

La industria de la energía eólica en España

Tecnología y desarrollo regional endógeno

ANGEL MARTÍNEZ SÁNCHEZ*
ANGEL ANTONIO BAYOD RÚJULA*
MANUELA PÉREZ PÉREZ*

Este artículo analiza brevemente la estructura y situación actual de la industria de energía eólica en España. Esta energía renovable ha tenido una gran difusión en España, de tal forma que en el año 2002 nuestro país es el tercero del mundo por potencia eólica instalada. Este crecimiento ha posibilitado el desarrollo de un sector industrial que utilizando tecnologías nacionales o transferidas de otras empresas, está actualmente exportando y estableciendo acuerdos de desarrollo y cooperación con empresas de diversos países.

Palabras clave: energía, energías alternativas, energía eólica, energías renovables, desarrollo industrial, nuevas tecnologías.

Clasificación JEL: O14, Q42.



COLABORACIONES

1. Introducción

La energía eólica constituye una de las energías renovables más importantes que existen en la actualidad, con unos crecimientos anuales de potencia instalada cercanos al 30 por 100 en los últimos años (1). La importancia de la energía eólica en el marco de las energías renovables queda puesta de manifiesto, por ejemplo, en la directiva europea de promoción de las energías renovables que establece que en el año 2010, el 12 por 100 de la energía primaria y el 22,1 por 100 de la electricidad consumida en la Unión Europea proceda de fuentes renovables (Comisión Europea, 1997). El objetivo concreto para la

energía eólica es alcanzar 40.000 MW (megavatios) en el año 2020 en la Unión Europea, lo que significa producir el 3 por 100 de la generación eléctrica total prevista para ese año.

La energía eólica no contamina, es inagotable y frena el agotamiento de combustibles fósiles (2) contribuyendo a evitar el cambio climático (3). Es una de las fuentes más baratas, puede competir en rentabilidad (Cuadro 1) con otras fuentes energéticas tradicionales como las centrales térmicas de

(2) Por ejemplo, la compañía Endesa ha asegurado que España evitó el año 2001 la importación de casi 600.000 barriles de petróleo gracias a la producción de los cuatro parques eólicos que gestiona en Galicia y que en 2001 generaron 415.000 MW/hora al año, 170.000 más que en el ejercicio precedente.

(3) Cada kilowatio-hora de electricidad generada por energía eólica en lugar de por carbón, evita la emisión a la atmósfera de 0,60 Kg. de dióxido de carbono, 1,33 gr. de dióxido de azufre y 1,67 gr. de óxido de nitrógeno. Un estudio auspiciado en España por el IDEA, CIEMAT, APPA y cinco gobiernos autonómicos, concluía que el kWh eólico es 26 veces más limpio que el generado con lignito o 4 veces más limpio que el generado con gas (*Noticias del Viento*, nº 3, página 1).

* Universidad de Zaragoza.

(1) Una prueba del interés social de este tipo de energía renovable es, por ejemplo, el curso «on-line» gratuito que ha organizado el Instituto Tecnológico de Canarias, en colaboración con la Asociación danesa de la Industria Eólica, dirigido a estudiantes de Secundaria de las islas Canarias www.canarias-digital.org/educanarias.

CUADRO 1
COSTES DE GENERACION DE ELECTRICIDAD DE DIFERENTES TIPOS

Tecnología	Coste de la planta (Euros/kW)	Coste del combustible (Céntimos/kWh)	Operación y Mantenimiento (Céntimos/kWh)	Total de costes de generación (Céntimos/kWh)
Carbón.....	1.000 - 1.300	1,6 - 4,6	1,2 - 2,0	5,0 - 9,1
Nuclear.....	1.200 - 1.800	0,4 - 1,0	0,9 - 1,3	4,0 - 8,4
Gas.....	460 - 700	1,5 - 1,8	0,4 - 0,8	3,0 - 3,8
Eólica.....	900 - 1.300	0	1,0 - 2,0	3,5 - 7,5

Nota: Los costes indicador para las plantas térmicas de carbón corresponden a grandes plantas (más de 300 MW), porque para las plantas más pequeñas los costes son más altos.

Fuente: European Wind Energy Association.

carbón (considerado tradicionalmente como el combustible más barato), las centrales de combustible e incluso con la energía nuclear, si se consideran los costes de reparar los daños medioambientales. La eólica es una energía autóctona, lo que resulta estratégicamente relevante ya que España importa el 74 por 100 de sus recursos energéticos, porcentaje que en la media de la Unión Europea es del 50 por 100 (Comisión Europea, 2000).

A diferencia de lo que puede ocurrir con las energías convencionales, la energía eólica no produce ningún tipo de alteración sobre los acuíferos, ya sea por consumo, contaminación por residuos o vertidos. La generación de electricidad a partir del viento no produce gases tóxicos, no contribuye al efecto invernadero, no destruye la capa de ozono, y tampoco crea lluvia ácida. Además, la utilización de la energía eólica para la generación de electricidad no representa ninguna alteración sobre el suelo, ya que no se produce ningún contaminante, ni tampoco vertidos o grandes movimientos de tierras. Estas ventajas son percibidas, en general, de forma directa y positiva por los ciudadanos (4).

Las desventajas que se le señalan a la energía

eólica inciden principalmente en los factores estéticos. El escaso peso específico del aire hace necesaria la utilización de máquinas de gran tamaño (60 metros de altura o más) que, al encontrarse en puntos elevados, modifican la estética del paisaje. Asimismo, el ruido que provocan los rotores de los aerogeneradores al girar, constituye una contaminación acústica, aunque es normalmente de una intensidad baja (menor de 50 decibelios). En algunos casos, estos aparatos también pueden provocar la muerte de aves migratorias (5), haciendo necesaria su señalización y la creación de «pasillos» migratorios en los que no se pueden instalar parques eólicos.

Además de que las ventajas de la energía eólica parece ser que superan a sus desventajas, la tecnología de generación de electricidad a partir de la energía eólica puede considerarse actualmente como una tecnología madura (Avia, 2001), todo lo cual facilita su uso y difusión. Los fabricantes de aerogeneradores, especializados en esta tecnología, han mejorado el proceso productivo y conseguido reducir el precio medio de los aerogeneradores (Cuadro 2). España es además un país en el que las condiciones climatológicas de algunas de sus zonas han permitido un desarrollo importante de la generación de electricidad a partir de la energía eólica, lo que ha contribuido al desarrollo industrial del sector. El propósito de este artículo es describir la situación de la industria de la energía eólica en España. La estructura del artículo es la siguiente. En primer lugar se

(4) Por ejemplo, según una encuesta realizada en Navarra en el año 2002, el 85 por 100 de los ciudadanos valoraba positivamente el desarrollo eólico alcanzado en esa Comunidad. Los encuestados de todas las zonas con parques eólicos coincidían en valorar como beneficiosa la implantación eólica realizada en el conjunto de Navarra, con porcentajes que iban del 72 por 100 en la zona de Leiza-Berute, al 88 por 100 en El Perdón, y con unos porcentajes de opinión negativa de solo el 1 por 100 al 3 por 100. Para el conjunto de los navarros, la eólica es la mejor forma de producir electricidad (75 por 100 frente al 19 por 100 de las centrales hidroeléctricas, y el 1 por 100 de las nucleares). La principal ventaja para los ciudadanos es que se trata de una energía limpia (93 por 100) y que está creando riqueza y empleo (37 por 100). Un 86 por 100 de los ciudadanos creía asimismo que Navarra se estaba beneficiando del desarrollo eólico frente a un 3 por 100 que opinaba lo contrario.

(5) La Asociación Naturalista de Aragón (ANSAR) y la Sociedad Aragonesa de Estudios del Medio Ambiente (SAEMA) han denunciado ante la Comisión Europea al Gobierno de Aragón «por daños irreversibles sobre las poblaciones de rapaces y otras aves en las Planas de María y Zaragoza», al sur de la capital aragonesa. Noticia del 9 de junio de 2002 <http://www.energias-renovables.com/ContenidoSecciones.asp?ID=2136&Nombre=Eólica>.



COLABORACIONES

CUADRO 2
EVOLUCION DEL PRECIO MEDIO DE LOS AEROGENERADORES
(Euros/kWh)

	1994	1997	1999
Francia.....	-	0,051	0,046
Inglaterra.....	0,066	0,054	0,053
Estados Unidos.....	0,065	0,051	0,044

Fuente: «Era Solar», nº 98, página 16.

cuantifica la importancia de la energía eólica en el panorama energético español. En segundo lugar se describe la industria de fabricantes y suministradores de energía eólica en España, analizando la estructura del sector y las características de las empresas que lo forman. A continuación, se analiza la importancia regional de la energía eólica en España, a partir de la evolución y situación actual de los parques eólicos existentes en las distintas Comunidades Autónomas. Por último, se señala la conclusión del trabajo.

2. La energía eólica en España

La energía eólica forma parte del conjunto de las energías renovables. En 1998, el gobierno aprobó el real decreto sobre producción de energía eléctrica con recursos renovables (6). Estas energías representaban en aquel año el 6,3 por 100 del consumo energético nacional, pero la energía eólica únicamente constituía el 2 por 100 de la producción de energías renovables. Las previsiones, no obstante, son muy optimistas en cuanto al crecimiento de la energía eólica, esperando que en términos porcentuales represente el 12 por 100 de la energía consumida en España en el año 2010, lo que en términos absolutos supondría alcanzar los 8.974 MW en ese año según el Plan de Fomento de Energías Renovables. La Comisión Nacional de la Energía espera, no obstante, que se puedan superar estas previsiones para el año 2010 (7).

De momento, España es ya el tercer país del

(6) Real Decreto 2818/1998 (BOE, 30-12-1998, páginas 44.077-44.089) sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración. Una recopilación de la legislación relativa a las fuentes de energía renovables en los Estados miembros de la Unión Europea puede consultarse en Internet www.jrc.es/cfapp/eneriure/welcome.html

(7) *El País*, 28-1-2002, página 27.

CUADRO 3
PRINCIPALES PAISES DEL MUNDO POR POTENCIA INSTALADA
DE ENERGIA EOLICA EN EL AÑO 2002

Pais	Potencia instalada (MW)
Alemania.....	8.965
Estados Unidos.....	4.258
España.....	3.335
Dinamarca.....	2.417
India.....	1.507
Italia.....	700
Holanda.....	497
Reino Unido.....	493
China.....	399
Japón.....	300
Grecia.....	272
Suecia.....	264
Canadá.....	207
Portugal.....	127
Irlanda.....	125

Fuente: WSH-Statistics. Datos de Marzo de 2002.

mundo por potencia instalada de energía eólica, detrás de Alemania y Estados Unidos (Cuadro 3). Con la potencia instalada en España se evitará la emisión a la atmósfera de 6.120.000 toneladas equivalentes de dióxido de carbono (CO₂), se sustituyen 760.000 Toneladas Equivalentes de Petróleo (TEP) y se proporciona la electricidad que pueden consumir 1.700.000 familias. En total, se estima que la capacidad instalada de energía eólica en el mundo a comienzos del año 2002 asciende a 25.000 MW, de los cuales 17.000 MW están instalados en la Unión Europea. La potencia instalada ha crecido principalmente durante los últimos años. Así, según el informe de la Asociación Europea de Energía Eólica, la capacidad eólica en la red eléctrica europea aumentó un 35 por 100 en el año 2001 (Cuadro 4). Este crecimiento tan importante en la potencia instalada se ha producido a la vez que se ha reducido el coste de la inversión por kW eólico instalado, debido al abaratamiento de los aerogeneradores —por mayores economías de escala y mejores rendimientos— y por la mayor experiencia de los promotores eólicos en su implantación (8). Los 17.000 MW instalados actualmente en la Unión Europea, producirán aproximadamente 40 billones de kilovatio/hora (kWh) de electricidad al año, equivalente al consumo eléctrico de 10 millones de hogares europeos, y evitarán la emisión de 24



COLABORACIONES

(8) En la actualidad, una turbina eólica puede costar lo mismo que hace seis años y producir un 60 por 100 más por efecto del incremento de potencia.

CUADRO 4
POTENCIA INSTALADA DE ENERGÍA EÓLICA (MW)
EN LA UNIÓN EUROPEA A FINALES DE LOS AÑOS 2000 Y 2001

País	Año 2000	Año 2001
Alemania.....	6.113	8.754
España.....	2.235	3.337
Dinamarca.....	2.300	2.417
Italia.....	427	697
Holanda.....	446	493
Reino Unido.....	406	474
Suecia.....	231	290
Grecia.....	189	272
Portugal.....	100	125
Irlanda.....	118	125
Austria.....	77	94
Francia.....	66	78
Finlandia.....	38	39
Belgica.....	13	31
Luxemburgo.....	10	15
Total Unión Europea.....	12.769	17.241

Fuente: Renewable Energy World. Marzo-abril 2002, página 14.

millones de toneladas de dióxido de carbono (CO₂) al año.

La importancia de la energía eólica también es significativa en términos de empleo. Según un estudio del sindicato Comisiones Obreras realizado a partir de los datos del libro de Menéndez (2001), se estima que la energía eólica ha creado en España más de 5.000 empleos directos y cerca de 12.000 indirectos hasta el año 2001. La energía eólica es así la energía renovable que más empleo ha creado en nuestro país, dentro de un total de 12.000 empleos directos y 45.000 indirectos generados por las energías renovables. Si se cumplen los objetivos del Plan de Fomento de las Energías Renovables en España, aprobado por el gobierno en diciembre de 1999, se podrían llegar a crear hasta el año 2010 unos 50.000 empleos directos y 150.000 indirectos por las energías renovables, de los cuales 8.000 y 20.000 respectivamente lo serían por la energía eólica. Se estima que la fabricación e instalación de parques eólicos genera 6 puestos de trabajo por año y MW, mientras que la operación y mantenimiento de las instalaciones da empleo a entre 100 y 400 personas por año y TWh generado.

Además, la energía eólica genera un efecto positivo sobre las economías rurales. La inversión promedio necesaria para un parque eólico de 30 aerogeneradores asciende a unos 20 millones de euros, una cuarta parte de los cuales se gasta en subcontratistas locales. Una vez que el parque está en funcionamiento, la economía de la zona se beneficia también de los alquileres y tasas que

se pagan por el uso de la tierra. Por ejemplo, el municipio de La Muela (Zaragoza) en el que están ubicados 370 molinos, ha construido una nueva plaza, un centro para ancianos y otras infraestructuras gracias a la energía eólica (*Heraldo de Aragón*, 14-7-02, Suplemento, página 1-3).

Estos efectos económicos se producen, en cualquier caso, en un periodo en el que la energía eólica (y otras renovables) tiene un marco regulatorio especial. La directiva comunitaria para la promoción de la electricidad por fuentes de energía renovables en el mercado interior de la electricidad, aprobada en noviembre del año 2000, fija un plazo transitorio de al menos cinco años para lograr el despegue de las energías renovables, momento en el cual se valorarán los resultados de los distintos regímenes de apoyo a estas fuentes de energía. España es uno de los siete países que retribuyen el kWh eólico con el sistema de apoyo al precio (9). En el precio estipulado se incluye una «prima» sobre el precio medio de venta de la electricidad, que viene a reconocer el beneficio medioambiental que supone producir energía sin contaminar ni provocar residuos, y la contribución al autoabastecimiento que implica producir energía en el propio territorio, aprovechando recursos autóctonos (10). La mayoría de los países europeos ha adoptado este sistema al comprobar su eficacia para la creación de parques eólicos en países como Alemania, España o Dinamarca que entre los tres concentran el 82 por 100 de la potencia eólica instalada en Europa (11). Por otra parte, España es el cuarto país europeo, de un total de 13, que menos retribuye al kWh eólico con 0,062806 euros, frente a los 0,09 de Alemania, 0,109 de Austria o los 0,13 euros tope fijados

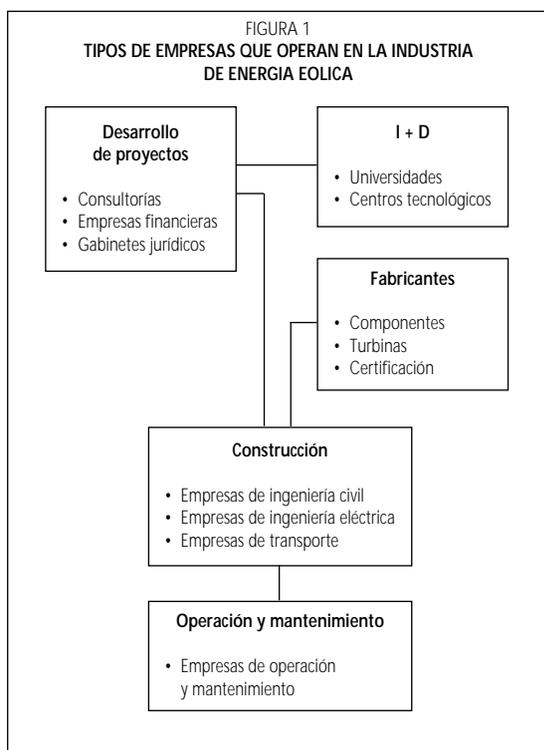
(9) Los otros países son Alemania, Austria, Bélgica, Francia, Grecia y Portugal.

(10) En España, la energía eólica está percibiendo una prima por kWh vertido a la red de 0,028969 euros (Real Decreto 1483/2001, BOE 28-12-2001, por el que se establece la tarifa eléctrica para el año 2002), y que en términos globales no superó los 240 millones en el año 2001 (el 1,7 por 100 de la facturación del sistema eléctrico), cantidad muy inferior a cualquiera de las subvenciones directas o indirectas que reciben las energías convencionales.

(11) Dinamarca abandonó recientemente el sistema para adoptar otro sistema, el de certificados, que ha paralizado la construcción de nuevos parques en el país.



COLABORACIONES



en Italia para el sistema de certificados verdes implantado recientemente en ese país. Pero ello no ha impedido que España sea el segundo país europeo por potencia eólica instalada, y que los fabricantes españoles de aerogeneradores se encuentren entre los mayores del mundo. El próximo apartado indica las principales características del sector industrial de la energía eólica.

3. Estructura industrial del sector de energía eólica

Según el IDAE (*Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía*), alrededor de 250 empresas desarrollan su actividad en el área eólica y cerca de 200 declaran dedicarse al desarrollo integral de proyectos. La Figura 1 presenta un esquema de los tipos de compañías que participan en este sector. En torno a 150 se dedican a la instalación y mantenimiento de equipos y más de un centenar realizan servicios de reparación y de promoción de esta energía. Más de 60 empresas suministran (fabrican, importan o comercializan) aerogeneradores; alrededor de 30 hacen lo propio con torres eólicas, y unas 15 se ocupan de diversas partes de los aerogeneradores. Cerca de 130 empresas realizan actividades de asesoramiento e

CUADRO 5
DISTRIBUCION POR COMUNIDADES AUTONOMAS DE LAS EMPRESAS DEDICADAS EN ESPAÑA A LA ENERGIA SOLAR

Comunidad Autónoma	Nº de fabricantes de aerogeneradores	Nº total de empresas	% total de empresas
Andalucía.....	-	12	6,9
Aragón.....	1	10	5,8
Asturias.....	-	6	3,4
Baleares.....	1	1	0,6
Canarias.....	1	1	0,6
Cantabria.....	-	2	1,1
Castilla y León.....	-	4	2,3
Castilla-La Mancha.....	-	4	2,3
Cataluña.....	3	35	20,3
Extremadura.....	-	1	0,6
Galicia.....	1	10	5,8
La Rioja.....	-	3	1,7
Madrid.....	5	55	32,3
Navarra.....	1	7	4,1
País Vasco.....	4	17	9,9
Comunidad Valenciana.....	1	4	2,3
Total empresas.....	19	172	100,0

Fuente: Elaboración propia con información del IDAE (www.idae.es).

ingeniería, y 68 declaran suministrar instalaciones completas llave en mano.

En el mercado nacional de aerogeneradores existe una fuerte competencia, con presencia de las compañías internacionales de mayor dimensión, que están ofreciendo las tecnologías más avanzadas. El Cuadro 5 muestra la distribución regional de empresas dedicadas a la energía eólica en España. Las Comunidades Autónomas que cuentan con un mayor número de empresas en este sector son Madrid, País Vasco y Cataluña, tanto en lo que se refiere a la fabricación de aerogeneradores como en el conjunto de las empresas que forman parte del sector: suministradores de componentes, empresas de mantenimiento y oficinas técnicas. La distribución del Cuadro, no obstante, recoge la ubicación de las sedes, y en el caso de algunas empresas, éstas disponen también de fábricas en otras regiones (12).

El sector muestra un elevado grado de concentración. El Cuadro 6 relaciona la potencia eólica instalada por las distintas empresas en los parques eólicos españoles. Con los datos del Cuadro, se observa que las cuatro primeras empresas del ranking —Gamesa Eólica, Made, Ecotècnia y Neg-Micon— concentran el 83 por 100 de la potencia instalada en España. Los tres mayores fabricantes

(12) Por ejemplo, la empresa Ecotècnia (www.ecotecnia.com), con sede en Barcelona, dispone también de fábricas en las provincias de La Coruña, Navarra y Zamora.



COLABORACIONES

CUADRO 6
POTENCIA EOLICA INSTALADA EN ESPAÑA POR TECNOLOGIAS
(Acumulado hasta el año 2000)

	MW	%
Gamesa Eólica.....	1.274	56,1
Made	238	10,5
Ecotècnia.....	227	10,0
Taim Neg Micon Eólica	151	6,7
Bazan-Bonus	109	4,8
Desa.....	93	4,1
Kenetech.....	30	1,3
Enercon.....	27	1,2
Acsa - Vestas.....	6	0,3
Otras.....	48	2,1
Tecnologías mixtas.....	65	2,9
Total.....	2.269	100,0

Fuente: IDAE.

españoles se encuentran además entre los 10 primeros del mundo, y Gamesa Eólica ocupa el segundo puesto, solo detrás de la danesa Vestas. En Europa se estima que existen unas 700 empresas pequeñas o de tamaño medio, dedicadas a la fabricación, instalación y mantenimiento de parques eólicos, con unos 20.000 puestos de trabajo. Los fabricantes daneses mantienen una cuota del 55 por 100 del mercado mundial. Once fabricantes suministran más del 95 por 100 del mercado mundial, de los cuales 9 son europeos y exportan entre el 60 por 100 y el 90 por 100 de su producción total (Germa y Lagandré, 1999).

La potencia eólica instalada en España ha sido suministrada por fabricantes nacionales usando tecnologías propias (Made, Ecotècnia), o por fabricantes nacionales con transferencia de tecnología (Gamesa, Taim y Bazan). En la medida en que la base tecnológica de los productos relacionados con la energía eólica es fundamentalmente mecánica y eléctrica, las empresas fabricantes han contribuido al desarrollo industrial endógeno de la región. Es decir, la especialización en la fabricación de productos metalúrgicos y eléctricos ha constituido una base importante para el desarrollo industrial del sector. En aquellas regiones donde existe una especialización de la industria de transformados metálicos y de maquinaria, es donde se ubican las principales empresas del sector industrial de energía eólica. Ello sugiere un desarrollo endógeno de este sector industrial, que ha posibilitado la transferencia de tecnología hacia un tejido de empresas de ingeniería y de servicios de apoyo, con el consiguiente efecto positivo sobre la economía regional.

Además del grado de concentración empresarial y espacial de las actividades del sector, existen otras características que se evidencian del análisis del mismo. Por ejemplo, existe un alto grado de concentración de algunas empresas en las ventas regionales de sus aerogeneradores. Las empresas que han instalado un menor número de aerogeneradores, concentran proporcionalmente más sus ventas en la propia región en la que están ubicadas. En cambio, las empresas que han instalado un mayor número de aerogeneradores, tienen una presencia más diversificada en el mercado nacional (e internacional).

Desde el punto de vista del tamaño, la mayoría de las empresas del sector son pequeñas y medianas empresas. De los 19 fabricantes de aerogeneradores incluidos en el Cuadro 5, once son pequeñas empresas (tienen menos de 50 empleados), cinco son medianas (entre 50 y 250 empleados) y 3 son empresas grandes (tienen más de 250 empleados). Por su parte, del conjunto de las 172 empresas incluidas en el sector industrial de la energía eólica, el 60,5 por 100 son empresas pequeñas, el 23,8 por 100 son empresas medianas y el 15,7 por 100 son empresas grandes. Son muy pocas las empresas grandes que se dedican exclusivamente al sector de la energía eólica, sino que también participan en otros sectores energéticos o industriales.

También se observa que un número importante de empresas del sector son filiales o están participadas mayoritariamente por grandes empresas productoras de energía. Por ejemplo, la empresa Made, Tecnologías Renovables, S.A., está participada al 100 por 100 por Endesa Diversificación S.A. Otras empresas forman parte de grupos industriales como, por ejemplo, Ecotècnia (www.ecotecnia.com) que pertenece al grupo de cooperativas Mondragón. Algunas pocas empresas fabrican aerogeneradores como una más de sus líneas de negocio (por ejemplo Izar, www.izar.es, dedicada al sector naval), pero en este caso la importancia de los aerogeneradores en su cartera industrial suele ser pequeña. Por último, también están presentes en España filiales de empresas extranjeras como, por ejemplo, Wind Iberica (www.windiberica.com) que es filial del grupo danés World Wide Wind.



COLABORACIONES

Otra característica del sector es la creciente internacionalización de sus operaciones, que se traduce no sólo en ventas en el exterior (13), sino también en la firma de acuerdos de colaboración y de alianzas con empresas extranjeras para la producción y comercialización de aerogeneradores. Por ejemplo, la empresa Gamesa Eólica (14) ha firmado en junio de 2002 un acuerdo de colaboración con la empresa australiana Transfield Pty Ltd. por el que esta compañía realizará la construcción de torres, la obra civil y eléctrica, el montaje de aerogeneradores y el mantenimiento de los parques eólicos que Gamesa Eólica instale en Australia (15). Asimismo, Made estableció un acuerdo con la *Société Tunisienne de l'Électricité et du Gaz* (STEG) en mayo de 2002, que le afianza como líder para la provisión de aerogeneradores en Túnez.

Los desarrollos tecnológicos en los que están trabajando las empresas fabricantes son de distinto tipo. En primer lugar, un aumento de la potencia unitaria de los aerogeneradores fabricados por las empresas. No obstante, existe también un mer-

cado de instalaciones de pequeña potencia —de menos de 100 kW— para bombeo de agua y minigeneradores mixtos eólico-fotovoltaicos. Los fabricantes están también mejorando sus procedimientos de fabricación en base a las economías de escala y a un aumento en el suministro de componentes específicamente diseñados para su empleo en aerogeneradores, lo que repercutirá en la reducción de los costes de los aerogeneradores. Por último, existen varias áreas de investigación en otras empresas del sector como, por ejemplo, las técnicas de pronóstico de viento que incrementarían el valor de esta energía al prever la generación de electricidad con un margen de hasta 48 horas. Otro aspecto importante es la mejora en la integración de los parques eólicos con la red eléctrica, lo que resulta esencial para el aumento del parque eólico debido a la limitación existente en la red eléctrica para la distribución de la electricidad generada.

4. El mercado regional de la energía eólica en España

El Plan de Fomento para las Energías renovables estima que el potencial eólico aprovechable en España a finales del año 2010 es de 15.100 MW, sujeto a limitaciones técnicas, económicas y ambientales, por lo que el objetivo eólico de potencia previsto es inferior al potencial (16). El Cuadro 7 muestra la distribución regional del potencial eólico y el objetivo eólico de potencia, indicados en el Plan. Se observa cómo las Comunidades Autónomas más importantes para esta energía renovable serían Galicia, Aragón y Andalucía. En este apartado, se indica la situación real en cuanto al aprovechamiento del potencial eólico de nuestro país con las instalaciones realizadas (17).

La potencia eólica instalada en España a 31 de diciembre de 2001 ascendía a 3.337 MW, según el censo realizado por la Asociación de Productores

(13) La presencia exterior de las empresas españolas se extiende a países de todo el mundo. En Enero del año 2002 se exportaron las primeras unidades de aerogeneradores a Japón, fabricados por la empresa Ecotecnía (www.ecotecnia.com) para el parque eólico de Ito Country Club en Yokohama. En febrero de 2002, Made vendió 50 aerogeneradores a China y ha instalado allí una planta de fabricación, coparticipada con el grupo industrial chino Yituo.

(14) Gamesa Eólica (www.gamesa.es) es uno de los principales fabricantes de aerogeneradores a nivel mundial. Inició sus actividades en 1976, está situada en Navarra y da empleo a 970 personas. Forma parte del grupo Gamesa, con otras divisiones aeronáuticas, industriales, energéticas y de servicios. En el año 2000 logró una cuota del 64,9 por 100 de la potencia eólica instalada en España en ese año. Igualmente ese año alcanzó el segundo puesto mundial en fabricación de aerogeneradores con una cuota de mercado del 13,9 por 100. Actualmente sus instalaciones le permiten atender la fabricación de 1.600 aerogeneradores al año.

(15) El nuevo acuerdo recién suscrito supone un paso más en el proceso de internacionalización de Gamesa Eólica y una apuesta decidida por el mercado australiano, donde el peso de la energía eólica en el sistema energético nacional es todavía muy reducido, con tan sólo 72 MW de potencia instalada en todo el país. Gamesa Eólica tiene previsto participar en el desarrollo de parques eólicos en Australia por una potencia mínima de 200 MW en los próximos dos años. En marzo de este mismo año, Gamesa Eólica había suscrito otro acuerdo de colaboración con la empresa TME Australia Pty Ltd. para promover 14 proyectos eólicos en Australia con una potencia estimada de 450 MW. En mayo del 2002, Gamesa materializó su entrada en el mercado estadounidense gracias al acuerdo alcanzado con la empresa Navitas, ubicada en Minneapolis (Minnesota), para el desarrollo conjunto de parques eólicos en aquél país.

(16) No obstante, el desarrollo tecnológico y el empleo de máquinas de mayor potencia unitaria sugieren que tanto el potencial como los objetivos eólicos de potencia, pueden verse incrementados al final de ese periodo.

(17) La información de este apartado procede de las Consejerías de Industria de las distintas Comunidades, de la asociación APPA (www.appa.es) y de la revista Energías Renovables (www.energias-renovables.com).



COLABORACIONES

CUADRO 7
POTENCIAL EOLICO Y OBJETIVOS EOLICOS DE POTENCIA DEL PLAN DE FOMENTO EN LAS COMUNIDADES AUTONOMAS

Comunidad Autónoma	Potencial eólico	Objetivo eólico de potencia
Andalucía	1.500	1.100
Aragón	2.000	1.000
Asturias	400	300
Baleares	100	49
Canarias	300	250
Cantabria	300	300
Castilla y León	1.500	850
Castilla-La Mancha	1.000	400
Cataluña	1.300	425
Extremadura	500	225
Galicia	3.500	2.500
La Rioja	450	100
Madrid	100	50
Murcia	350	300
Navarra	650	635
País Vasco	450	200
Comunidad Valenciana	700	290
Total	15.100	8.974

Fuente: Plan de Fomento para el área eólica. IDAE, 1998.

res de Energías Renovables. Esta cifra de potencia eólica representa el 37,2 por 100 del objetivo eólico de potencia del Plan, y un aprovechamiento del 22,1 por 100 del potencial eólico en el territorio español. No obstante, estos datos reflejan el dinamismo del sector, porque la potencia eólica instalada a finales de 2001 era un 33,37 por 100 superior a la instalada a final del año 2000.

Por su parte, los Cuadros 8 y 9 muestran la evolución en el tiempo de los aerogeneradores y la potencia instalada en España hasta el año 2001. El Cuadro 8 recoge los datos del número de aerogeneradores, mientras que el Cuadro 9 indica la potencia instalada, que representa una medida relativa de la inversión realizada en los parques eólicos (18). Dado que los primeros aerogeneradores que se instalaron eran de una potencia muy reducida, el Cuadro significativo para analizar la difusión espacial de la energía eólica es el de la potencia instalada (Cuadro 9). Del análisis de ambos Cuadros, se observa que Galicia, Navarra, Castilla-La Mancha y Aragón son las cuatro Comunidades españolas que disponen de una mayor infraestructura eólica en sus territorios.

Entre estas cuatro Comunidades se concentra el 76 por 100 de la potencia eólica instalada en España. En comparación con el potencial eólico

de dichas Comunidades, se puede deducir que algunas de estas Comunidades se encuentran ya cerca de su potencial eólico —Navarra (92 por 100)— mientras otras todavía están lejos de dicho potencial —Galicia (27,8 por 100), Aragón (23,2 por 100) y Castilla-La Mancha (50 por 100)—. Comparando la localización de la industria de energía eólica (Cuadro 5) con la localización de la infraestructura de parques eólicos (Cuadro 9), se observa que las empresas están concentradas en regiones cuyo potencial eólico es limitado (Madrid y Cataluña). No obstante, también se observa que, en términos proporcionales a su tejido industrial, las regiones con elevado potencial eólico, disponen de una infraestructura industrial y de servicios. Es el caso, por ejemplo, de Aragón que cuenta con una proporción de empresas de energía eólica, superior a la de su participación en el conjunto de la industria nacional. A continuación, se realizan algunos breves comentarios sobre la situación y evolución reciente de la energía eólica en las Comunidades Autónomas españolas.

Andalucía es una de las Comunidades Autónomas con mayor potencia instalada y la pionera en el campo de la energía eólica al contar con uno de los puntos geográficos más favorables para este tipo de instalaciones, Tarifa en Cádiz. Andalucía cuenta con doce parques eólicos (en Cádiz, Almería y Málaga) y con una previsión de instalación de 1.206 MW de potencia repartidos en otros cuarenta y tres nuevos parques. La potencia instalada se multiplicará por ocho en los próximos años en esta Comunidad Autónoma.

Aragón es otra Comunidad que cuenta con características orográficas favorables para la energía eólica. El viento predominante en el valle del Ebro, el cierzo que sopla en dirección noroeste-sureste, así como el bochorno en dirección contraria favorecen la instalación de molinos. Aragón es la segunda región española con mayor previsión de instalación de potencia, superando los 2.000 MW lo que le permitirá multiplicar casi por cuatro la potencia ya instalada, y colocar a esta Comunidad en tercer lugar tras Galicia y Navarra en la generación de energía. Actualmente hay 25 parques en funcionamiento, básicamente en el corredor del Ebro dentro de la provincia de Zaragoza.

(18) Red Eléctrica de España dispone de una página en su web (www.ree.es) que permite seguir, en tiempo real, la evolución de la energía eléctrica generada en los parques eólicos españoles.



COLABORACIONES

CUADRO 8
DISTRIBUCION POR COMUNIDADES AUTONOMAS DEL NUMERO DE AEROGENERADORES INSTALADOS EN ESPAÑA

Comunidad Autónoma	<1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	Total
Andalucía	101	-	256	-	2	104	1	40	92	18	86	6	706
Aragón	14	-	-	-	103	-	25	40	82	70	4	156	494
Asturias	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37	37
Canarias	9	1	18	49	62	-	67	16	58	-	97	6	383
Castilla y León.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	97	350	105	552
Castilla-La Mancha.	10	-	-	-	-	-	-	-	-	169	284	124	597
Cataluña.....	11	-	-	-	-	27	-	36	66	25	-	20	185
Galicia	4	-	22	-	-	-	-	350	76	499	158	406	1.515
Murcia	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	8	17
Navarra.....	-	-	-	-	40	-	155	-	200	92	185	80	752
País Vasco.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37	-	37
La Rioja.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37	75	112
C. Valenciana.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	-	-	25
Total	149	1	296	49	207	131	248	482	583	995	1248	1023	5.412

Fuente: APPA - Asociación de Productores de Energías Renovables.

CUADRO 9
DISTRIBUCION POR COMUNIDADES AUTONOMAS DE LA NUEVA POTENCIA EOLICA INSTALADA (MW) CADA AÑO Y DEL TOTAL ACUMULADO A FINAL DEL AÑO 2001

Comunidad Autónoma	<1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	Total
Andalucía	30,1	-	31,1	-	0,5	36,9	0,5	13,2	115	12,3	45,3	8,4	154,3
Aragón	0,5	-	-	-	57,5	-	15	13,2	88,6	73	3	235,6	464,9
Asturias	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24,4	24,4
Canarias	1,4	0,3	3,9	5,4	13,6	-	20,1	4,8	25,8	-	26,3	8,7	116,8
Castilla y León.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	49,1	180	98,2	311,1
Castilla-La Mancha.	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	111	187	81	499,2
Cataluña.....	0,7	-	-	-	-	4,1	-	24,7	14,8	15	-	12,7	82,7
Galicia	30	-	4	-	-	-	-	181	72	178	71	288,4	973,4
Murcia	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	5,2	11,2
Navarra.....	-	-	-	-	20	-	92	-	128	59	152	49,5	596,8
País Vasco.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	-	24,4
La Rioja.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	49,5	75,5
C. Valenciana.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	-	-	2,6
Total potencia	6,6	0,7	39	5,4	23	40	120	190	409	642	1.026	835	3.337

Fuente: APPA - Asociación de Productores de Energías Renovables.



COLABORACIONES

Castilla-La Mancha es una de las Comunidades en las que la energía eólica ha entrado más recientemente. En la actualidad, es la tercera Comunidad Autónoma por potencia instalada con un total de 499 MW en 18 parques, principalmente en la provincia de Albacete. La Asociación de Promotores de Energía Eólica de Castilla-La Mancha (Aprecam) tiene previsto poner en marcha hasta el año 2010 un total de 101 nuevos parques eólicos en la región, con una inversión de 3.606 millones de euros. La mayoría de estos nuevos parques se instalará en las provincias de Albacete, Cuenca y Guadalajara.

Situación similar tiene la Comunidad de Castilla y León, donde también está previsto invertir de forma importante en la creación de parques eólicos. Unos 30 parques en funcionamiento, 12 más en fase de construcción y los proyectos encuadrados dentro del plan eólico regional, pueden llegar a aumentar significativamente a medio plazo la

potencia instalada. En el año 2002 entró en funcionamiento el parque eólico de Páramo de Poza (Burgos) que, con sus 99,8 MW de potencia instalada por la empresa Ecotènia, supone un avance importante en el desarrollo de la energía eólica en esta región. Según las últimas estimaciones realizadas por la Asociación de Promotores de Energía Eólica de Castilla y León (APECYL), de los 415.000 MWh de electricidad consumidos por los habitantes de Burgos en el año 2001, un 43 por 100 podría proceder de los parques eólicos situados en la provincia. La producción eólica en Burgos alcanzó los 180.500 MWh en el año 2001, lo que la convierte en la segunda provincia de la Comunidad Autónoma en producción eléctrica a partir del viento. La primera es Soria, con 293.000 MWh.

Cataluña a pesar de contar con unas características idóneas para la generación de energía eólica, no la ha desarrollado aún suficientemente. No

obstante, hay previstas grandes inversiones que aprovechen el potencial de la región, como por ejemplo la inversión de Eolic Partners, la mayor compañía alemana del sector, que tiene previsto construir uno de los mayores parques eólicos del mundo en la comarca de la Tierra Alta, parte catalana del Ebro invirtiendo casi 120 millones de euros. Por otra parte, el gobierno catalán aprobó en junio de 2002 el nuevo mapa eólico (19) y el decreto que regulará la implantación de aerogeneradores en esta Comunidad. El nuevo mapa amplía hasta un 23 por 100 el territorio catalán que quedará vetado a los molinos de viento. En otro 14,4 por 100 los parques estarán condicionados a la declaración de impacto ambiental, mientras que en el restante 62,6 por 100 será posible su implantación, hasta alcanzar 1.000 MW de potencia instalada en 2010. Entonces, el 6 por 100 de la electricidad consumida en Cataluña será de origen eólico.

Canarias tenía a finales del año 2001, 117 MW de potencia eólica instalada, y repartida en 40 instalaciones. Gran Canaria concentra el 44,5 por 100. Dado el peculiar sistema eléctrico de las islas (aislado en cada una), se ha limitado el número de parques eólicos para no desestabilizarlo. El principal problema al que se enfrentan los parques en las islas es que no se pueden instalar más porque no pueden suministrar más energía a la red eléctrica. Por ello la instalación prevista de 128 MW tendrá como finalidad la desalinización del agua del mar para su consumo.

Galicia es la Comunidad Autónoma que dispone de la mayor potencia instalada para la energía eólica, con el 30 por 100 del total de España y que en el año 2001 cubrió el 9 por 100 del consumo eléctrico en la región. La razón es que existen áreas de elevado potencial eólico, sobre todo entre los cabos de Estaca de Bares y Finisterre. El parque eólico Estaca de Bares fue el pionero operando desde 1987. Los aerogeneradores distribuidos por suelo gallego funcionan una media de 3.000 horas al año, cifra muy superior a la media de otras zonas, que se sitúa entre 2.000 y 2.500 horas. En el año 2001 el gobierno gallego aprobó

el *II Plan Eólico*, con el objetivo de seguir estando a la cabeza del sector eólico en España. Actualmente hay 66 parques funcionando (diez de ellos en el área de Compostela), a los que habrá que sumar en breve otros 10 que cuentan con autorización y la ampliación de dos de los existentes. Durante el año 2002 se tiene previsto añadir 350 MW más, y está prevista la tramitación de 700 MW de potencia en el bienio 2003-2004, según la Consellería de Industria y Comercio de esta Comunidad Autónoma.

La Rioja es otra de las Comunidades que han iniciado más recientemente su actividad en el campo de la energía eólica. Existen 16 parques eólicos programados hasta el año 2004 con una potencia de 675 MW, con los que se calcula poder obtener aproximadamente el 25 por 100 de la energía consumida en la región, mediante la instalación de energía eólica. No obstante, en mayo del 2002 el gobierno autonómico aprobó un decreto que suspende temporalmente la planificación de nuevos parques eólicos, para evitar la posible saturación de la red de transporte por la que se traslada la energía eléctrica producida.

El País Vasco es una de las Comunidades que menos instalaciones eólicas ha desarrollado, debido principalmente a que no dispone de una gran capacidad eólica. En julio del 2001 se aprobó el *Plan Territorial Sectorial de la Energía Eólica en Euskadi*, con seis emplazamientos posibles para la instalación de parques eólicos y la disponibilidad de otros siete, con un potencial eólico de 448,2 MW.

La región de Murcia es una de las regiones con menor potencia eólica instalada de España y esto puede ser debido a que su situación no la convierte en una región idónea para la generación de este tipo de energía. Cuenta actualmente con dos parques eólicos y la Consejería de Ciencia, Tecnología, Industria y Comercio prevé la ampliación del número de aerogeneradores existente y la construcción de cuatro parques eólicos en la región en el año 2002, y otros cuatro más a lo largo de 2003, que conjuntamente sumarán una potencia instalada de 100 MW.

La Comunidad Autónoma de Navarra ha sido una de las pioneras en la energía eólica y una de las que dispone de mayor capacidad instalada en



COLABORACIONES

(19) Se puede consultar el mapa eólico catalán en la dirección: <http://www.gencat.es/mediamb/parcseolics>.

la actualidad, contribuyendo al 40 por 100 de la energía eléctrica consumida en la región. En mayo de 2002, el presidente del Gobierno de Navarra declaró que el objetivo de crecer en generación eólica en la Comunidad Foral se abordará, a partir de ahora, no con la instalación de nuevos parques sino reponiendo los aerogeneradores iniciales por otros de mayor potencia (20).

La Comunidad Valenciana es una de las que menos ha desarrollado su potencial eólico. No obstante, en el año 2001 se aprobó el *Plan Eólico Valenciano*, que prevé la instalación de 40 parques eólicos con una inversión próxima a los 1.200 millones de euros. Entre otras empresas, es de destacar la presencia de Iberdrola que, a través de su filial Renomar (*Energías Renovables Mediterráneas*) anunció en junio de 2002 la inversión de 704 millones de euros para construir los parques adjudicados que representan el 35 por 100 de la potencia total del plan eólico valenciano.

Por último, hay un grupo de Comunidades Autónomas —Madrid, Extremadura, Baleares y Cantabria— que no disponen prácticamente de potencia instalada de energía eólica, debido a restricciones medioambientales (Extremadura, Cantabria) o a su escaso potencial (Madrid). El progreso tecnológico en la generación de electricidad aprovechando vientos de menor intensidad que el de otras regiones, podrá permitir no obstante un mínimo aprovechamiento de esta capacidad en el futuro. El gobierno autonómico cantabro aprobó en marzo del 2002 la construcción de 6 parques eólicos con una inversión de 93 millones de euros, mientras se mantiene la moratoria sobre futuros proyectos, a fin de estudiar a fondo los impactos visuales de estas instalaciones y su incidencia sobre el patrimonio histórico o arqueológico de la región. El gobierno extremeño no favorece la implantación de la energía eólica, principalmente por el impacto negativo que ten-

(20) A este respecto, hay que indicar que aunque son muchos los proyectos de futuro, la realidad es que a final del año 2001 solo existía en España un parque eólico con más de un generador con potencia unitaria superior a 1 MW. Se trata del parque El Aguila, localizado en Pedrola (Zaragoza) que cuenta con 15 aerogeneradores de una potencia unitaria de 1,3 MW. En Navarra y en otras 4 provincias españolas también hay parques con 1 aerogenerador de más de 1 MW (Energías Renovables, Diciembre 2001, página 6).

dría en el ecoturismo de la región. Por su parte, Baleares cuenta con molinos tradicionales, cuya rehabilitación conjugaría patrimonio cultural y generación de energía eléctrica.

5. Conclusión

Este artículo ha descrito brevemente la situación del sector industrial de energía eólica en España. Nuestro país es el tercero del mundo por potencia instalada de energía eólica y los tres mayores fabricantes españoles de aerogeneradores se encuentran además entre los primeros del mundo. La industria española de energía eólica tiene un alto grado de concentración espacial y de producción en unas pocas empresas y regiones. No existe una relación directa entre la concentración de la potencia eólica y la industria eólica en las regiones españolas. Las empresas del sector están concentradas en regiones con un potencial eólico reducido. No obstante, se observa también un desarrollo industrial del sector en regiones con elevado potencial eólico, basado principalmente en la aplicación de tecnología nacional al tejido industrial tradicional. Las empresas españolas están estableciendo acuerdos de cooperación con empresas de otros países, de cuyo resultado se observa una creciente presencia española en la instalación de parques eólicos en el resto del mundo.

Bibliografía

1. ASOCIACION EUROPEA DE LA ENERGIA EOLICA (2002): www.ewea.org.
2. AVIA, F. (2001): «Aerogeneradores y su evolución desde un aspecto tecnológico», *Energía Eólica*, mayo, páginas 24-33.
3. COMISION EUROPEA (1997): *Libro Blanco Energía para el Futuro: Fuentes de Energía Renovables*. Comisión Europea.
4. COMISION EUROPEA (2000): *Libro Verde: Hacia una estrategia europea de seguridad del abastecimiento energético*. Comisión Europea.
5. GERMA, J. y LAGANDRE, P. (1999): «L'énergie éolienne: une énergie d'hier et de demain», *REE* número 11, páginas 68-71.
6. MENENDEZ, A. (2001): *Energías renovables, sustentabilidad y creación de empleo. Una economía basada en el Sol*. Asociación Los Libros de la Catarata.



COLABORACIONES

EL SECTOR EXTERIOR



A LA VENTA

COMERCIO MUNDIAL Y TENDENCIAS
DE POLÍTICA COMERCIAL

EL SECTOR EXTERIOR EN ESPAÑA

ESTRUCTURA SECTORIAL DEL COMERCIO EXTERIOR

ESTRUCTURA GEOGRÁFICA DEL SECTOR EXTERIOR

COMERCIO EXTERIOR POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS

LA POLÍTICA COMERCIAL ESPAÑOLA

APÉNDICE ESTADÍSTICO

Evolución histórica. Comercio exterior por sectores. Comercio exterior por áreas geográficas y países. Comercio exterior por comunidades autónomas. Turismo. Balanza de Pagos. Comercio internacional. Competitividad

Información y pedidos:

Ministerio de Economía. Paseo de la Castellana, 162-Vestíbulo
28071 Madrid - Teléf. 91 349 36 47

E-mail: venta.publicaciones@mineco.es

www.revistasICE.com