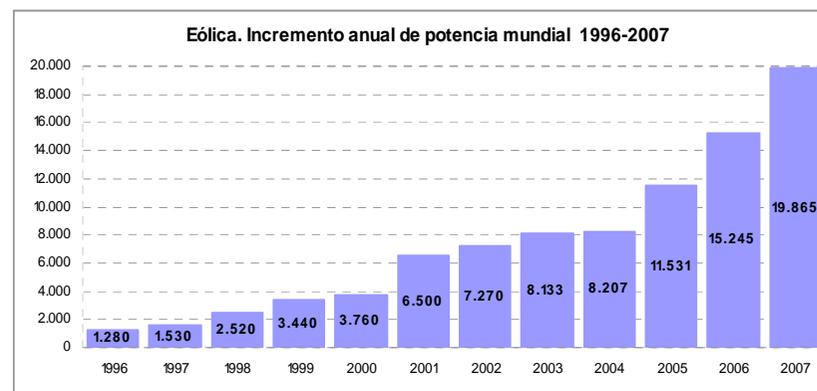
#### 6.1.1. Situación actual.

Los datos sobre la evolución de la energía eólica en los últimos años son bastante elocuentes y permiten definir la evolución de la energía eólica en cuatro cifras.

La capacidad eólica mundial a finales de 2007 aumentó de nuevo de manera significativa en cerca de 20.000 MW (+25,9 %), respecto a 2006, lo que se traduce en una capacidad mundial total instalada de 93.677,9 MW distribuida entre más de 70 países.

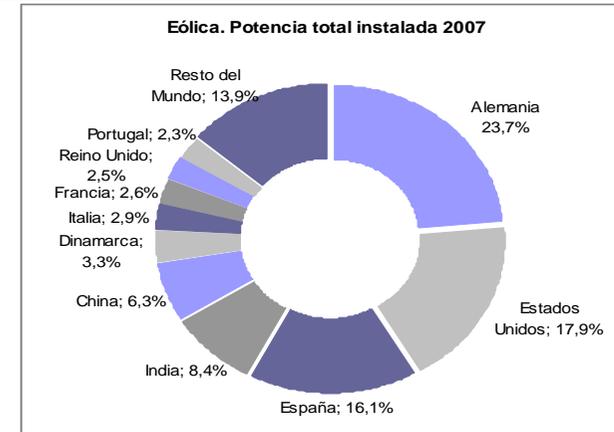
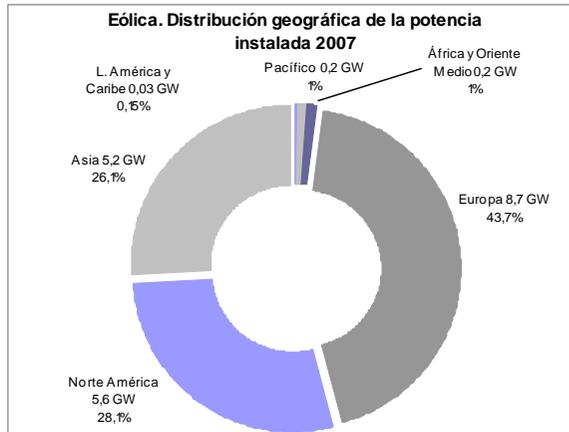


mercado), a la vez que se ha producido la activación de los mercados estadounidense y asiático. Más de la mitad del crecimiento eólico ha tenido lugar en los Estados Unidos (28,5%) y Asia (26,5%) que han irrumpido en el mercado eólico produciendo una fuerte expansión del sector. De esta forma USA, la India y China se incorporan al grupo de los grandes productores de energía eólica encabezando la lista de potencia instalada junto con Alemania y España con el siguiente reparto de potencia: Alemania cuenta con 22.3 GW, Estados Unidos 16.8 GW, España 15.1 GW, la India 7.8 GW y la República Popular China (5.9 GW). Entre los cinco países aglutinan el 72,3 % de la potencia mundial instalada.

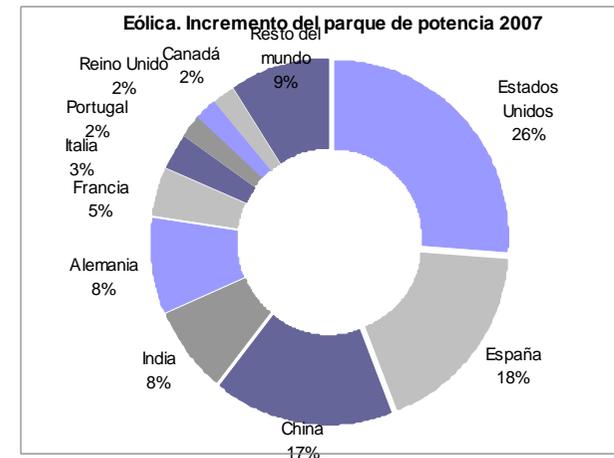


La evolución del mercado eólico ha sido muy positiva, manteniéndose Europa como el principal mercado eólico en 2007 (43,5% de cuota de

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Eólica



En valores acumulados, la capacidad eólica total europea instalada a finales de 2007 fue de 57 GW. El fuerte crecimiento americano y asiático no afectó al mercado de la Unión Europea, que aumentó de nuevo, con 8.332 nuevos MW instalados en 2007 (frente a los 7.461,1 MW en 2006), lo que produjo un total de capacidad instalada UE-27 de 56.346,9 MW. España encabeza el incremento de potencia, liderando el mercado eólico por detrás de Estados Unidos.



## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Eólica

En 2007, las instalaciones de tierra y de alta mar proporcionaron una producción estimada de 98 TWh, lo que representa un crecimiento del 20,1% respecto al 2006. Esta producción equivale a la demanda eléctrica de 32,7 millones de hogares<sup>1</sup>. La participación de la generación eléctrica de origen eólico en el mix de producción de electricidad eólica en Europa supuso una cuota de generación del 3% de la electricidad total.

La UNEP Sustainable Energy Finance Initiative plasma en su reciente informe “Global Trends in Sustainable Energy Investment 2008”, el nuevo récord de inversiones alcanzado en energías renovables durante el ejercicio 2007, cifrado en 98,3 billones de euros, suponiendo un incremento del 60% respecto al 2006, de los que 25 billones se han invertido en nuevos equipos.

La mayor parte de las inversiones y transacciones tuvieron lugar en el sector eólico, cuyo auge ha sido progresivo en los últimos años. La evolución de la energía eólica ha pasado de las primeras aplicaciones como instalaciones de aerogeneradores aislados utilizados en bombeos y aplicaciones rurales aisladas, a parques eólicos de potencia superior a cientos de MW. Al desarrollo en tierra ampliamente consolidado, le ha sucedido el despegue del Offshore en la plataforma costera, hecho que ya es inminente con parques de más de 1 GW en proyecto y construcción.

La expansión acaecida se puede justificar en base a dos hechos.

---

<sup>1</sup> Consumo medio de electricidad 3000 kWh/hogar y año.

El primero es la entrada en el negocio eólico de empresas ajenas a la fabricación de aerogeneradores. El segundo ha sido la expansión del mercado eólico más allá de su núcleo inicial en Europa y los Estados Unidos. Ambos hechos se han influido mutuamente.

La entrada de nuevos actores en el mercado eólico es en sí misma una consecuencia del éxito económico de la energía eólica, que constituye “per se” un negocio rentable y con ingresos garantizados por los diferentes gobiernos, enfatizado por los compromisos políticos adquiridos de que la producción y el consumo de una parte de la energía global se produzca a partir de fuentes de energía renovable, con el doble fin de incrementar la seguridad y el autoabastecimiento energético y, mitigar el cambio climático y las repercusiones medioambientales del ciclo energético. Este último hecho es especialmente relevante en los países de la UE que se han comprometido a alcanzar el objetivo de que el 20% de la energía eléctrica producida en el año 2020, sea con origen renovable.

Estos dos hechos o factores han favorecido la entrada de empresas eléctricas, petroleras y gasistas, e incluso de capital ajeno por completo al sector energético, que han encontrado en el sector de las renovables una vía de inversión con rentabilidad asegurada a largo plazo, inyectando un importante flujo de capital en el sector.

### 6.1.2. Estado del Arte.

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Eólica

Los aerogeneradores instalados actualmente oscilan entre los 1,5 MW y los 3 MW, estos últimos se encuentran en fase de inicio de fabricación seriada en la mayoría de los fabricantes. El tamaño medio de los aerogeneradores es una variable en continuo crecimiento. Una máquina de 3 MW tiene un rotor de 116 m y la nacelle se sitúa en lo alto de una torre de entre 80 y 120 m de altura. Ello da al aerogenerador una altura total hasta la punta de pala de casi 180 m. Actualmente hay algunos aerogeneradores de 4,5 MW, 5 MW y hasta 6 MW funcionando en Alemania. Las máquinas más grandes están diseñadas para las aplicaciones Offshore. Los tecnólogos plantean la posibilidad de llegar a máquinas de 8, 10 incluso 15 MW.

El mercado español mantiene aerogeneradores de menor tamaño respecto a los demás países de la Unión Europea, condicionado en parte por el tipo de aerogeneradores que se fabrica en el país, aún así se ha pasado de una potencia media unitaria de 1.375 KW en el 2006 a 1.562 KW en el 2007.

En el Reino Unido, por contra, los emplazamientos cuentan con condiciones de viento muy superiores adaptados a aerogeneradores de mayor potencia, por encima de los 2 MW, y el desarrollo de la potencia Offshore como el parque de Burbo Bank que cuenta con 25 aerogeneradores de Siemens de 3,6 MW cada uno. En Alemania el tamaño medio se establece cercano a los 2 MW, tamaño con tendencia creciente con el fin de optimizar el número de emplazamientos.

### 6.1.3. Evolución del sector empresarial.

A nivel mundial se ha producido una evolución del promotor eólico que inicialmente realizaba pequeñas instalaciones aisladas para electrificación rural o la obtención de agua de pozo, a convertirse en un negocio de suministro energético proporcionado por compañías energéticas y grandes productores, financiados por la banca.

La entrada de las petroleras en el negocio eólico respalda la solvencia del mismo. Así destaca el caso de Shell y BP como promotoras de un parque eólico Offshore de 1 GW en el estuario del Támesis y otra actuación similar en Tejas. En la misma línea 7 de los 10 mayores operadores de energía eólica a nivel mundial son compañías energéticas o grandes productores.

El ejemplo más destacado es la empresa española Iberdrola, que cuenta con un amplio elenco de activos en generación en centrales térmicas, nucleares e hidroeléctricas. Las primeras inversiones de Iberdrola en el sector eólico se concentraron en España con las turbinas de Gamesa. El pasado año Iberdrola se fusionó con la escocesa Scottish Power y con la estadounidense PPM Energy. A finales del 2007, Iberdrola contaba entre sus activos un total de 7,70 GW de potencia instalada en renovables, de los que 7,36 GW son de eólica, lo que la convierte en el líder mundial de capacidad eólica. Entre sus objetivos está el mantener un ratio de crecimiento de 2 GW/año hasta

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Eólica

alcanzar los 13,6 GW de potencia instalada en renovables a final de la década.

Otras grandes empresas energéticas que han optado por incrementar su cartera de renovables son la estadounidense Florida Power and Light (FPL), y las europeas Energías de Portugal (EdP), Endesa, la danesa DONG, Vattenfall de Suecia, Enel, EDF, y las alemanas EON y RWE.

Desde el punto de vista del desarrollo industrial, el crecimiento del nicho de mercado ha favorecido la expansión de las empresas de fabricación y la entrada de nuevos fabricantes en el mercado, multiplicándose el número de plantas de fabricación de componentes e industrias auxiliares y favoreciendo la creación de grandes grupos empresariales. El ejemplo más destacado es General Electric, que se hizo con Enron y sus plantas alemanas y estadounidenses. GE Energy es actualmente el tercer fabricante mundial de aerogeneradores. Tres años atrás la empresa multinacional Siemens entró en el sector eólico con la compra de Bonus, empresa de origen Danés. En estos momentos Siemens lidera el mercado Offshore.

Otro indicador del éxito de la inversión en renovables son los planes de inversiones y crecimiento de los gigantes empresariales. Así GE manifestó los objetivos de incrementar sus inversiones en renovables a 4 billones de euros en el 2010, con un elevado porcentaje en eólica. La francesa nuclear

Areva ha comprado la alemana Multibrid especializada en Offshore y Alstom ha invertido en la española Ecotecnia.

En USA, el detonante de la industria eólica ha sido el resultado de una mezcla de incentivos, tanto federales como estatales, de gran atractivo enfocados al suministro de “energías verdes”, reforzado por el progresivo incremento del precio de los hidrocarburos en los mercados de materias primas. La fisonomía del país, con grandes extensiones sin urbanizar, permite la implantación de parques gigantescos, frente al tamaño usual en los parques europeos más limitados por el concepto europeo de ordenación del territorio y la propia distribución de los asentamientos poblacionales.

En Asia, el mecanismo de impulso del mercado ha sido la aparición de nuevas industrias demandantes de energía que, con el suministro eólico, consiguen el etiquetado ecológico. Dentro del mercado asiático, la industria india está invirtiendo en su propio parque de autogeneración eólica como política frente a la dependencia de recursos exteriores en un tema tan trascendente para el desarrollo del país como es el suministro energético.

El resultado es que ambos mercados, el estadounidense y el asiático, han sido el centro del incremento de la actividad eólica. En USA, Energías de Portal adquirió Horizon Wind Power mientras EON compró Airtricity’s North American. En Asia, las actuaciones se han estructurado bajo la modalidad de joint ventures entre los productores europeos y estadounidenses y empresas

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Eólica

chinas para crear fábricas locales. Las autoridades chinas han decretado que el 70% de los componentes de cualquier parque eólico debe ser suministrado por un productor local. China constituye el foco de atracción de futuros crecimientos del mercado, tanto para nuevas instalaciones como para suministro de componentes y maquinaria. Actualmente cuenta con más de 40 empresas productoras de aerogeneradores o componentes. El pasado año incrementó hasta el 56% su participación en los 3.500 nuevos MW instalados.

La mayor parte de los productores chinos cuentan con tecnología occidental para el desarrollo de los nuevos equipos. Goldwind, líder del mercado asiático cuenta con la tecnología de Reponer y Vensys (alemanas). Otras empresas presentes en el mercado chino son Acciona, Nordex, Vestas, Gamesa, Suzlon y General Electric.

Pero la tendencia empieza a invertirse y la empresa china MingYang Wind Power Technology ha firmado un acuerdo para suministrar turbinas a USA. El acuerdo con GreenHunter, significa el suministro de más de 900 MW de aerogeneradores a USA.

Al mismo tiempo, los promotores eólicos han realizado importantes expansiones internacionales mediante la compra y fusión de empresas. Es el caso de Acciona y Enel, que en 2007 se han repartido los activos eólicos de Endesa. El ejemplo más interesante es Suzlon, la empresa India con capital

de origen familiar, fundada en 1994 y que tras fortalecerse en el Mercado indio utilizando tecnología alemana, se abrió al mercado exterior en Dinamarca y USA. En el 2005 compró la empresa belga Hansen Transmissions, que posee una cuota de mercado del 30% y el pasado año compró REpower.

La tendencia de las empresas es la concentración en grandes grupos empresariales, focalizados en Norteamérica y Asia. En el entorno europeo los inversores se están orientando hacia los nuevos Miembros de la UE, en la Europa del Este y Turquía. En América Latina destacan Méjico y Brasil y con la reciente firma del protocolo de Kioto, Australia empezará en breve su propia expansión eólica.

### 6.1.4. Repercusiones económicas.

El sector eólico se ha convertido en un potente tractor del sector industrial europeo. La cifra de ventas estimada por la EWEA (European Wind Energy Association) ronda los 1,2 millones de euros por MW instalado. Aplicando el ratio a las ventas del 2007, la cifra de negocio por nuevas instalaciones rondaría los 10.000 millones de euros en 2007 y la creación de cerca de 150.000 empleos en la Unión Europea. Tanto Alemania como Dinamarca disponen de datos más precisos acerca de la actividad asociada a la industria eólica. En Alemania la estimación de la cifra de negocio es de 5.626

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Eólica

millones de euros en 2006 y de 5.773 millones de euros en 2007. Según la misma fuente, el sector eólico habría empleado a 74.200 personas en el 2006 y creado 8.000 nuevos puestos de trabajo en el 2007. Por su parte la asociación de la industria eólica danesa estima que la cifra de negocio generada está en torno a los 4.374 millones de euros en el 2006 en suelo propio y 6.500 millones de euros, contando con las plantas fuera de Dinamarca. Cerca de 22.000 empleos están generados por la industria eólica danesa.

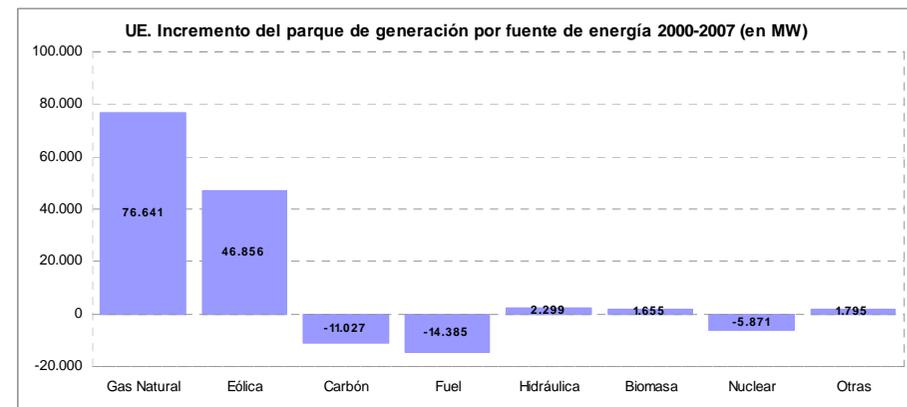
Actualmente la industria europea disfruta del liderazgo internacional con cartera de pedidos a dos años vista. Sin embargo los países asiáticos (China y la India) con tecnología propia o bajo patentes europeas y costes de mano de obra sensiblemente más reducidos, están modificando la distribución del mercado. Las tendencias del mercado son el desarrollo de filiales europeas en joint venture con empresas locales para la creación de nuevas plantas de fabricación de componentes en suelo chino y la compra de licencias europeas por parte de empresas chinas, es el caso de los fabricantes europeos Repower, Fuhrländer, Vensys, Dewind, etc. Los aeros producidos en China están en torno al MW de potencia. Sin embargo, fabricantes como Sinovel, Goldwind, Mingyang ya comercializan aerogeneradores de 1,5 MW y comienzan a aventurarse en la escalada de potencia, con pruebas de 3 y 5 MW. En el 2007 ha empezado también la

apertura china a los mercados exteriores con la venta de máquinas al mercado estadounidense.

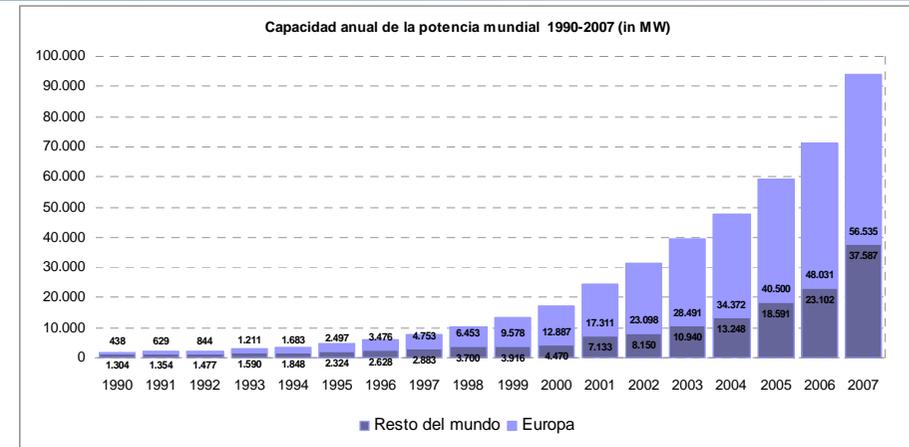
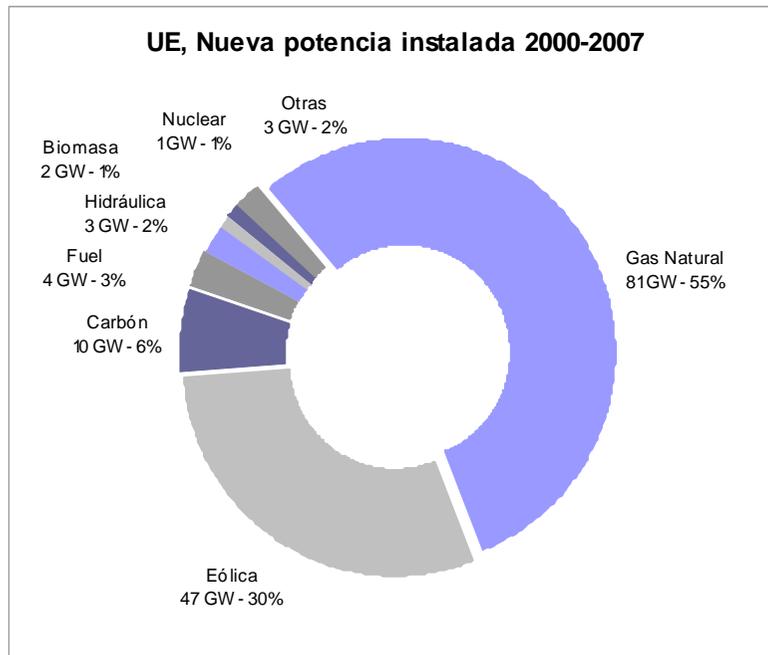
En un futuro no muy lejano es previsible la entrada de los productores asiáticos en el mercado europeo del Offshore que requiere tecnologías más avanzadas.

### 6.1.5. La energía eólica en Europa.

En el intervalo temporal del 2000-2007, la eólica se ha constituido en el segundo vector de crecimiento del parque de potencia de generación eléctrica por detrás de las CTCC alimentadas por gas natural.



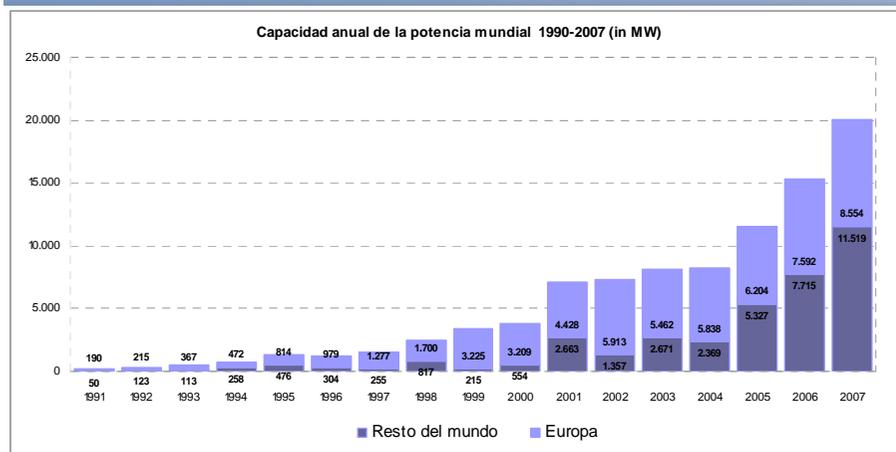
## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Eólica



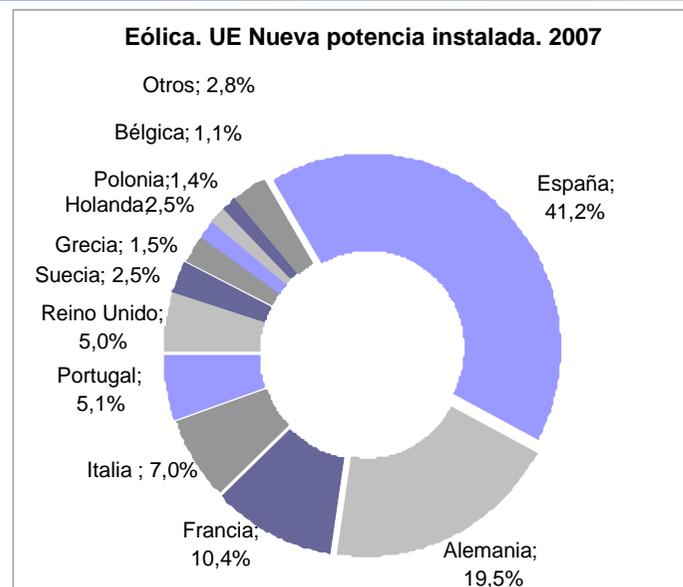
En el año 2007, el crecimiento de la energía eólica en Europa ha sido el hito más destacado del panorama energético renovable. Los datos revelados por EWEA muestran un crecimiento del 18% de la potencia instalada en el 2007 con 8.554 MW, 935 MW más que el año 2006, que ha representado el 40% de las nuevas instalaciones en energías renovables.

Con ello el parque de eólica instalada en la UE se sitúa en los 56.535 MW instalados. El contingente eólico instalado en Europa tiene una capacidad de generación de 119.000GWh anuales en condiciones de viento normales, esta generación equivale al 3,7% de la demanda de la UE, y evita la emisión de cerca de 90.000 kt<sub>CO2</sub>. Si comparamos con el principio de siglo, año 2000, el porcentaje de la demanda energética de la UE satisfecha con energía eólica era inferior al 0,9%.

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Eólica



El crecimiento más destacado se ha producido en España con 3.522 MW nuevos instalados en el año 2007 lo que representa el 40% del total europeo y la sitúa en el segundo puesto mundial de crecimiento tras los Estados Unidos. La potencia total instalada supera los 15 GW.



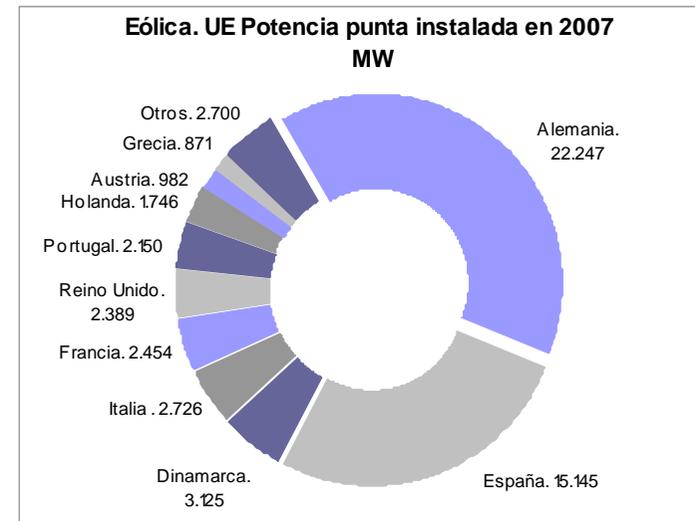
Otros países que han liderado el crecimiento de la energía eólica han sido Alemania con 1.667 nuevos MW que supone un menor crecimiento respecto al año 2006, aún así posee el mayor contingente eólico europeo con 22.246 MW instalados, Francia con 888 nuevos MW y una potencia total instalada de 2.454 MW, Italia con 603 nuevos MW y una potencia total instalada de 2.726 MW, Portugal (434 MW) y el Reino Unido 427 MW. Del conjunto de países con mayor crecimiento, destaca el desarrollo eólico en Francia

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Eólica

respecto a años anteriores en los que la potencia eólica instalada era poco relevante.

Sin embargo, el crecimiento y desarrollo de la energía eólica ha experimentado una evolución desigual en los distintos países de la UE.

En un segundo plano quedan países como Suecia y Polonia con 276 nuevos MW, y en menor medida la República Checa (63 MW) y Bulgaria (34 MW). En conjunto el mercado global ha experimentado un crecimiento del 30% el pasado año hasta los 20 GW, siendo Europa el líder mundial por tecnología. Las ganancias por eólica en el mercado europeo se estiman en 25 billones de euros en el año 2007.

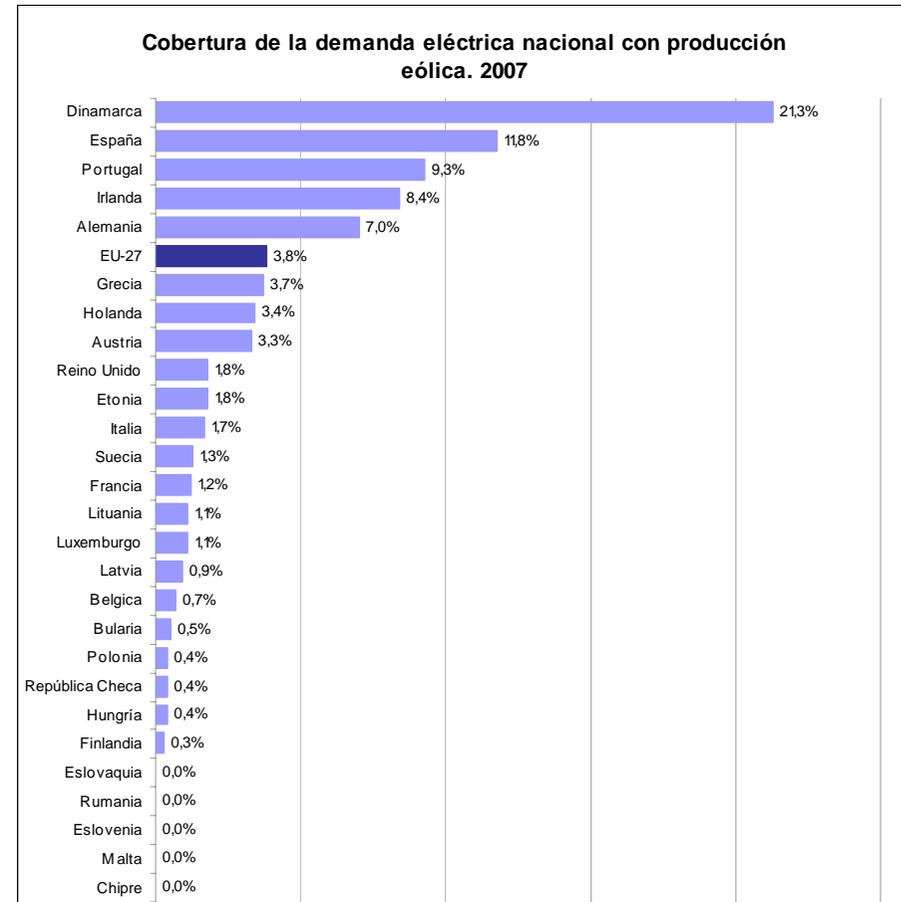


## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Eólica



Potencia instalada en Europa en 2007. Fuente EWEA. Memoria anual 2007

La capacidad eólica instalada en la UE a finales de 2007 permite satisfacer el 3,7% de la demanda eléctrica europea en un año medio eólico. Destaca Dinamarca que cubre más del 20% de la demanda eléctrica con el contingente eólico, así como los cuatro países europeos que satisfacen más del 5% de la demanda eléctrica a partir de energía eólica, según muestra la siguiente gráfica.



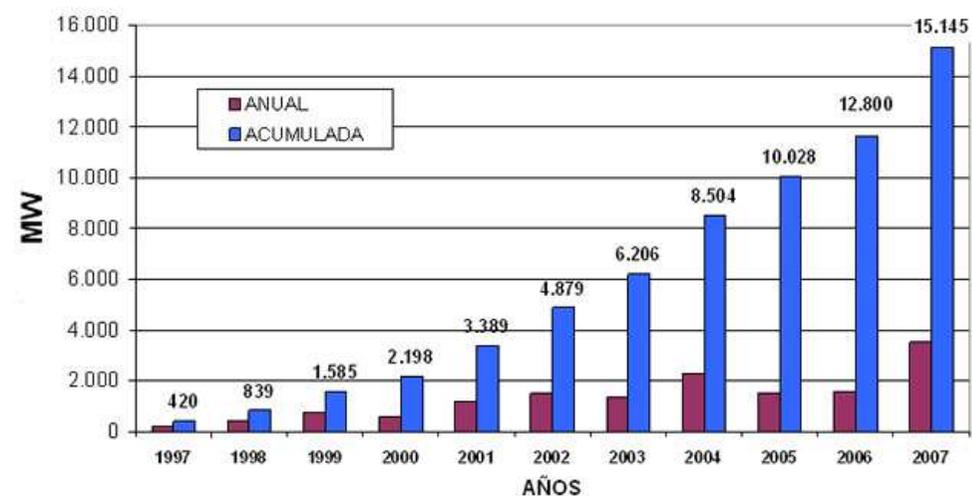
## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Eólica

### 6.1.6. La energía eólica en España.

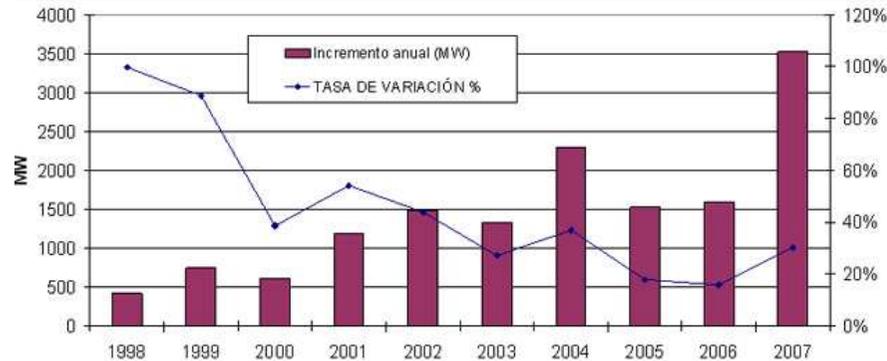
Son varios los factores que ha contribuido al desarrollo de la energía eólica en España acaecido en los últimos años. Uno de los factores desencadenantes del crecimiento eólico ha sido la entrada en vigor del RD 661/2007 que regula la producción eléctrica en el régimen especial y que dota de un marco estable para la remuneración económica por la energía eléctrica generada a partir del recurso eólico. Este RD ha proporcionado un marco de confianza al sector inversor que, junto al consenso de los actores involucrados en el sector, ha propiciado el espectacular desarrollo de la eólica en España.

Entre los diferentes actores destaca el desarrollo de las infraestructuras eléctricas del país auspiciado por la empresa gestora de la red de transporte REE y las empresas distribuidoras que actúan en las diferentes CCAA, que apoyadas por los gobiernos regionales han aunado esfuerzos en el despliegue de infraestructuras que permite la puesta en funcionamiento de los parques eólicos y la evacuación de la energía generada. El sector eólico ha realizado un esfuerzo en investigación para resolver los problemas de integración de la energía generada en el sistema eléctrico ibérico mejorando

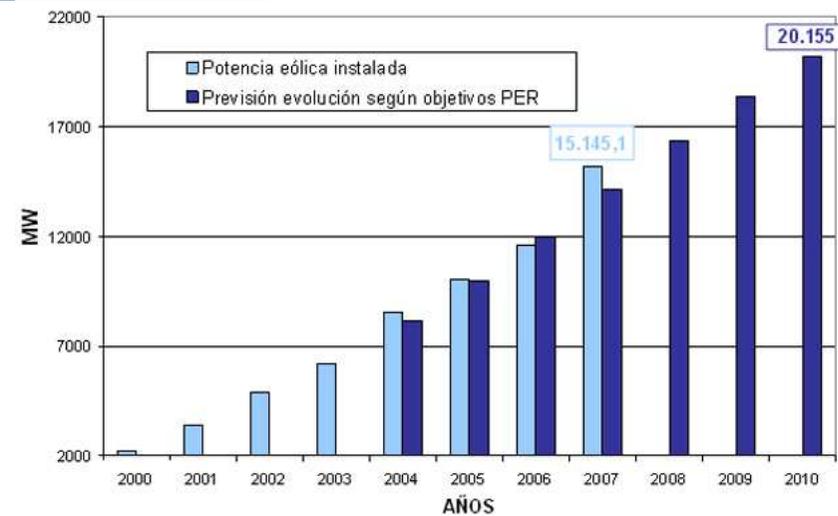
el comportamiento del contingente eólico ante los huecos de tensión así como las técnicas de predictibilidad de la energía generada.



## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Eólica



Por primera vez, la potencia instalada supera a los objetivos interanuales establecidos por la Revisión del Plan de Energías Renovables 2005-2010, siendo previsible que se superen los objetivos planteados en el horizonte del 2010.



Por CCAA. Castilla La Mancha se sitúa a la cabeza en potencia eólica instalada superando a la Comunidad gallega gracias a la entrada en funcionamiento de 849 nuevos MW al término del 2007. Junto a esta CA las otras dos CCAA de mayor envergadura territorial son las que han experimentado un mayor crecimiento absoluto Andalucía con 853,15 nuevos MW y Castilla León con 696,76 MW. En conjunto el crecimiento ha sido de 3.522 nuevos MW que suponen un crecimiento del 30,3%. El mayor crecimiento porcentual, de nuevo lo ha experimentado Andalucía con un crecimiento del 140% seguida de la CA Región de Murcia con un crecimiento

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Eólica

del 124,91% de la potencia instalada. Las Comunidades insulares no han experimentado cambio alguno en la potencia instalada.

COMUNIDAD AUTONOMA	TOTAL A 01/01/2006	ENERO 2007	TOTAL A 01/01/2008 (MW)	Tasa crec 2007/2006
Castilla-La Mancha	2.281,46	849,90	3.131,36	37,25%
Galicia	2.619,64	332,05	2.951,69	12,68%
Castilla y León	2.122,91	695,76	2.818,67	32,77%
Aragón	1.532,44	191,10	1.723,54	12,47%
Andalucía	606,56	853,15	1.459,71	140,65%
Navarra	916,36	21,00	937,36	2,29%
Comunidad Valenciana	333,99	256,95	590,94	76,93%
La Rioja	436,62	10,00	446,62	2,29%
Cataluña	225,30	122,14	347,44	54,21%
Asturias	198,86	79,10	277,96	39,78%
País Vasco	144,27	8,50	152,77	5,89%
Murcia	67,72	84,59	152,31	124,91%
Canarias	133,24	0	133,24	0,00%
Cantabria	0,00	17,85	17,85	
Baleares	3,65	0	3,65	0,00%
TOTAL	11.623,01	3.522,09	15.145,10	30,3%

La evolución de los últimos cuatro años queda reflejada en la gráfica siguiente:

Respecto al reparto por fabricantes del incremento de la potencia eólica destaca GAMESA, cuyas máquinas constituyen más de la mitad de la nueva potencia instalada en España en el 2007 con 1.670,79 nuevos MW, frente a los 700 MW que instaló en el año 2006, (48,63 % de la potencia total) al que hay que añadir el 8,43 % de su filial MADE, que a su vez posee la mayor potencia acumulada instalada en territorio nacional.

VESTAS ocupa la segunda posición en incremento de potencia con cerca de 700 MW, más del triple de la potencia que instaló en el 2006.

El tercer crecimiento destacado es el de ACCIONA WIND POWER con una potencia de 678 MW.

### 6.1.6.1. Liderazgo industrial.

Las empresas españolas se han posicionado en la punta de asta del liderazgo industrial a nivel mundial, afianzando su posición en los mercados internacionales especialmente en el chino y el estadounidense.

Gamesa lidera el mercado español por potencia instalada con una cuota del mercado nacional del 48% al cierre del 2007 y superior al 15% del mercado mundial. Cuenta con 32 centros de producción repartidos entre España, USA y China. Ha instalado cerca de 13.000 MW de sus principales líneas de producto en 20 países, situados en cuatro continentes y una cartera de más de 21.000 MW eólicos en promoción en Europa, América y Asia.

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Eólica

Entre las empresas españolas destaca igualmente Acciona Windpower que en enero de 2008 ponía en marcha su primera fábrica en IOWA. Acciona tiene instalados más de 400 MW entre USA (266 MW) y Canadá (136 MW). La potencia atribuible conjunta en ambos países es de 250 MW. En total, ACCIONA Energía cuenta, al cierre de 2008, con 4.566 MW eólicos en propiedad, distribuidos en 150 parques, con 3.699 MW de potencia atribuible. De esos parques, 115 se ubican en España y 35 en otros once países -Estados Unidos, Canadá, Alemania, Australia, Italia, Grecia, Hungría, India, Portugal, Corea del Sur y México. En cuanto a producción, Acciona cuenta con cuatro plantas, dos de las cuales se encuentran en España Barasoain (CF de Navarra) y Vall d'Uxó (C. Valenciana) y las otras en China y USA respectivamente.

Por su parte Iberdrola Renovables ha conectado 418 MW en la red estadounidense.

Acciona Windpower ha desarrollado una máquina de 3 MW que estará disponible en el mercado en el 2009.

La Comunidad Autónoma de la Región de Murcia ha iniciado con fuerza el despegue de la energía eólica en su ámbito territorial fruto de los esfuerzos aunados del gobierno regional y de los promotores y merced a la ejecución de las nuevas infraestructuras eléctricas recogidas en la planificación regional y traspuestas al Plan Nacional de Infraestructuras y Redes Eléctricas 2001-2011 y a su revisión 2008-2016.

Los primeros parques se ubicaron en los términos municipales de Cieza y la Unión y el desarrollo posterior se ha centrado en el área eólica del Altiplano.

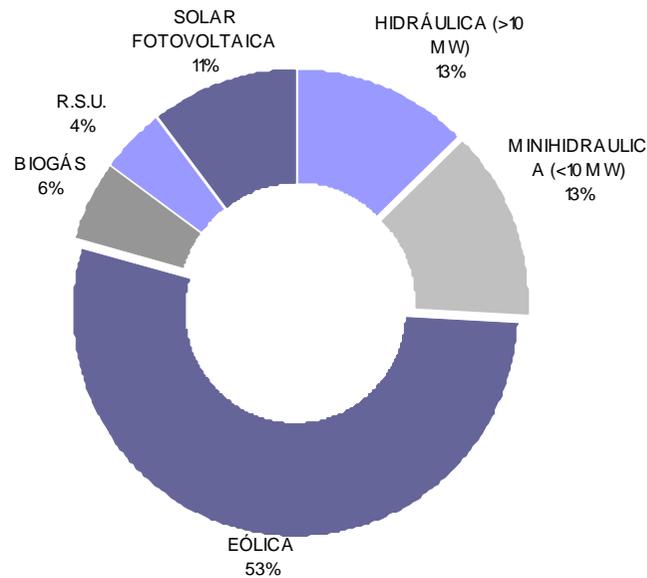
La potencia total instalada a cierre del 2007 era de 152,31 MW y una producción de 157.261MWh en el mismo año, lo que supone la aportación del 1,8 % del consumo eléctrico regional y el 53% de la energía eléctrica producida a partir de energías renovables. En términos de participación de la eólica en el conjunto de la nación supone el 1,01 %. La energía eólica ha constituido el mayor desarrollo de potencia de origen renovable de la Región de Murcia, con un incremento del 2006/2007 del 124,91%.

### 6.1.7. La energía Eólica en la Región de Murcia

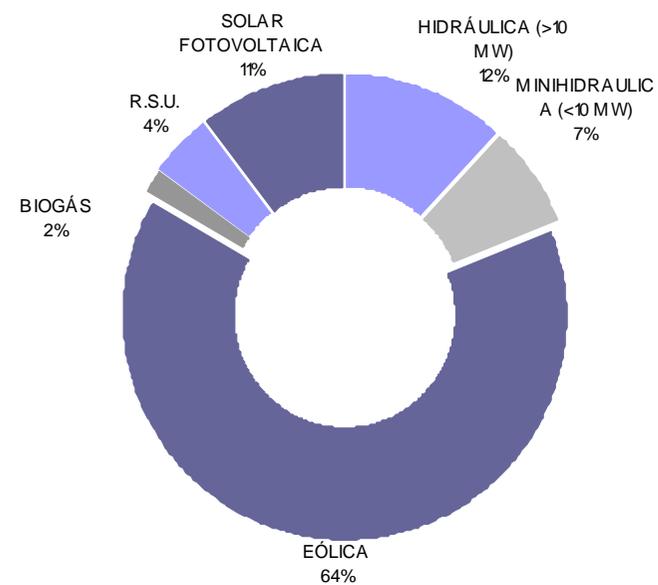


## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Eólica

**Eólica CARM. Mix de electricidad renovable generada 2007**



**Eólica CARM. Mix de generación renovable. Potencia instalada. 2007**



Sin embargo las previsiones iniciales de eólica se han visto refrenadas por la protección de áreas de elevado valor paisajístico y natural que ha recortado los emplazamientos iniciales especialmente en la Comarca del Noroeste.

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Eólica

Localización	Parque eólico	Sociedad promotora	Término Municipal	Potencia MW	Nº de aeros	Potencia Unitaria kW	Producción (MWh)	Marca del aerogenerador	Modelo	Tecnología	Nudo
	Almendros II	ERRM	Jumilla	28				Ecotècnia			YECLA
	Almendros I	ERRM	Jumilla	20,04	12	1670		Ecotècnia	ECO80	DFIG	YECLA
	Reventones	ERRM	Jumilla	34	17	2000	0	GAMESA	G-80	DFIG	YECLA
	Gavilanes Ampliación	ERRM	Yecla	15,3	15	850	2.312	GAMESA	G-58	DFIG	YECLA
1	Ascoy II	ELECDEY	Cieza	1,7	2	850	0	GAMESA	G-58	DFIG	CIEZA 132
2	Ascoy I	ELECDEY	Cieza	5,94	9	660	13.562	GAMESA	G-47	DFIG 1º G	CIEZA 132
3	Sierra del Buey	ERRM	Jumilla	19,55	23	850	32.069	GAMESA	G-52	DFIG	JUMILLA
4	La Unión	PE. LA UNIÓN	La Unión	5,28	8	660	9.513	MADE	AE 46	JA	ESCOMBRERAS
5	Gavilanes Ampliación	ERRM	Yecla	6	4	1500	0	GE	1,5 sl	DFIG	YECLA
6	Gavilanes	ERRM	Yecla	16,5	11	1500	40.573	GE	1,5 sl	DFIG	YECLA
Total				152,31	101		98.029				

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Eólica

### 6.1.7.1. Recursos potenciales.

El potencial eólico presente en buena parte de nuestro territorio queda reflejado en la elaboración del estudio eólico que a instancias de la Dirección General de Industria, Energía y Minas elaboró el I.D.A.E. en el año 1996.

El análisis realizado en su día se enfocó bajo un doble auspicio:

1. La generación de energía eléctrica mediante aerogeneradores de gran potencia en agrupaciones, tipo parques eólicos.
2. La utilización del recurso eólico para la extracción de agua. Especialmente centrado en los bombeos de acuíferos y en la implantación de plantas de desalinización de aguas marinas y salobres, de las cuencas del Segura y el Guadalentín, cuya creciente salobridad hace necesario un tratamiento inmediato.

El estudio realizado, si bien no abarcó todo el territorio, si fue lo suficientemente exhaustivo como para constituir un relevante punto de partida en las actuaciones en el área de los recursos eólicos.

Las zonas estudiadas se clasificaron según el siguiente criterio:

- Áreas con viento seguro,
- Áreas históricamente eólicas, en las que existen vestigios de aprovechamientos eólicos



Ilustración 1: Mapa de ubicación de los parques eólicos de la RM. Fuente:AEE.

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Eólica

- Áreas tradicionales de presencia de vientos fuertes,
- Áreas consideradas de posible interés.

El resultado es la localización de cerca de 250 áreas potenciales diferentes y la obtención de tres grandes grupos zonales con potencial eólico aprovechable.

También, y con el fin de evaluar el potencial eólico de la Región de Murcia, la Consejería de Agricultura, Agua y Medioambiente, en colaboración con el CIEMAT, evaluó en el año 1999, el potencial de recursos eólicos existente en la región. El estudio dio como resultado varias zonas de interés, en las que las velocidades medias de los vientos superan los 6 m/s. En base a ello se ha elaborado el mapa de recursos eólicos de la región.

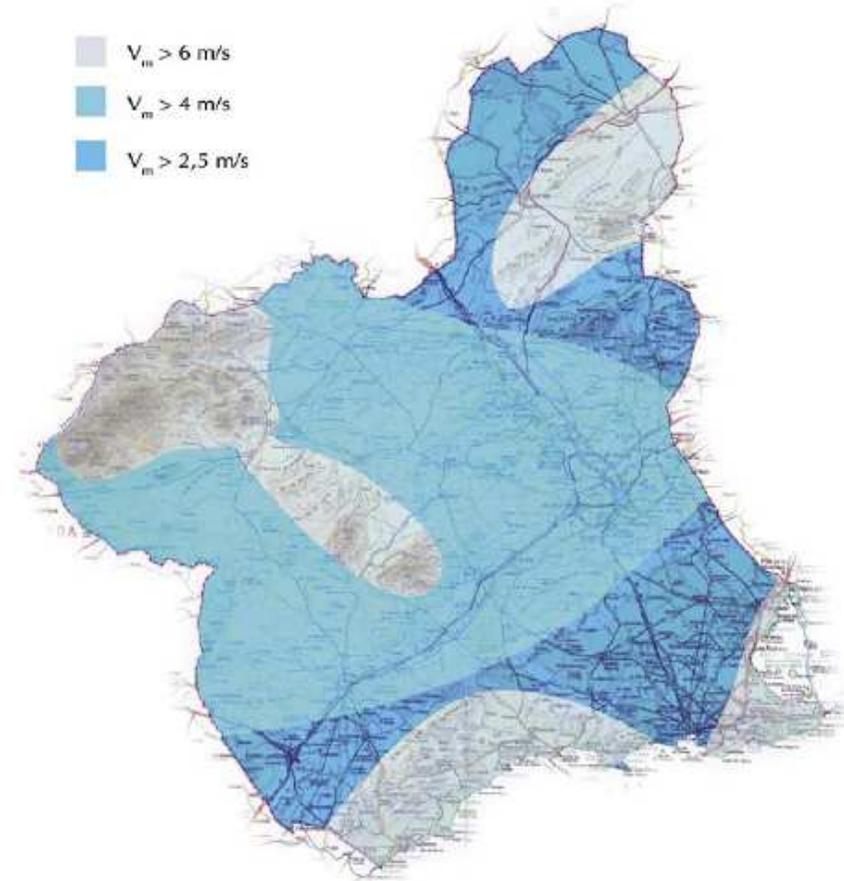


Ilustración 2: Mapa de recurso eólico de la RM. Fuente: Argem

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Eólica

Este mapa de recursos muestra tres zonas bien diferenciadas: Altiplano, Noroeste y Costa.

Las conclusiones extraídas del análisis I.D.A.E. de 1996 sitúan los vientos del primer, tercer y cuarto cuadrante como los más relevantes de la región, aunque debido a la fuerte canalización existente, el potencial energético puede variar en función de la zona. En resumen:

Los vientos procedentes del primer y tercer cuadrante dispondrán en las zonas favorables de las siguientes velocidades medias anuales, dependiendo de las características del encauzamiento.

### 6.1.7.2. Barreras.

Las barreras detectadas para el desarrollo de la energía eólica son:

#### 6.1.7.2.1. Barreras medioambientales.

Los principales condicionantes para la instalación de nuevos parques eólicos guardan relación con las afecciones en la avifauna, las modificaciones y alteraciones de los suelos existentes y la cubierta vegetal y las afecciones al paisaje. En este sentido hay que ser respetuosos con el medio ambiente en la instalación de parques eólicos en áreas que presenten alguna de las siguientes características:

- Incluir zonas de interés para la fauna amenazada.

- Espacios Naturales Protegidos (reservas integrales y naturales, enclaves naturales, áreas naturales recreativas) y Lugares de la Red Natura 2000 (L.I.C.)...
- Áreas de interés paisajístico.

#### 6.1.7.2.2. Barreras de la red de transporte y distribución.

La principal restricción desde el punto de vista de la red de transporte es el incremento de la capacidad de evacuación en los nudos de las redes de transporte y distribución.

El incremento de la capacidad de evacuación de energía eléctrica tiene un condicionante adicional que es, en el caso eólico, el comportamiento del contingente de generación eólica ante los huecos de tensión provocando grandes pérdidas energéticas y desestabilizando el sistema eléctrico.

Los nudos afectos son Peñarrubia, El Palmar y Carril, donde en la nueva planificación 2008-2016, se ha previsto un incremento de 380 MW más según el cuadro adjunto.

Para resolver las discrepancias y ordenar el territorio desde la perspectiva del uso energético se han constituido las denominadas mesas eólicas.

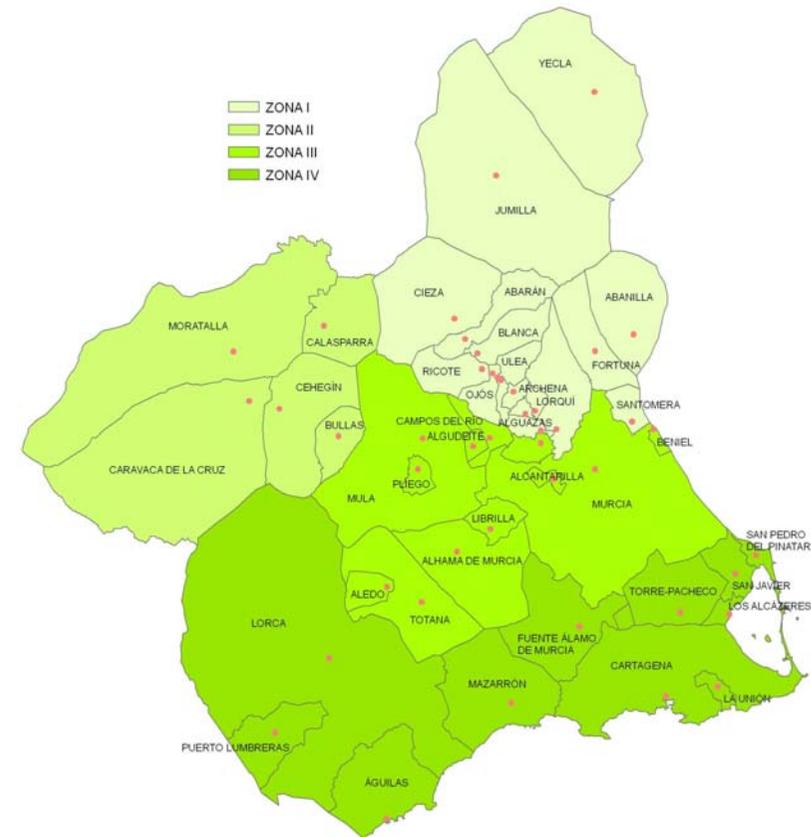
En el noroeste hay solicitados pendientes de resolución 884 MW de potencia eólica, en 23 parques de los que hay capacidad de evacuación de 300 MW. La evacuación de la energía suministrada por estos parques eólicos habrá que conciliarla con la de las plantas termosolares.

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Eólica

### 6.1.7.3. Objetivos.

Inicialmente, en el Plan de Energías Renovables, la propuesta de la Comunidad Autónoma fue de 850 MW eólicos. Hoy día, con las nuevas mediciones realizadas en las distintas áreas y las restricciones de carácter medioambiental se ha reajustado la potencia objetivo en 200 MW, con la siguiente distribución. De los 650 MW previstos, 300 MW corresponden a la zona del Altiplano, otros 350 MW a la del Noroeste, y los 150 MW restantes se reparten entre la costa y el resto de la Región.

Se han determinado los objetivos 2016 de potencia instalada de origen renovable en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, para la división del territorio regional en las cuatro zonas que muestra la figura siguiente:



La distribución de las previsiones de aprovechamiento del recurso eólico se ha llevado a cabo teniendo en cuenta dichas zonas.

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Eólica

Zona eólica	Año 2007		Año 2016	
	Pot (MW)	ktep	Pot (MW)	ktep
Zona I	145	13,2	340	61
Zona II	-	-	300	54
Zona III	-	-	-	-
Zona IV	5	0,8	10	1
TOTAL	150	14	650	116

### 6.1.7.4. Medidas.

Las medidas que se plantean para la consecución de los objetivos planteados son:

Agilizar la ejecución de las infraestructuras de transporte y distribución eléctricas necesarias para la evacuación de la energía eléctrica.

Resolver las tramitaciones de propuestas de Parques Eólicos pendientes en la Administración local y regional.

Se plantea una acción dinamizadora del sector consistente en plantear un concurso público para la adjudicación de la potencia disponible. Los criterios para resolver deben contemplar con diferente puntuación criterios medioambientales, energéticos y económicos. En el caso de los criterios

económicos se contemplará no sólo la inversión asociada al parque sino la repercusión económica en cuanto a efecto dinamizador del territorio que los promotores eólicos propongan en sus ofertas.

### 6.1.7.5. Inversiones asociadas.

Las inversiones asociadas se han calculado a partir de un parque modelo de 40 MW con aerogeneradores de entre 2 y 3 MW de potencia, habida cuenta de la evolución prevista en las máquinas.

Las inversiones asociadas a la construcción de un parque considerando línea de evacuación y subestación son 1.350.000 euros MW.

Zona eólica	Incremento Potencia	Inversiones asociadas
	Pot (MW)	M€
Zona I	195	263,25
Zona II	300	405,00
Zona III	-	
Zona IV	5	6,75
TOTAL	500	675

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Eólica

### 6.1.7.6. Emisiones evitadas.

Si consideramos una media de funcionamiento de 1850 h/año, las emisiones por MW instalado evitadas anualmente son 290,8 tCO<sub>2</sub>/MW.

Zona eólica	Potencia total	Emisiones evitadas
	Pot (MW)	tCO <sub>2</sub>
Zona I	340	98.872
Zona II	300	87.240
Zona III	-	
Zona IV	10	2.908
TOTAL	650	189.020

### 6.1.7.7. Referencias.

- [1]. Global Wind Energy Council (GWEC)
- [2]. European Wind Energy Asociaton (EWEA)
- [3]. Global Wind 2007 Report. GWEC.
- [4]. Delivering Energy and Climate Solutions. EWEA 2007 Annual Report.
- [7]. Global Trends in Sustainable Energy Investment 2008 Report (SEFI)
- [8]. Asociación Empresarial Eólica [www.aeeolica.es](http://www.aeeolica.es)

[9]. UNEP Finance Initiative. [www.unepfi.org](http://www.unepfi.org)

[10]. UNEP Energy Branco [www.uneptie.org/energy](http://www.uneptie.org/energy)

[11]. BASE Basel Agency for Sustainable Energy [www.energy-base.org](http://www.energy-base.org)

[12]. ARGEM. [www.argem.regionmurcia.net](http://www.argem.regionmurcia.net)

[13]. IDAE. [www.idae.es](http://www.idae.es)

### 6.1.8. Energía Eólica Offshore

#### 6.1.8.1. Situación actual

El desarrollo de la aplicación eólica Offshore es incipiente en comparación con la madurez del mercado Onshore y se sustenta en parte en la tecnología de esta última. Su desarrollo futuro requiere el compromiso de los gobiernos e instituciones para impulsar en un marco favorable, la I+D+i, la industria, los servicios auxiliares, los avances en tecnologías submarinas, en resumen todo aquel tejido industrial que rodea la tecnología Offshore y que necesita de las tecnologías contrastadas de los sectores gasistas y eléctricos.

El informe de la EWEA sobre desarrollo de la energía eólica Offshore preconiza un intervalo de potencia instalado en el 2020 en la plataforma costera de 20 GW a 40 GW.

La posibilidad de emplazar los aerogeneradores en el lecho del mar, ha abierto una nueva frontera para la energía eólica, especialmente en los países de Europa del norte, en donde la disponibilidad de costas

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Eólica

relativamente poco profundas, se combina con la necesidad de encontrar espacios aptos, para proyectos mucho más grandes de los que son posibles en tierra.

El potencial eólico de las costas europeas es de tal magnitud que el desarrollo del 5% del área del Mar del Norte permitiría el suministro energético de  $\frac{1}{4}$  de la demanda eléctrica europea. La superación de las barreras actuales al desarrollo de la Offshore<sup>2</sup> condicionará que en el horizonte 2020 se satisfaga el 4% de la demanda eléctrica o el equivalente al 50% de la producción hidráulica.

La capacidad instalada total en Europa alcanzaba los 686 MW a finales del 2005 entre Dinamarca: 53%, Reino Unido. 38%, Irlanda: 3%, Suecia: 3%, Holanda: 1%, Alemania: 1%.

En este marco, Dinamarca ha sido pionera en la explotación eólica marítima, habiendo instalado los dos primeros parques más grandes en el mar: 160 MW en Horns Rev en el Mar del Norte y 158 MW en Nysted en el Báltico. Actualmente otros dos grandes proyectos están en pleno desarrollo en los mismos sitios. El ejemplo de Dinamarca nos indica que es factible, aunque se ha ralentizado su expansión; aparte, las estimaciones de costes relacionados con los requisitos de refuerzo de la red eléctrica y con los problemas del sistema se consideran a menudo en el ámbito de otras variables de los costes del proyecto.

El Reino Unido también ha alcanzado una posición de liderazgo, con 214 MW construidos en cuatro emplazamientos. Además se está impulsando un proyecto por más de 1.000 MW. El proyecto se denomina London Array y pretende ser la mayor planta de energía eólica mar adentro del mundo. Inicialmente promovido por Shell, la eléctrica alemana EOn y la danesa Dong, el proyecto está planeado para estar frente al estuario del río Támesis, a doce millas de la costa. Incluye la puesta en marcha de 341 turbinas con una potencia instalada de 1.000 megavatios lo que supone un cuarto de la energía consumida por los hogares londinenses. La inversión actual se cifra en 2.559 millones de euros. Además, el Reino Unido cuenta con proyectos individuales de hasta 1.000 MW cada uno previstos dentro de tres áreas estratégicas costa afuera, identificadas por el gobierno.

Otros parques eólicos marítimos, han sido construidos alrededor de las costas de Suecia y de Irlanda.

En el transcurso del 2007 el sector industrial europeo ha desarrollado un total de 25 proyectos Offshore de los cuales muchos de ellos ya no pertenecen al estado prototipo sino que son actuaciones de carácter plenamente industrial. La capacidad total es de 1,1 GW y comprende los países del entramado del Mar del Norte: Dinamarca (pionera), el Reino Unido, Holanda, Suecia e Irlanda tienen parques en operación. En términos de generación eléctrica ya en el año 2006 los parques Offshore

<sup>2</sup> Condicionado al éxito de la política de AAEE de la UE.

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Eólica

representaban el 1,8% de la potencia eólica total instalada y sin embargo producían el 3,3 % de la energía de origen eólico.

El futuro inmediato plantea un buen número de interesantes proyectos. Así está prevista la ejecución de 800 MW en el Reino Unido, 200 MW en Dinamarca, 140 MW en Suecia, 120 MW en Holanda, 105 MW en Francia, 60 MW en Alemania y 30 MW Bélgica para finales del 2009. A finales del año en curso (2008) el 80% del mercado estará concentrado en Dinamarca y el Reino Unido. En los Estados Unidos, los sitios marítimos están progresando en las etapas de planificación, en la costa Este y de Tejas en el Golfo de México.

Las siguientes imágenes ilustran las áreas potenciales de desarrollo Offshore.



Ilustración 3: Área sur. Parques en proyecto.



Ilustración 4: Área Norte. Parques en proyecto y en ejecución.

### 6.1.8.2. Estado del Arte

Actualmente la concurrencia del mercado Offshore está muy limitada por ser todavía una tecnología emergente con algunas dificultades pendientes de resolución. Los dos gigantes eólicos que dominan el mercado son Vestas y Siemens con máquinas entre los 2 y 3,6 MW de potencia.

Para el caso de la energía eólica marina, el "know-how" o conocimiento tecnológico para el despliegue a gran escala de esta forma de energía está resuelto sobradamente. Los materiales, instalaciones y experiencia requeridos también están disponibles para su explotación en casi todas partes. Sin embargo, la expansión de la energía eólica marina según estima el informe de la UE requerirá ciertos cambios estructurales en la red eléctrica. Tiene sentido pensar en la expansión de la red de suministros si la energía eólica marina va a experimentar un crecimiento importante, para así poder ajustarse a la demanda en el contexto de los proyectos de ampliación de la energía eólica marina. El tendido de cable submarino lastrado encarece la instalación.



Ilustración 5: Arklow Bank. Parque Offshore en Irlanda. Fuente: [www.popsoci.com](http://www.popsoci.com).

Dos empresas, Repower y Multibrid, han fabricado ya prototipos de 5MW y plantean en sus planes de negocio comenzar la fabricación seriada. Repower ha instalado dos máquinas de 5MW en las proximidades de la plataforma petrolífera Beatriz al Norte de Escocia a 40 m de profundidad. Prevé la instalación de seis más en la zona experimental Alpha Ventus, y seis más

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Eólica

junto a la primera fase del proyecto C-Power Thonton Bank, en la costa belga.

Multibrid, controlado por Areva ha instalado dos unidades en tierra en Bremerhaven, Alemania, y prevé la instalación de seis aerogeneradores también en Alpha Ventus. Multibrid tiene previsto el suministro de 80 aerogeneradores de 5 MW para el Offshore de Borkum West 2 en el Mar del Norte para el 2011 y suministrará los equipos del primer Offshore francés en la Costa de Albatros.

Otra de las demandas que necesariamente debe satisfacer la energía eólica offshore es la obtención de hidrogeno que debido a su economía es la más firme candidata a reemplazar la economía del petróleo pero dado su condición de vector energético (necesidad de emplear otra energía para obtenerlo) las dificultades para su producción podrían ser vencidas en "mar abierto" y ser transportado en estado líquido a tierra.

Principales obstáculos. La instalación de turbinas eólicas en el mar, ha probado ser más costosa de lo previsto, por lo que un cierto número de proyectos están actualmente suspendidos mientras se reevalúan en términos económicos. Un factor que se espera que mejore la viabilidad de los parques eólicos marítimos, es la evolución comercial de la nueva generación de turbinas, con una capacidad superior (sobre 5 MW). Un problema adicional que deberá ser resuelto, es cómo serán compartidos entre los constructores

de parques y las empresas de abastecimientos eléctricos, los nuevos costes de tendido de los cables de conexión desde el mar hacia la red.

### 6.1.8.3. La energía Eólica Offshore en España.

A diferencia de otras fuentes de energía renovable y de la propia eólica, las aguas territoriales son competencia del Estado a partir de una cierta distancia de la línea de costa. Por tanto es el Estado el que unifica y ordena la costa en la zona marítima. La eólica off-shore ha estado pendiente de la aprobación de un marco regulatorio que ha entrado en vigor el pasado verano. La energía eólica marina está muy poco desarrollada en España por falta del citado marco y porque nuestro país no dispone de una plataforma continental adecuada que permita instalar masivamente este tipo de aerogeneradores.

En la actualidad no existe instalado ningún parque eólico Offshore en España. En Junio de 2007 la Secretaría General de Energía, dependiente del Ministerio de Industria, desarrolló el primer borrador que regula el procedimiento administrativo para la instalación de parques eólicos en el mar. Este RD 1028/2007 ha sido aprobado y publicado en el BOE del 1/08/07 y establece un procedimiento similar al del sector los hidrocarburos. En primer lugar se reserva un territorio con un permiso de investigación que posteriormente permite obtener la concesión de la explotación. La puesta en funcionamiento de los parques eólicos en tierra tiene ahora mismo un

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Eólica

componente autonómico bastante alto, mientras que la novedad de este proyecto legislativo es que las competencias pasarán a ser exclusivamente del Estado por la particularidad de su ubicación, con competencias de las CCAA.

El potencial de la eólica marina en España, podría ascender a 165.000 MW., según el informe 'Renovables 2050' de Greenpeace. El Plan de Energías Renovables 2005-2010 contempla la implantación para ese año de parques eólicos marinos de demostración y la posibilidad de instalar unos 1.000 MW en el mar territorial.

La potencia unitaria de los aerogeneradores en el mar es muy superior a la de las turbinas en tierra. Es decir, mientras que el tamaño medio de máquina instalada en tierra en nuestro país durante el año 2006 fue de unos 1.300 kW, es muy probable que los primeros aerogeneradores localizados en nuestro litoral superen los 3.000 kW. Ello permite un mejor aprovechamiento de los emplazamientos. Por otra parte, tanto las estructuras como los equipamientos internos de estas máquinas están diseñados para soportar las más severas condiciones ambientales de humedad, salinidad y oleaje.

También es previsible que la potencia instalada por proyecto en los parques marinos sea mucho mayor que la de los parques en tierra. El propio Real Decreto 1028/2007, citado anteriormente, exige una potencia mínima de 50 MW para cada una de las instalaciones de generación eólica marina, mientras que el tamaño medio de los parques eólicos en tierra es de unos 25

MW. La superficie máxima que podrá ser objeto de concesión para la instalación deberá ser menor o igual a la resultante de dividir la potencia a instalar entre 10 MW/km<sup>2</sup>. Ello implica que los parques que se instalen en nuestro litoral superen largamente los 100 MW por proyecto. Los aerogeneradores habitualmente se disponen en filas, perpendiculares a la dirección del viento predominante, separados unos tres diámetros de rotor, es decir, 270 metros para el aerogenerador de 3.000 kW citado anteriormente. Con esta separación se trata de evitar que las turbulencias provocadas en el viento por cada máquina afecten al resto de aerogeneradores. Por la misma razón, la separación entre filas paralela de aerogeneradores suele ser superior a ocho diámetros de rotor, 720 metros para la máquina mencionada con anterioridad. Aunque no se dispone de una evaluación rigurosa del recurso eólico en el mar, sí es de esperar un alto potencial -en términos de horas equivalentes anuales de funcionamiento-, superior al de las costas adyacentes.

La ubicación de los parques eólicos en el mar exige una mayor complejidad constructiva, sobre todo en lo que se refiere a las cimentaciones de los aerogeneradores en aguas profundas. Las torres de los aerogeneradores requieren de una cimentación cuya dificultad y coste de construcción aumenta según el proyecto se va alejando de la costa o según aumenta la profundidad marina.

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Eólica

Existen distintas variantes de cimentación: el monopilotaje es la opción más utilizada para aguas de profundidad media (hasta 25 metros); para aguas poco profundas (hasta 5 metros) se suelen utilizar cimentaciones de gravedad, y para mayores profundidades (hasta 50 metros) las cimentaciones de trípode son las más apropiadas. Se encuentran todavía en estado muy incipiente las cimentaciones flotantes, para aguas con profundidad superior a los 50 metros.

A partir del 1 de enero del 2008, los promotores de parques eólicos han tramitado una "solicitud de reserva de zona marítima", similar a la que se pide para una explotación minera en tierra. Y sobre ese espacio, deberán recopilar informes que definan sus impactos sobre múltiples aspectos: actividad pesquera, flora y fauna, aves, navegación marítima y aérea, turismo, paisaje, patrimonio histórico y arqueológico, geomorfología, comunidades biológicas del fondo marino, playas, dinámica del litoral y estabilidad de las costas adyacentes, espacios marinos protegidos, defensa y seguridad, cables y tuberías submarinas y "cualquier otro que se considere de interés".

Con estos informes, el promotor elevará la solicitud del parque eólico marino a un comité de valoración, integrado por 12 subdirectores generales de cinco ministerios y un representante de la CCAA que linde con el área eólica marina.

La ilustración adjunta muestra la zonificación resultante del Estudio Estratégico Ambiental previo a la subasta de áreas marinas entre los distintos promotores.

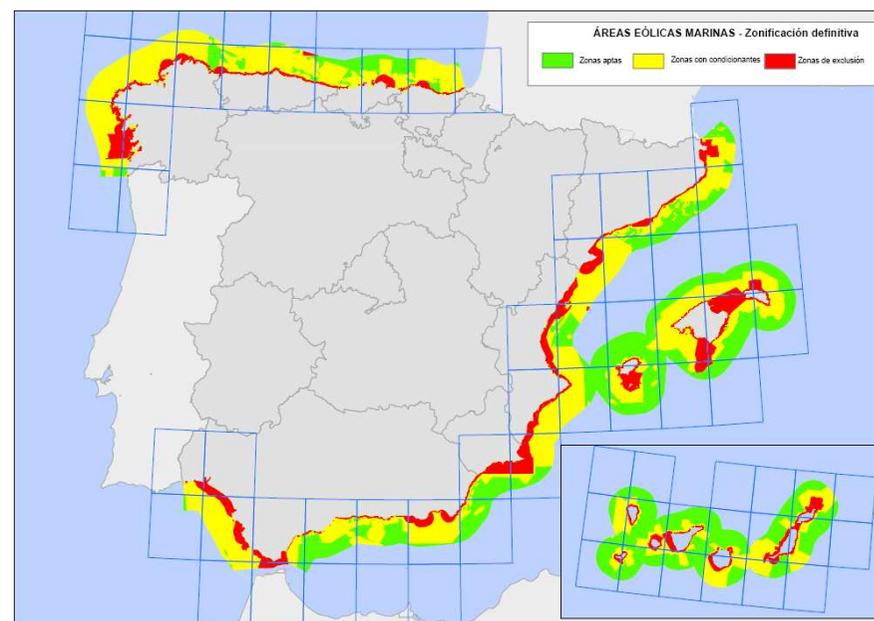


Ilustración 6: Zonificación definitiva de las áreas eólicas marinas. Fuente: Estudio Estratégico Ambiental de la Autorización de Instalaciones Eólicas Marinas. MITYC.

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Eólica

### ÁREAS EOLICAS MARINAS INICIADAS

Área	Longitud	Latitud	Provincias, Islas
7	-7° / -8°	43° / 44°	Asturias, Lugo, La Coruña
8	-8° / -9°	43° / 44°	La Coruña
10	-9° / -10°	42° / 43°	La Coruña
13	-7° / -8°	37° / 38°	Huelva
15	-6° / -7°	36° / 37°	Huelva, Cádiz
29	0° / 1°	40° / 41°	Castellón, Tarragona
58	-15° / -16°	27° / 28°	Gran Canaria
59	-14° / -15°	28° / 29°	Fuerteventura
62	-13° / -14°	28° / 29°	Fuerteventura, Lanzarote

Ilustración 7: Áreas eólicas iniciadas. Fuente MITYC.

#### 6.1.8.3.1. Costes

Los fabricantes de aerogeneradores no han dado con una tecnología idónea para operar sobre el mar. La compañía danesa Vestas, el mayor fabricante mundial de aerogeneradores y pionero en parques eólicos marinos, ha puesto el freno a su desarrollo. Gamesa, el primer fabricante español de aerogeneradores y uno de los mayores del mundo, no ha dado pasos en esta dirección. M. Torres en cambio, es de los pocos fabricantes punteros españoles que ha estado desarrollando la tecnología en esta dirección, como nicho de mercado poco explorado. La demanda de molinos terrestres es tan fuerte en este momento (todos los grandes fabricantes sufren demoras en el suministro de componentes) que no sienten ninguna necesidad de desarrollar los marítimos. Los expertos estiman que un generador marítimo debe tener una potencia mínima de 3,5 megavatios, de los que apenas hay

en el mercado. "La potencia idónea de la turbina debería ser de 5 megavatios. Eso implica un peso de 500 toneladas que para transportarla requiere grúas y una logística especial que hoy no están disponibles, ni siquiera infraestructuras portuarias". El coste medio por megavatio eólico marino instalado rondará entre los 2,4 y los 2,6 millones de euros, el doble que el terrestre, si bien se prevé lograr reducciones en los costes cada vez mayores.

En resumen, las características del sector son las siguientes.

- Inexistencia actual de parques eólicos offshore en España\*
- Falta de infraestructuras eléctricas de conexión, para la evacuación y distribución en tierra de la energía generada.
- Existe una propuesta muy interesante del grupo MTorres ligada a la tecnología de desalación. Hay otros fabricantes interesados.
- Mayor rentabilidad energética por tener vientos mayores y más constantes a lo largo de todo el año.
- Mayores costes de cimentación y redes eléctricas respecto a parques en tierra.
- Impacto paisajístico en la línea de costa AfECCIÓN al boyante sector turístico.

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Eólica

- Afección a bancos de pesca Alarmismo en el sector por la posible influencia de los aerogeneradores en la obtención del recurso pesquero.
- Primas y tarifas condicionadas a la subasta a la baja del precio de licitación.
- Viabilidad en los parques offshore:
  - Técnica: se han alcanzado los 50 m de profundidad, y se han estudiado distintas tecnologías de fijación de los aerogeneradores a la plataforma continental, mediante sistemas con varios grados de libertad que permitan la estabilidad del eje principal (la torre) frente a las mareas y los oleajes.
  - Económica: No demostrada en profundidades >30 metros. Una de las dificultades se centra en el tendido del cable submarino.

Potencial eólico offshore de España (GW)

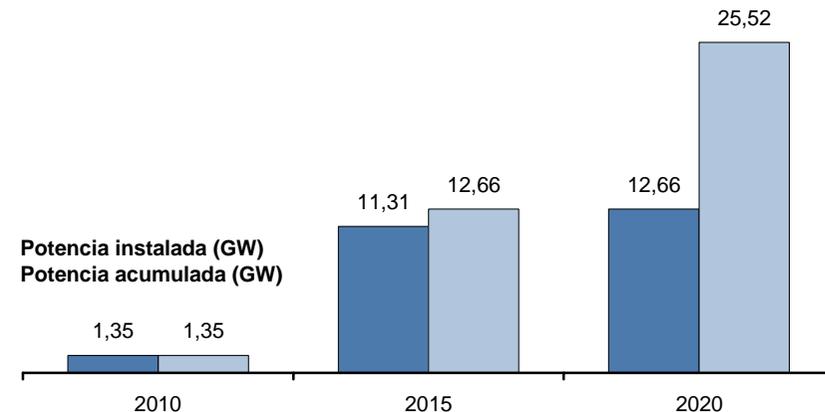


Ilustración 8: Potencial eólico offshore de España (GW). Fuente MITYC.

### 6.1.8.4. La energía eólica Offshore en la Región de Murcia.

La aplicación de la energía eólica para el suministro de la energía demandada por las plantas desaladoras de ósmosis inversa es una tecnología en desarrollo en el sureste español. Velocidades de viento en torno a los 7m/s de media permiten el apoyo a la demanda eléctrica para plantas de cualquier tamaño, ya sean grandes instalaciones para suministrar

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Eólica

a municipios que desalarían entre 100 y 10.000 m<sup>3</sup>/día o pequeñas instalaciones agrícolas que proporcionan entre 5 y 50 m<sup>3</sup>/día.

En este sentido destaca también la alternativa de instalar de máquinas con emplazamiento “off-shore”, es decir, máquinas ubicadas en el mar, desde uno cientos de metros a varios kilómetros alejados de la costa, y que podrán ser utilizadas para la producción de electricidad, desalinización por ósmosis inversa, producción y almacenamiento de hidrógeno, o simplemente generación eléctrica.

Destacan las propuestas del tecnólogo MTorres con equipos que permiten desalar agua de mar in situ, en el propio emplazamiento de la máquina, utilizando un tendido coaxial para el envío a tierra firme de agua desalada y energía eléctrica producida.

Sin embargo, el desarrollo en la plataforma costera murciana cuenta con un handicap importante que queda reflejado en la cuadrícula marítima desarrollada por el ministerio que asigna zonas aptas o excluyentes para toda la plataforma continental.

Desde la Región de Murcia se han puesto de manifiesto las posibles interferencias que podrían producirse en cuanto a la posible ubicación de parques eólicos marinos frente a los recursos pesqueros y al patrimonio arqueológico sumergido en los fondos marinos. La Consejería de Agricultura y Agua considera positivas las iniciativas dirigidas a la producción de energías renovables, que ayuden a mejorar el estatus de nuestro país en

cuanto a las emisiones de gases de efecto invernadero, manteniendo en su generación criterios de adecuación ambiental que contemplen aspectos socioeconómicos de los sectores afectados por tales iniciativas.

Por su parte, la Consejería de Cultura y Turismo establece la necesidad de llevar a cabo estudios que permitan en cualquier caso descartar la existencia de yacimientos inéditos que pudieran verse afectados de cualquier manera. Asimismo, considera que en la elección del emplazamiento de parques eólicos marinos habrá de tenerse en cuenta también el impacto visual respecto de bienes y elementos declarados de interés cultural, tales como torres vigía, castillos y fortalezas costeras.

La siguiente ilustración muestra, para la costa de la Región de Murcia las distintas zonas:

- Zonas de exclusión, representadas de color rojo en la superficie con los parámetros de fondo, y responden a las zonas donde la instalación de parques eólicos marinos resulta incompatible con los usos o actividades ya establecidos.
- Zonas con limitaciones, representadas de color amarillo en superficie con los parámetros de fondo, donde se incluyen las zonas en las que el desarrollo de parques eólicos marinos está condicionado por algún factor.

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Eólica

- Zonas aptas, representadas de color verde en superficie con los parámetros de fondo, como zonas en las que no se ha detectado incompatibilidad alguna.

A la vista de la misma, se percibe que es en el área más próxima al límite de la provincia de Almería, desde Cabo Cope hasta Águilas, donde existen más probabilidades de implantación eólica.

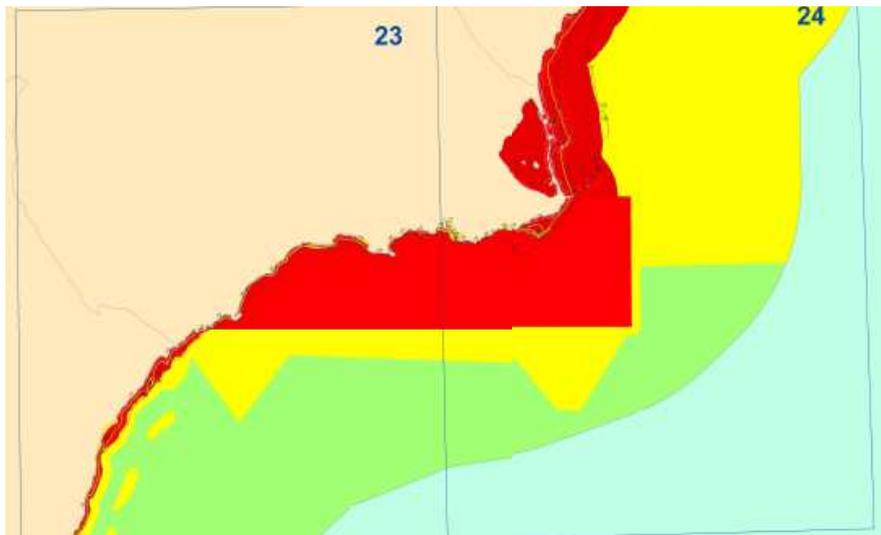


Ilustración 9: Área marítima 23 y 24 correspondientes a la costa de la Región de Murcia. Fuente: Estudio Estratégico Ambiental de la Autorización de Instalaciones Eólicas Marinas. MITYC.

### 6.1.8.4.1. Barreras.

En resumen las principales barreras para el desarrollo de la energía eólica Offshore en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia se centran en barreras tecnológicas propias de la madurez del propio producto y especialmente en la generación de conflictos por otros usos de la plataforma costera y los fondos marinos.

### 6.1.8.4.2. Objetivos.

No se establece a priori, con las tecnologías existentes ningún objetivo de implantación eólica en la franja costera de la Región de Murcia para el 2016.

### 6.1.8.5. Referencias.

- [1]. Global Wind Energy Council (GWEC)
- [2]. European Wind Energy Asociaton (EWEA)
- [3]. Global Wind 2007 Report. GWEC.
- [4]. Delivering Offshore Wind Power in Europe. EWEA.
- [5]. Global Trends in Sustainable Energy Investment 2008 Report (SEFI)
- [6]. Asociación Empresarial Eólica [www.aeeolica.es](http://www.aeeolica.es)

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Eólica

[7]. Autorización de Instalaciones Eólicas Marinas. Estudio Estratégico Ambiental. MITYC.

[8]. [www.popsci.com](http://www.popsci.com).

### 6.1.9. Energía Minieólica

Las aplicaciones de la energía eólica son más extensas que la generación eléctrica mediante parques eólicos conectados a red.

Si bien la energía eólica está desarrollando un gran avance con la construcción de nuevos parques eólicos según el recurso eólico no está siendo aprovechado a nivel micro, el cual resulta ideal para su implantación en las ciudades y pequeños municipios. Los planes y normativa existente han dejado un hueco que queda por cubrir para el aprovechamiento de este recurso de manera similar a como se ha realizado con la energía solar en el ámbito de la edificación. Si bien este concepto empieza a extenderse en centro Europa y EUA, y constituye un área con carácter propio en el Reino Unido y Holanda, su regulación y ordenación es casi inexistente y no existe ningún antecedente en este ámbito en todo el Estado Español.

La diferencia con la eólica tradicional, es que por tamaño y potencia se pueden instalar en los tejados de las casas sin dañar la cimentación y no son más altos que una antena de telefonía móvil. Se pueden conectar a la red de BT, asimilando este tipo de eólica, más a una pequeña instalación fotovoltaica por su carácter discrecional.

Los microaerogeneradores se clasifican en tres grandes tipos, dos de los cuales se corresponden con el eje vertical. Sin embargo, el más extendido es el sistema de eje horizontal con desarrollos paralelos, a menor escala a los aerogeneradores de gran potencia. El siguiente cuadro compara las características de los tres tipos principales.

	Eje horizontal	Eje vertical sustentación EVS DARIEUS	Eje vertical arrastre EVA SAVONIUS
Eficiencia	Alta	Media	Baja
Tecnología	Contrastada	Poca experiencia	Fiable y Robusto
Orientación	Monitorizada	Simple	Simple
Vibraciones	Nivel Alto	Nivel Medio	Nivel Bajo. Silencioso
Turbulencias	Muy sensible	Sensible	Poco sensible
Precio	Bajo	Medio	Alto

Los aerogeneradores no miden más de dos metros sobre la cubierta, porque aprovechan la altura de los edificios como soporte. En instalaciones aisladas pueden alcanzar los 20 metros. La altura es pequeña comparada con la propia edificación a la que den soporte y muy inferior a los 80 o 120 metros de la torre de un aerogenerador eólico. En el caso más extendido, los aerogeneradores de eje horizontal, las palas miden de diámetro, de punta a punta, unos tres metros de media, mientras que las de los grandes aerogeneradores llegan a los 116 metros. Otra diferencia respecto a los aerogeneradores de gran potencia es el hecho de contar con dos (bipalas), tres (tripalas) o más palas (multipalas) frente a las tres palas de todos los equipos de gran tamaño.

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Eólica

Resumen de características de un rango de aerogeneradores de eje horizontal

Potencia Nominal kW	1,5	3	5	10	50
Diámetro m	2,7	3,7	5	6,7	15
Altura torre m	12	12	12	24	25
nº palas	2	2	3	3	3
Coste €	7.800	10.300	30.000	60.000	165.000
Coste €/kW	5.200	6.400	6.000	5.000	3.300
Energía kWh/año	2.500	3.800	10.000	17.200	85.500

El rango de potencia de los minigeneradores eólicos es inferior a los 100 kilovatios y las máquinas más comunes oscilan entre 1,5 y 3 kilovatios de potencia, quedando un rango de potencia de los 100 a los 1.000 kW, como nicho de mercado sin aplicación propia.

En cuanto en al desarrollo a nivel mundial, el Reino Unido ha asumido el compromiso de la reducción del 40% de las emisiones de gases de efecto invernadero para 2020 para lo que ha propuesto una serie de medidas entre las que destaca el de construcción baja en carbono (LCBP) o el de certificados de energía renovable (ROC), por el que los generadores eléctricos deben suministrar el 10% de energía renovable de su mix en 2010.

Estados Unidos tiene un objetivo más modesto con el 3% de renovables de la energía eléctrica consumida para 2020. Sin embargo, en 2001 se

vendieron 13.400 aerogeneradores pequeños y existen formas de fomento propias de cada estado. En Canadá, se ha experimentado un crecimiento del mercado en los últimos años, especialmente en el rango de 1 kW.

Los últimos desarrollos son muy diversos así NPS desarrolla una nueva versión de 100 kW, South West Windpower desarrolla un nuevo prototipo de 1,8 kW (Sky Stream), Abundant Renewable Energy está desarrollando un nuevo concepto de 10 kW, Wetzel Engineering está desarrollando un aerogenerador de 6 kW, Composite Engineering desarrolla una nueva pala de bajo coste de fabricación de 7,5 m de longitud...

En cuanto a fabricantes. Los aerogeneradores de 300 W a 3 kW son de procedencia estadounidense, principalmente de Bergey, Aeromax, SWP, WTIC, aunque también europeos, como Proven, Windmission y los españoles Bornay, y algún fabricante canadiense (Electrovent).

En el rango de 10 kW a 100 kW, la mayor parte son de fabricación interna (Aerojoule, AOC, AOCl, Wenvor) o procedentes de Europa (Vergnet, Furlander y Enercon).

### 6.1.9.1. La energía Minieólica en España.

En España, los fabricantes tienen una buena presencia en el panorama internacional y se aprecia un incremento de las instalaciones en los últimos años, aunque demasiado lento. Existe en su empleo una gran

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Eólica

complementariedad con la energía solar fotovoltaica, pues los instaladores, fabricantes y usuarios demandan soluciones integradas.

Sin embargo, según la Asociación de Productores de Energías Renovables (Appa), en España, el desarrollo de la energía minieólica apenas es significativa, puesto que hay siete megavatios instalados, siendo tres los productores españoles, JBornay, Windeco y Solener, con plantas de producción en Murcia, Alicante y Madrid exportadoras de este tipo de máquinas.

La falta de subvención o remuneración a través de tarifa primada ha desincentivado la instalación más generalizada de este tipo de instalaciones con rango de producción y costes de amortización similares a la fotovoltaica.

La asociación de minieólica y solar en nuevos desarrollos de unifamiliares aisladas o en grupo o adosadas en áreas rurales o de nueva urbanización puede autoabastecer la demanda de las viviendas. El consumo típico residencial es de 800 a 2.000 kWh/mes y un aerogenerador de 1,5 kW produce entre 2.000 y 3.000 kWh de media, evitando la emisión de alrededor de 1,4 toneladas de CO<sub>2</sub>.

El problema vuelve a ser el mismo que ralentizó el despegue de la fotovoltaica. El factor que supone un freno es su coste relativamente elevado ya que al instalarse en zonas habitadas se exige un bajo nivel de ruido y de vibraciones. Este coste es del orden (por kilowatio) de cinco veces superior al de los aerogeneradores de potencia superior a los 500 kilowatios.

Por ello es deseable que la minieólica se pueda interconectar con la red de BT y verter la energía generada. Para ello es necesario desde el punto de vista técnico, facilitar las conexiones a baja tensión, siendo importante que se publique una reglamentación específica para ello, estandarizar la tecnología, fortalecer la maquinaria para optimizar su mantenimiento y productividad.

Desde una perspectiva legislativa, la tecnología minieólica requiere un reconocimiento diferenciado a la eólica tradicional y ser incluida en la planificación estatal, tanto en el próximo Plan de Energías Renovables 2011-2020 como en la planificación del sector eléctrico. Asimismo, el sector reclama una reglamentación específica para la conexión de la minieólica a la red de baja tensión.

A su favor cuenta con un muy bajo impacto visual, y prácticamente desafectación a la avifauna debido a su escasa altura.

En el año 2007 la energía minieólica experimentó un cambio importante al gozar de sección propia en dentro de la Asociación de Productores del Régimen Especial y el apoyo de la administración con un proyecto liderado por el Ciemat y un centro tecnológico especializado en desarrollo de producto, Robotiker. El proyecto desarrolla y mejora aerogeneradores en el rango de potencia de 15 a 100 kW, de eje horizontal, apropiados para explotaciones agrícolas, ganaderas o polígonos industriales; y en otros de

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Eólica

eje vertical para aplicaciones integradas, destinados principalmente a edificios.

En resumen, la energía mini-eólica necesita un fuerte apoyo público que favorezca el desarrollo tecnológico, por ello es preciso que se establezca un marco regulatorio que active el mercado, permitiendo desarrollar tecnología con alta fiabilidad y estandarización con la consecución de costes más competitivos.

### 6.1.9.2. La energía Minieólica en la Región de Murcia

En la Región de Murcia existe un importante potencial para las aplicaciones englobadas bajo el nombre de eólica de pequeña y mediana potencia como son:

- Bombeo directo y acumulación para balsas de riego
- Apoyo energético al sistema de elevación existente (grupos electrógenos).
- Electrificación rural en emplazamientos aislados de la red, tanto con sistemas eólicos puros como mixtos eólico-fotovoltaicos o eólicos-diesel.

La importancia del sector agrícola en la Región de Murcia junto con las características climatológicas y geológicas que posee, inducen el fomento de instalaciones de bombeo para la obtención de agua de regadío. La cuenca del Segura presenta una precipitación media más baja que el resto de

grandes cuencas peninsulares y geológicamente tiene una estructura muy compleja, con un gran número de acuíferos fragmentados.

La energía empleada en los sistemas de suministro de agua superficial, estaciones potabilizadores, estaciones de elevación, etc, puede ser suministrada mediante aplicaciones aisladas de energía eólica como instalaciones de apoyo a las convencionales. En desarrollo están también los micro-parques eólicos, es decir, una serie de máquinas (15-20 unidades) de pequeñas potencias 5-25 kW, aisladas o conectadas a red, que utilizan vientos menores, empezando a funcionar con 2,5 m/s; y que tiene su utilidad para determinados fines, por ejemplo: electrificación rural, explotaciones agrícolas y ganaderas, conexiones a red en zonas de viento insuficiente para los parques eólicos, conexiones a red en zonas costeras, zonas de intensa canalización, incluso arcenes de autovías, etc.

También se espera un desarrollo importante de mini-parques, es decir 1-5 máquinas de gran potencia, próximas a 1 MW, donde existan vientos medios superiores a 6 m/s, 1500 horas de funcionamiento, y que solucionan problemas concretos: suministro eléctrico aislado, suministro eléctrico para estaciones de bombeo, etc.

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía Eólica

### 6.1.9.2.1. Barreras.

Las barreras detectadas son de índole tecnológico, regulatorio, retributivo y de coste de la propia instalación.

Desde un punto de vista tecnológico:

- No existe madurez en el sector (dispersión de parámetros, fabricación bastante artesanal, lazos de regulación mayormente pasivos).
- Su fiabilidad y eficiencia es mejorable (falta de mecanismos de certificación, falta de documentación).
- Se exige tecnología muy robusta, ya que requiere de bajos costes de operación y mantenimiento y cercanía con zonas habitadas
- Se exige bajo nivel de emisiones de ruido y vibraciones.

Desde el punto de vista regulatorio es necesario:

- El desarrollo de nuevas normas que sean útiles, fiables y sencillas.
- La creación de una etiqueta de calidad de pequeños aerogeneradores.
- Se precisa un apoyo en la gestión de permisos y acceso a la red.
- Es necesario un apoyo a la certificación.

Desde el punto de vista económico:

- La inversión necesaria debe ser asequible a pequeños inversores.
- Tiene un alto coste específico (€/kW).
- Falta un marco adecuado de apoyo.

Además la energía mini-eólica se utiliza normalmente en lugares con bajas velocidades medias anuales, ya que el lugar de instalación viene impuesto

por el usuario. Además, su instalación se realiza a baja altura, donde existe flujo turbulento, y en el caso urbano, además de flujo turbulento, suele ser inclinado.

Es necesario todavía reducir las emisiones de ruido acústico y las vibraciones.

### 6.1.9.2.2. Objetivos.

Dada el extenso parque de vivienda diseminada, creciente en nuevos desarrollos urbanísticos se puede plantear un objetivo ambicioso de incorporar minieólica de manera obligatoria en aquellos desarrollos costeros o con probada presencia de recurso eólico de manera que cubran de manera combinada con fotovoltaica la demanda eléctrica de los usos comunes. (riegos, iluminación de zonas comunes).

### 6.1.9.2.3. Medidas.

Se propone la redacción y elaboración de una orden que incorpore la obligatoriedad de implantar sistemas de energía renovable que satisfagan un porcentaje del suministro eléctrico a servicios auxiliares como pueda ser riego u otros tipos de demanda.

Facilidad para la tramitación de instalaciones aisladas.

Formar e informar sobre este tipo de instalaciones. Sobre todo para viviendas aisladas de la red.

Ayudas para el desarrollo de proyectos de investigación en tecnología eólica.