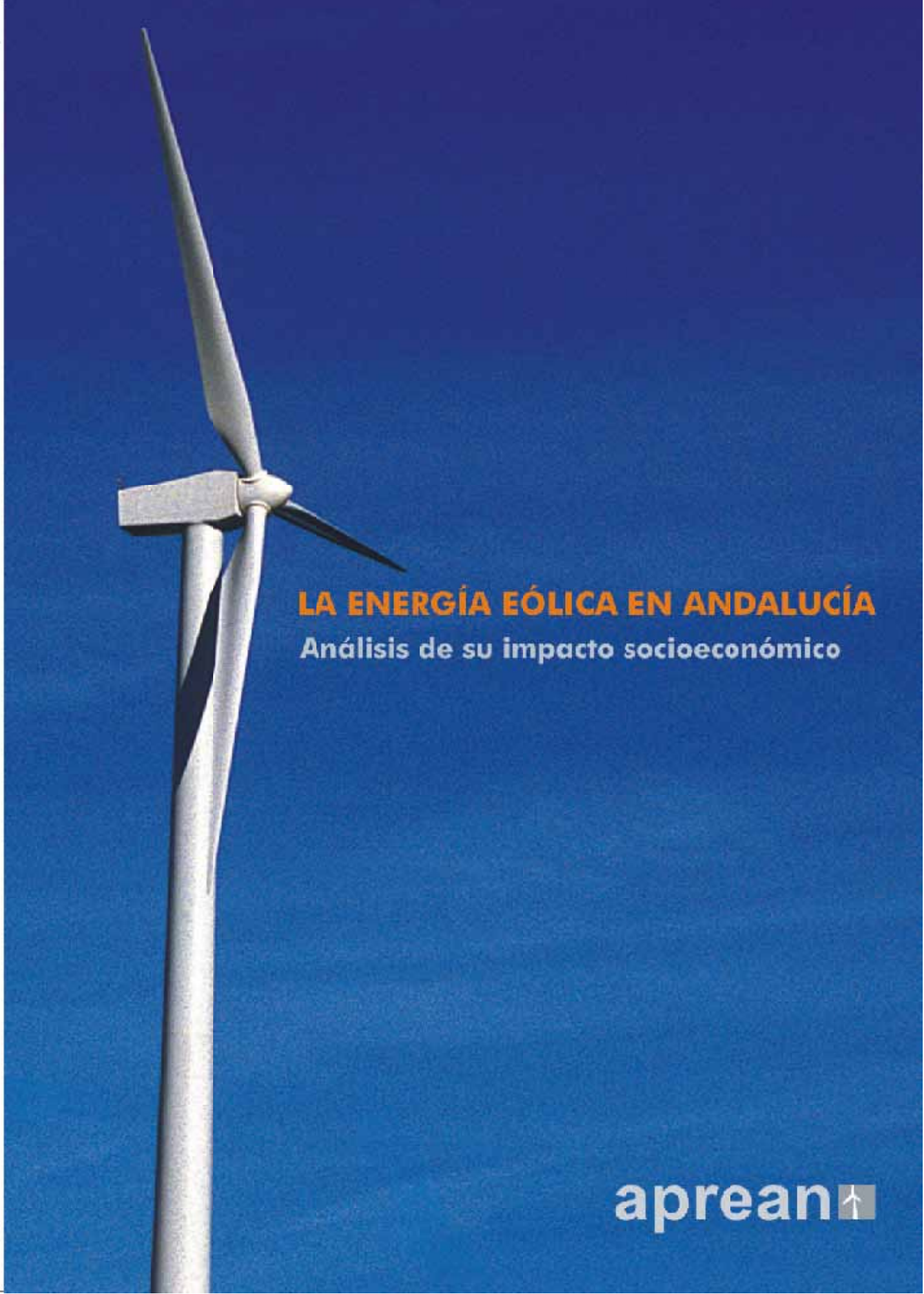


LA ENERGÍA EÓLICA EN ANDALUCÍA

Análisis de su impacto socioeconómico

apreanda

LA ENERGÍA EÓLICA EN ANDALUCÍA Análisis de su impacto socioeconómico

apreanda

LA ENERGIA EÓLICA EN ANDALUCÍA

Análisis de su impacto socioeconómico

INVESTIGACIÓN PROMOVIDA Y FINANCIADA POR:
ASOCIACIÓN DE PROMOTORES Y PRODUCTORES
DE ENERGÍA EÓLICA DE ANDALUCÍA
(APREAN)

ELABORACIÓN:

ANALISTAS ECONÓMICOS DE ANDALUCÍA

EQUIPO DE TRABAJO:

FRANCISCO VILLALBA CABELLO (DIRECCIÓN)
JOSÉ ANTONIO MUÑOZ LÓPEZ (COORDINACIÓN)
FELISA BECERRA BENÍTEZ
ESPERANZA NIETO LOBO
Mª LUZ ROMÁN JOBACHO
ROSA Mª DÍAZ MONTAÑEZ
FERNANDO MORILLA GARCÍA
DOLORES FDEZ.-ORTEGA JIMÉNEZ

EDICIÓN PATROCINADA POR : UNICAJA

I.S.B.N.: 84-95191-77-6
D. Legal: MA-708-2005

Maquetación y Diseño: ***ANALISTAS ECONÓMICOS DE ANDALUCÍA***

© ANALISTAS ECONÓMICOS DE ANDALUCÍA, 2005

Reservados todos los derechos. Queda prohibido reproducir parte alguna de esta publicación, su tratamiento informático o transcripción por cualquier medio electrónico, mecánico, reprografía u otro, sin el permiso previo y por escrito del editor. Se permite la reproducción para fines docentes o sin ánimo de lucro, siempre que se cite la fuente.

Indice

LA ENERGÍA EÓLICA EN ANDALUCÍA: ANÁLISIS DE SU IMPACTO SOCIOECONÓMICO

		Págs.
	PRÓLOGO	3
	PRESENTACIÓN	5
Capítulo 0	UNA VISIÓN DE CONJUNTO	9
Capítulo 1	**EL MARCO INTERNACIONAL PARA LA LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO: EL PROTOCOLO DE KYOTO**	25
	1.1. Antecedentes	27
	1.1.1. El Protocolo de Kyoto	27
	1.2. El marco regulatorio en la Unión Europea	31
	1.3. Las actuaciones españolas contra el cambio climático	38
	1.3.1. Participaciones en el mercado de derechos de emisión. El Plan Nacional de Asignación de derechos de emisión (PNA)	39
	1.3.2. La Estrategia de Ahorro y Eficiencia energética: El Plan E4	43
	1.3.3. La promoción de las energías renovables	44
	1.3.4. El caso concreto de la energía eólica	47
	1.4. La estrategia andaluza contra el cambio climático	53
	1.4.1. Introducción	53
	1.4.2. La reducción de los derechos de emisión en Andalucía	54
	1.4.3. El Plan Energético de Andalucía 2003-2006	56
	1.5. Conclusiones	60
Capítulo 2	**LAS ENERGÍAS RENOVABLES: SITUACIÓN Y HORIZONTE 2010. ASPECTOS DIFERENCIALES CON EL SECTOR EÓLICO**	63
	2.1. La apuesta por las energías renovables: Medioambiente y eficiencia energética	65
	2.2. Energías renovables: ventajas e inconvenientes por tecnologías	73
	2.3. Fomento de las energías renovables: El caso de España	80

2.4. Las energías renovables y el reto energético de Andalucía 86
2.5. Conclusiones 95

Capítulo 3 LA ENERGÍA EÓLICA EN ESPAÑA Y ANDALUCÍA: SITUACIÓN Y PERSPECTIVAS 101
3.1. Aspectos generales del sector eólico: Conceptos y características 103
3.2. Evolución histórica de la energía eólica en España 110
3.3. El progreso tecnológico de la energía eólica en España 122
3.4. La conexión a red de generación eólica 132
3.4.1. Descripción del sistema eléctrico y adaptación de la generación eólica 132
3.4.2. Capacidad de suministro y evacuación en España y Andalucía: Problema de la red de transporte 140
3.5. La energía eólica en Andalucía: Condiciones para el desarrollo 154
3.6. Conclusiones 166

Capítulo 4 IMPACTO ECONÓMICO DEL SECTOR EÓLICO EN ANDALUCÍA: REPERCUSIONES MACROECONÓMICAS, SECTORIALES Y SOCIALES 171
4.1. La situación de partida: Industria y vínculos sectoriales 173
4.2. Evaluación del impacto económico del sector eólico 179
4.2.1. La inversión programada en energía eólica: Producción y empleos generados 181
4.2.2. Impactos sectoriales de la construcción de parques eólicos 191
4.2.3. La actividad de generación eólica: Impactos sobre los sectores productivos y el medio rural 201
4.3. Beneficio social de la energía eólica: Evaluación para el caso de Andalucía 205
4.3.1. Externalidades de la energía eólica 205
4.3.2. Evaluación de los beneficios externos de la energía eólica en Andalucía 211
4.4. Conclusiones 215

Capítulo 5 CONSIDERACIONES FINALES: OPORTUNIDADES Y RETOS DEL SECTOR EÓLICO 221

BIBLIOGRAFÍA 233

PRÓLOGO

A principios de los ochenta, Andalucía fue pionera en apostar por la energía eólica en España. El diseño y la instalación de un generador experimental en Tarifa convirtió a la comunidad en una referencia a nivel nacional e internacional en esta materia. Este hito refleja, por un lado, la estrecha vinculación que la región ha tenido con este tipo de energía y, por otra parte, las enormes posibilidades que proporcionaba y continúa proporcionando la geografía andaluza en este sentido.

Aunque, en la década de los noventa, la energía eólica aminoró los ritmos de su crecimiento, el sector afronta ahora de nuevo un horizonte esperanzador gracias al nuevo escenario que se está dibujando.

Un nuevo escenario en el que los últimos meses han sido decisivos para el desarrollo de la energía eólica en Andalucía. Por un lado, en 2004 resolvimos adjudicando puntos de conexión las cinco ZEDEs (Zonas de Evacuación Eléctrica) convocadas en el territorio de la comunidad. Y a esta progresión hay que sumarle el compromiso del Gobierno andaluz, que le ha llevado a idear dos instituciones punteras que van a impulsar el campo de las energías renovables: la Agencia Andaluza de la Energía, encargada de la optimización del abastecimiento energético, de velar por la calidad del suministro y de sensibilizar sobre la importancia del ahorro energético, y un centro de excelencia en investigación en este ámbito.

Existen otros factores, además, que otorgan una mayor relevancia a las energías eólicas: la reciente entrada en vigor del Protocolo de Kioto, y el objetivo de la Junta de Andalucía de conseguir que el 15% de la energía total demandada en la región en el año 2010 tenga su origen en energías renovables hacen augurar unas excelentes expectativas.

Estamos, pues, en el momento idóneo para detenernos –gracias a este informe- a sopesar nuestras debilidades y fortalezas, porque sólo desde un acertado análisis de la realidad el camino elegido será realmente eficaz.

Francisco Vallejo Serrano
Consejero de Innovación, Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía

PRESENTACIÓN

La energía eólica en Andalucía ha sufrido en los últimos años un estancamiento que nos ha hecho perder el liderazgo adquirido en sus comienzos por ser la primera comunidad autónoma donde se instaló este tipo de energía.

A diferencia de nuestra comunidad, en el resto de España la energía eólica ha obtenido un desarrollo espectacular hasta el punto de que en la actualidad somos la segunda potencia eólica mundial.

La preocupación por el cambio climático, los acuerdos de Kioto con la penalización del aumento de emisiones de dióxido de carbono, el aumento del precio de crudo, etc., son circunstancias externas que han calado en la opinión publica y han provocado que hoy día se entienda la instalación de energías renovables como una necesidad incuestionable e imprescindible, si queremos mantener un desarrollo sostenible, haciendo que los gobiernos elaboren políticas de apoyo a la instalación de estas energías entre las que se encuentra la eólica.

En nuestro caso concreto, con la publicación del PLEAN, el Gobierno de la Comunidad Autónoma andaluza da muestra de su apuesta decidida por la energía eólica, ya que ésta soporta el mayor peso dentro del Plan Energético de Andalucía por representar el 95% de la inversión total. De esta manera nos equipararemos al resto de Comunidades e incluso recobremos el liderazgo perdido.

La energía eólica es una actividad productiva que reúne todas las condiciones necesarias para ser considerada como un subsector de la economía. Genera más puestos de trabajo que cualquier otro tipo de energía, no produce emisiones contaminantes a la atmósfera y se desarrolla en zonas rurales donde la economía es más precaria. Hoy día nadie duda de las ventajas de este tipo de energía.

Desde Aprean hemos querido realizar este documento para dar a conocer en nuestra Comunidad Autónoma y a todos los estamentos (empresariales, políticos, municipales, plataformas ciudadanas, etc.) las enormes ventajas económicas, medioambientales y sociales que genera la instalación de la energía eólica.

Con él queremos animar al resto de colectivos empresariales a que participen del mismo, no sólo con una visión regionalista, sino con el ánimo de tomar parte del desarrollo que de este tipo de energía se realizará a corto plazo en todo el Arco Mediterráneo.

Andalucía, por su situación geográfica, por su cultura y por su historia, le corresponde ocupar un lugar destacado en este desarrollo.

Si todos trabajamos juntos no hay duda que lo conseguiremos.

Mariano Barroso Flores
Presidente de APREAN

La política energética de los países desarrollados, a la que Andalucía no es ajena, está orientadas a satisfacer las necesidades energéticas de los ciudadanos con la premisa del respeto al medioambiente y la garantía en el suministro. Para lograrlo se ha incidido en la necesidad de mejorar la eficiencia energética y en la sustitución de las tecnologías de producción energética convencionales por aquellas que emplean recursos renovables.

Los compromisos adquiridos por los firmantes de Kioto están propiciando el endurecimiento de las medidas destinadas a la protección del medioambiente y, en particular, de las relacionadas con las emisiones de gases de efecto invernadero. Para hacer frente a estos requerimientos el camino pasa por el desarrollo de las energías renovables y, entre éstas, por el desarrollo tecnológico alcanzado, el crecimiento experimentado en los últimos años y las posibilidades de expansión con las que cuenta, la energía eólica está llamada a ocupar un puesto clave en el horizonte energético de Andalucía.

En razón de la importancia que la inversión en parques eólicos está teniendo y tendrá en los próximos años tanto para el sistema energético andaluz como para el crecimiento económico de la región, la Asociación de Promotores y Productores de Energía Eólica de Andalucía (APREAN) ha promovido la realización de este informe. El trabajo comienza con una revisión del marco internacional para la lucha contra el cambio climático como génesis de las estrategias desarrolladas en el ámbito nacional y andaluz para combatir este problema. En lo que se refiere a estas últimas se abordan el Plan Nacional de Asignación de Derechos de Emisión y su incidencia sobre Andalucía, la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004-2012, y la legislación española y andaluza relacionada con el fomento de las renovables. En este sentido, se hace especial mención al análisis del nuevo marco retributivo de la energía eólica por su trascendencia en el futuro del sector.

En el capítulo segundo, se examina, desde una perspectiva de conjunto cuál es la situación y horizonte de las energías renovables en España y Andalucía, analizando el papel que juegan estas tecnologías en la consecución de los objetivos de eficiencia energética, seguridad de abastecimiento y respeto al medioambiente. Para ello, tras un exhaustivo repaso de las ventajas e inconvenientes de las distintas áreas tecnológicas, se examinan el Plan de Fomento de las Energías Renovables 2000-2010, y el Plan Energético de Andalucía 2003-2006 como elementos claves en la planificación y estrategias desarrolladas en el ámbito nacional y andaluz.

El siguiente bloque se centra de forma exclusiva en el sector eólico introduciendo los aspectos generales que los distinguen, la evolución que ha tenido esta tecnología en España desde su aparición y el fuerte desarrollo alcanzado al amparo de los avances técnicos registrados. Una parte importante del capítulo esta destinada al examen de la conexión a la red de la energía eólica centrándose en los requerimientos que la energía eólica debe cumplir para una adecuada integración al sistema energético y en las limitaciones que presenta el sistema eléctrico andaluz en cuanto a infraestructuras de suministro y evacuación. Por último, considerando el caso de Andalucía, se analizan cuáles son los frenos, de toda índole, a los que se enfrenta el sector eólico al tiempo que se detallan algunas de las infraestructuras que deben mejorarse para que la alternativa de la energía eólica sea factible.

En el capítulo cuarto se entra de pleno en el análisis del impacto económico de la energía eólica en Andalucía, tanto en la consideración de los efectos de la inversión, como de la propia actividad de generación que se desarrolle. Igualmente, se estima el beneficio social que la puesta en marcha de los parques eólicos representará para los andaluces, consecuencia de la eliminación de los costes externos, principalmente medioambientales y sobre la salud, que se derivan de la sustitución de la generación mediante centrales térmicas por la eólica.

En relación con el análisis económico realizado es importante señalar que los efectos económicos que la realización del PLEAN, en su vertiente eólica, tendrá para Andalucía son de gran magnitud tanto en términos de producción como de empleo, para el conjunto del período de aplicación. De estos, la mayor parte se concentran en la inversión directa efectivamente realizada y, el resto, aunque de menor cuantía, procedentes de los efectos inducidos sobre otras ramas de actividad, también, generan una repercusión económica estimable. No debe olvidarse que al tratarse del impacto que se deriva de un proceso inversor, cuando este se reduce o se acaba, los efectos económicos producidos, igualmente, se minoran o desaparecen. En cualquier caso, la experiencia y el "know-how" que se adquiere por parte de las empresas que participan en los proyectos permite la busqueda de nuevos mercados eólicos que se encuentren en procesos de expansión, lo que rendundaría en la consolidación de las actividades implicadas y en el mantenimiento de los puestos de trabajo a medio y largo plazo.

Dado que una parte importante de los emplazamientos se radican en municipios rurales con poca población, resulta claro que el impacto sobre las arcas públicas de esos municipios será muy relevante. En buena lógica, los ayuntamientos destinarán esos ingresos a mejorar las infraestructuras y servicios públicos locales con la consiguiente mejora del bienestar social de los habitantes de las localidades beneficiadas. A estos ingresos privados y públicos que tendrán efectos positivos sobre las rentas de las comarcas rurales y, en consecuencia, tendrán un efecto positivo sobre el conjunto de la actividad económica de estas localidades, hay que añadirles las actuaciones de tipo social y cultural que en ocasiones realizan las empresas promotoras eólicas. Por citar un ejemplo, la cesión de los caminos realizados para actividades de ocio, o la aportación de los estudios medioambientales, paisajísticos, arqueológicos, o sobre la flora y fauna realizados a centros de documentación para su uso por los organismos o personas interesadas.

Además de los efectos sobre la producción y el empleo regional, la puesta en marcha de una infraestructura genera, también, un beneficio social. En el caso de las inversiones en generación eléctrica eólica se pueden reseñar, el efecto medioambiental positivo neto que tiene la energía eólica, la reducción de la dependencia energética exterior, las mejoras en la distribución o en el mallado de la red de distribución eléctrica que permitirá la electrificación de zonas rurales o aisladas. Estos beneficios señalados pueden tener o no un componente monetario cuantificable, pero independientemente de ello, representan un beneficio para la región donde se realiza la inversión. En cualquier caso, el principal beneficio externo derivado de la generación de energía con recursos eólicos radica en las emisiones de contaminantes evitadas en comparación con las producidas por otras fuentes energéticas.

CAPÍTULO 0

UNA VISIÓN DE CONJUNTO

En este capítulo introductorio se ofrece una panorámica sintética del contenido del informe, de tal manera que se adquiera una visión de conjunto de los principales aspectos desarrollados en él. El trabajo examina desde todas las ópticas la situación y perspectivas de la energía eólica en Andalucía como medio más eficaz para asegurar la sostenibilidad del sistema energético regional. El primer capítulo recoge una revisión del marco internacional para la lucha contra el cambio climático, se abordan el Plan Nacional de Asignación de Derechos de Emisión y su incidencia sobre Andalucía, la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004-2012, y la legislación española y andaluza relacionada con el fomento de las renovables. En el segundo bloque, se aborda el papel de las energías renovables en España y Andalucía, y la influencia que pueden tener para lograr los objetivos de eficiencia energética, seguridad de abastecimiento y respeto al medioambiente.

El capítulo tercero examina el sector eólico, tanto desde una perspectiva general, características, tecnología, etc., como específica, caso de los requerimientos del sector eléctrico, las trabas que se están produciendo, o las infraestructuras que deben mejorarse para su correcto desarrollo. En el siguiente apartado, el cuarto, se centra en el análisis del impacto económico de la energía eólica en Andalucía, con especial énfasis en los efectos de la inversión, la actividad de generación y el beneficio social consecuencia de la eliminación de los costes externos medioambientales, medioambientales y sobre la salud. Para finalizar, la publicación recoge los aspectos más relevantes que se abordan en el trabajo, así como las oportunidades y retos a los que se enfrenta el sector eólico andaluz en la actualidad.

La estrategia española en la lucha contra el cambio climático, resultante del compromiso del Protocolo de Kyoto (reducción de emisiones de gases de efecto invernadero hasta situarlas en el periodo 2008-2012 en un 15 por ciento por encima de las emisiones de estos gases en 1990), se ha apoyado en tres pilares básicos; la participación en el mercado de derechos de emisión; la búsqueda de una mayor eficiencia energética; y la promoción de las energías renovables.

Dentro del ámbito de las energías renovables, la eólica, por sus especiales características y por la idoneidad geográfica que presenta nuestro país, es la energía renovable que presenta los mayores potenciales de crecimiento para los próximos años. A pesar de que el sector de la energía eólica se

muestra como uno de los más dinámicos de la economía española, la disposición de un marco legal estable adaptado a la realidad y, en especial, de un marco retributivo predecible y suficiente resultan imprescindibles para garantizar que la iniciativa privada aporte los recursos financieros que se necesitan para cumplir con los objetivos de alcanzar los 13.000 MW de potencia instalada para el 2011. Andalucía, por su especial orografía, también es un territorio que puede beneficiarse, desde el punto de vista económico y medioambiental, por el desarrollo de la energía eólica. En esta línea, el nuevo PLEAN 2003-2006 sienta las bases para que la iniciativa privada pueda alcanzar los objetivos planteados, desde el ámbito de la energía eólica, para todo el conjunto de las energías renovables en Andalucía, aumentar su participación hasta el 15 por ciento del consumo de energía primaria.

Por lo que se refiere al marco retributivo, ha logrado que los incentivos económicos sean más seguros y predecibles. Define el sistema de remuneración durante la vida de las instalaciones mediante la indización a la tarifa media de referencia. Estos elementos contribuirán, de forma decisiva, a un menor coste de financiación de los proyectos y garantizará la sostenibilidad económica de los proyectos. Asimismo, se han añadido mecanismos para mejorar la calidad de la energía ofrecida. Se tratan aspectos como la emisión de programas de funcionamiento, se establecen incentivos por la participación de los productores en el mercado y para proveer servicios complementarios, como por ejemplo el control de la tensión o para soportar huecos de tensión. En este sentido, la nueva norma introduce elementos que garantizan una cierta sostenibilidad técnica.

En resumen, puede decirse que el RD 436/2004 que ha actualizado, sistematizado y refundido el conjunto de normas anteriores sobre la producción de energía en régimen especial, aporta al sector: mayor estabilidad y predictibilidad de las inversiones eólicas; introduce incentivos para que los parques se orienten a la mejora de la gestión técnica del sistema y a reducir los desvíos; y permite hacer rentables los parques marginales a partir de las 2.200 horas al año,

Conviene recordar que para cumplir con los compromisos alcanzados en la cumbre de Kyoto, la política energética andaluza apuesta por el fomento y consolidación de las energías renovables siguiendo las directrices de la Comisión Europea de lograr el 12 por ciento del consumo de energía primaria con fuentes renovables. El Plan Energético de Andalucía 2003-2006 (PLEAN) en el que se plantea la posibilidad de que el 15 por ciento de la energía total demandada en Andalucía en 2010

tenga su origen en fuentes renovables, es el marco de referencia, desde la perspectiva de la Comunidad, que puede asegurar el cumplimiento de los compromisos adquiridos por el Estado.

Dos son los elementos sobre los que debe girar la actuación de las autoridades para lograr el objetivo propuesto. En primer lugar, mejorar la eficiencia energética tanto desde la óptica de la generación de energía como desde el lado del ahorro. La estrategia elaborada, en términos de eficiencia energética, por la Secretaria de Estado de Energía tiene por objeto reducir los índices de intensidad primaria (cociente entre consumo de energía primaria y PIB) en un 7,2 por ciento, consiguiendo, de esta forma, en torno a 15,6 Mtep de ahorro anual a partir de 2012, lo que representa una reducción de unos 42 millones de toneladas de CO_2 anuales a partir de esta fecha.

El segundo mediante la promoción y desarrollo de las energías renovables que se caracterizan por su carácter autóctono, la disminución sustancial de impactos medioambientales que su uso conlleva, la reducción de la dependencia energética que aportan y, en definitiva, por ser la base para permitir un desarrollo futuro sostenible. Al ahorro anterior debe añadírsele el derivado de la producción eléctrica por fuentes renovables. Según la estimación del IDAE, el ahorro en emisiones en 2010 ascendería a más de 36 millones de toneladas de CO_2, de las cuales más de la mitad (52,2 por ciento) se conseguirían merced a la energía eólica, en torno a un tercio (34,2 por ciento) a través de la biomasa, un 7,9 por ciento por medio del conjunto de la hidráulica y, para el resto, una contribución bastante más modesta que las anteriores.

Dos aspectos requieren ser destacados en relación con las energías renovables. En primer lugar, un informe realizado por la Comisión Europea revela que la incidencia ambiental de la producción eléctrica mediante fuentes convencionales es sensiblemente superior a la que tienen las renovables y, entre éstas, destacan el bajo impacto ambiental de la eólica y la minihidráulica. En segundo lugar, desde la perspectiva económica, si se internalizan todos los costes inherentes a la producción de electricidad, incluidas las externalidades, se constata que las energías renovables son competitivas respecto de las convencionales y, no sólo no deben considerarse caras, sino al contrario, representan un claro beneficio, en términos económicos, para el conjunto de la sociedad. Por ello, desde una perspectiva de racionalidad económica está justificado el establecimiento de primas y subvenciones que promuevan el uso de las renovables.

La situación actual de las energías renovables en España es muy positiva si se compara con el conjunto de la UE. En algunas tecnologías, caso de la eólica o la minihidráulica, ocupa lugares de relevancia en cuanto a potencia instalada, si bien, en otras áreas, caso de la solar, resulta paradójico que no lidere el ámbito europeo. En el caso de Andalucía, El esfuerzo que requerirá alcanzar el compromiso del 15 por ciento, se traduce en un incremento de la potencia instalada en las distintas áreas tecnológicas de gran magnitud. En concreto, la solar térmica de baja temperatura y la fotovoltaica deberá septuplicar la capacidad registrada al inicio del PLEAN. Por su parte, la eólica, debido al retraso acumulado, debe multiplicar por 11 la potencia instalada en 2004 si quiere cumplir las expectativas que se le han asignado.

El examen de las actuaciones que el PLEAN recoge a efectos indicativos para 2001 y 2003 muestra, aunque el período de referencia, dos años, es corto, los positivos avances que se están produciendo en algunas áreas, caso de la hidráulica que ha superado las actuaciones previstas. La solar térmica, la fotovoltaica y la biomasa, aunque por debajo, también se encuentran en una posición aceptable en el grado de cumplimiento y, es en el caso de la eólica donde se aprecia una mayor desviación respecto de los objetivos temporales marcados, ya que, apenas se ha realizado un 9 por ciento de lo planificado para el período 2001-2004.

Resulta patente que el fomento de las energías renovables que propugnan el Plan de Fomento y el PLEAN constituyen una oportunidad única para Andalucía dada la coincidencia de intereses energéticos, industriales, medioambientales y socioeconómicos que confluyen en la actualidad, y que pueden permitir establecer una oferta energética duradera y competitiva que colabore e impulse el desarrollo económico de la región. En este aspecto, un apoyo decidido a la industria y a la I+D+i regional relacionadas con las energías renovables puede representar el elemento diferencial que permita alcanzar los efectos previstos sobre el desarrollo endógeno andaluz.

Por lo que se refiere, de manera específica, al sector de la energía eólica, ha seguido una evolución muy positiva a lo largo de los últimos años en España y sigue manteniendo un paso firme hacia la consecución de los diversos objetivos que se han planteado en el cumplimiento de los compromisos adquiridos en el campo medioambiental. En este sentido, el impulso que para las renovables ha supuesto la puesta en marcha de diversos planes energéticos a escala europea, nacional

y regional, ha tenido una mayor incidencia en la industria eólica fruto del enorme potencial del que España dispone. Los inicios inciertos en el desarrollo de la actividad eólica, hace ya unos veinte años, han dado paso a un sector cada vez más consolidado y de relevancia no ya sólo en materia medioambiental, sino también desde una perspectiva económica, por un lado reduciendo el grado de dependencia en el abastecimiento de fuentes de energía y por otro contribuyendo en la generación de energía eléctrica a un nivel mayor.

En el ámbito nacional, el Plan de Fomento de las Energías Renovables concreta las actuaciones a desarrollar para alcanzar ese objetivo en España y se ve apoyado por los planes regionales, como el PLEAN 2003-2006 en el caso de Andalucía. La implantación del Plan Nacional para el período 2000-2010 ha posibilitado que la energía eólica esté creciendo por encima de las demás fuentes de energía, adaptándose a los objetivos previstos y, aunque el comportamiento de las renovables no ha sido todo lo positivo que cabía esperar, la eólica en particular ha superado ampliamente las expectativas en materia de instalación, número de parques y aerogeneradores. La previsión de potencia instalada para el año 2006 era de 5.550 MW y a principios de 2005 la cifra ya se sitúa en 8.263 MW, lo que refuerza la opinión de que se superará con seguridad la previsión para el año 2011 que se establece en 13.000 MW. Tanto es así, que hay un firme proyecto de revisión de estas cifras para ese horizonte temporal de manera casi inmediata, para introducir objetivos más ambiciosos elevando las pretensiones de potencia instalada hasta los 20.000 MW.

En lo referente al entorno cercano, España es el segundo país con mayor potencia instalada en la UE, únicamente superada por Alemania y se ha colocado a la vanguardia internacional tanto en tecnología como en potencia instalada. Este crecimiento de la energía eólica está soportado en un elevado volumen de inversiones que, en el contexto del nuevo marco que regula las energías de régimen especial, hacen que las nuevas tecnologías asociadas a esta fuente de energía estén en continuo proceso de desarrollo e innovación. En torno a esto se están llevando a cabo adelantos en aspectos como la mejora de los diseños para reducir el mantenimiento, la búsqueda de la potencia unitaria óptima, los equipos para instalaciones offshore o la predicción meteorológica. Por otro lado, la adecuada política tarifaria contribuye a la consideración de que serán herramientas útiles para mejorar la competitividad de la energía eólica frente a las fuentes de energía tradicionales.

Por otra parte, hemos analizado como el progreso tecnológico ha contribuido de forma decisiva en el proceso que la energía eólica está viviendo. Los altos niveles de inversión en I+D+i por parte de las empresas han generado resultados importantes hasta el punto de colocar a las empresas españolas a la vanguardia del sector, compitiendo con fabricantes de primer nivel internacional. Estas mejoras tecnológicas han contribuido al incremento en el rendimiento de los parques, lo que unido a la reducción del coste de las máquinas ocasionado por el desarrollo de economías de escala, ha posibilitado un incremento en las cotas de rentabilidad de la industria eólica.

Además, la energía eólica tiene un peso importante en la economía española, ya que contribuye de manera considerable al crecimiento económico español al tratarse de una industria líder mundial, con un gran potencial exportador, generadora de empleo, y que contribuye intensamente a la inversión en I+D en España y a la formación de capital productivo.

Pese a este momento de bonanza, un límite importante se encuentra, en la conexión de la generación eólica a la red del sistema eléctrico. En este sentido, se trabaja desde diversos frentes para tratar de mejorar el transporte de la energía, condicionado por la capacidad del sistema para resolver los problemas que se puedan plantear y que generalmente están asociados a la estabilidad del mismo. El trabajo conjunto de la Administración, Red Eléctrica Española y los responsables de las instalaciones tiene como reto alcanzar esa estabilidad de forma que se pueda conseguir no sólo incrementar la potencia de evacuación sino también favorecer la internacionalización de las empresas nacionales. La solución reside en la capacidad de los agentes para actuar en los momentos críticos y lograr que las características de las máquinas contribuyan a prestar apoyo al sistema, sobre todo en los períodos críticos de baja demanda. Siguiendo esta línea se trabaja en sistemas de alimentación que permitan que el sistema siga operando durante los huecos de tensión. Esta situación confirma el mayor protagonismo de la red de transporte, que se consolida ante la importancia de obtener generación eléctrica a partir de nuevas fuentes de energía para favorecer una mayor flexibilidad del suministro en nuestro país, diversificando los recursos utilizados y reduciendo el déficit energético.

La consecuencia fundamental de los problemas de evacuación es que ponen freno al desarrollo del gran número de iniciativas planteadas en el sector, un problema que afecta de manera especial a Andalucía ubicada en la zona Sur, con cinco nudos de evacuación y una potencia cercana a los 2.500

MW pero insuficiente para las metas de desarrollo y para aprovechar su potencial. Esta situación se agudizará, especialmente en Andalucía, con la próxima instalación de parques eólicos en el mar, una industria emergente, que pese a dificultades relacionadas con su ubicación, hasta el momento tiene como limitación principal la relacionada con la evacuación de la energía generada. En este contexto, la Junta de Andalucía está realizando esfuerzos para conseguir una mayor concesión en la capacidad de evacuación por parte de Red Eléctrica Española, un aspecto fundamental para impulsar de forma definitiva el papel de las renovables en Andalucía para que la región se incorpore de un modo definitivo a las primeras posiciones en el ámbito nacional.

Los últimos datos procedentes de la Plataforma Empresarial Eólica confirman el camino seguido por el sector eólico y auguran la consolidación de los objetivos marcados. Según esto, la producción eólica habrá abastecido al 6,5 por ciento de la demanda eléctrica española durante 2004 y la relevancia económica de este sector se cuantifica en la concesión de empleo directo a 25.000 personas y un incremento de 34.000 más hasta el horizonte del Plan Nacional, marcado en el año 2011. Dada la capacidad productiva y el ritmo inversor existente, el sector puede asumir la instalación de 2.500 MW anuales y hacer frente al potencial eólico terrestre de España que, con la tecnología actual, se cifra en 30.000 MW. De este modo, las expectativas que ofrece la energía eólica y los resultados esperanzadores que se están obteniendo desde el punto de vista empresarial, ahora sí apoyados por una regulación favorable, aseguran un buen futuro para el sector en España, donde cada vez más regiones se inician en su desarrollo gracias al desarrollo tecnológico y la capacidad inversora.

Por lo que respecta a Andalucía, el marco establecido por el actual PLEAN, 2003-2006 junto al camino marcado por el anterior PLEAN 1995-2000, ha sentado las bases para reimpulsar la industria eólica en la región, y aunque no se han cumplido los ambiciosos objetivos hasta el momento, el sector está dotado de una base adecuada para alcanzarlos, tanto por el potencial existente en la región como por la contribución de las instituciones y agentes que actúan en el mismo. Los principales inconvenientes a los que se enfrenta el sector en Andalucía provienen de los límites de evacuación, siendo ésta la principal dificultad para el desarrollo. El avance en este sentido, el impulso de la actividad inversora apoyado en la regulación actual y la localización de nuevas zonas de recurso eólico (mediante la tecnología offshore) son el fundamento para alcanzar los objetivos de Andalucía en el campo de las fuentes renovables, donde, como sucede en el plano nacional, la energía eólica es líder.

No se debe dejar pasar la oportunidad de incidir en otro de los graves problemas que afectan actualmente al desarrollo del sector eólico en Andalucía como es el retraso en la potencia instalada, debido a la lentitud en los procedimientos administrativos. Esta situación es especialmente preocupante, ya que, de no producirse una aceleración en la tramitación de los proyectos que permita su puesta en marcha con la mayor urgencia posible la cuota previsible de potencia eólica instalada en Andalucía se trasladará a otras Comunidades. De esta forma, cuando se cubran las necesidades de energía eólica para el conjunto de España, Andalucía puede haber perdido la oportunidad de contribuir con una parte relevante, como le corresponde por su extensión territorial y potencial eólico, al mapa de la energía eólica nacional.

Para ser más precisos, la potencia eólica instalada en Andalucía a finales de 2004 asciende a 346,3 MW, cifra notablemente alejada de las previsiones del PLEAN. En España la potencia se eleva hasta los 7.885,7 MW, en torno al 60 por ciento de los 13 mil MW previstos para 2010. Del total instalado, Galicia, Castilla León y Castilla La Mancha concentran el 60,8 por ciento de la potencia eólica, frente al 4,4 por ciento de Andalucía. Los datos reflejan de manera evidente que Andalucía, Comunidad pionera en la generación eólica, puede quedar definitivamente relegada de la industria de generación eólica si no se actúa con urgencia y determinación en los próximos meses.

Desde la óptica productiva, el tejido económico andaluz se caracteriza por su baja densidad empresarial, en comparación con España, y desde la óptica industrial, por la debilidad de éste, así como por la especialización en ramas productivas de bajo contenido tecnológico. La incidencia que las inversiones previstas en el sector eólico pueden tener sobre la industria andaluza es muy positiva debido a que afectan a un conjunto de actividades de muy diversa índole, desde consultorías, actividades de I+D, de construcción, metalúrgicas, equipos eléctricos, electrónicas, de transporte, etc., lo que determina que, los vínculos de la actividad eólica con el resto de sectores productivos es muy elevado, por lo que la capacidad de arrastre del sector en el conjunto de la economía es muy importante. Por otro lado, el sector eólico involucra actividades e industrias de alto contenido tecnológico, por lo que su desarrollo y expansión representan una oportunidad sin precedentes para incrementar y consolidar estas actividades en Andalucía.

En lo que respecta a las actividades relacionadas con la fabricación de aerogeneradores y sus componentes, la posición de la industria andaluza no está consolidada. En este sentido, la pérdida en términos de producción y empleo para el conjunto de la economía andaluza y, especialmente, para el sector industrial, que supone la inexistencia de esta línea de negocio es muy relevante y, con urgencia, no debería desdeñarse la vinculación de los proyectos futuros a las sinergias que se derivan de la implantación de los fabricantes en suelo andaluz. La situación puede resultar incomprensible si se constata que las actividades y tecnologías relacionadas con la fabricación de aerogeneradores están, en la actualidad, representadas en Andalucía por medio de grupos industriales de gran prestigio.

Por otro lado, existe una amplia evidencia de que, en las regiones donde se han ubicado los fabricantes de aerogeneradores se ha producido un desarrollo endógeno de las actividades industriales relacionadas que ha posibilitado la transferencia de tecnología hacia empresas de ingeniería y de servicios de apoyo, con amplios efectos positivos sobre la economía de esas regiones. Junto a esto, hay que hacer mención a la importancia que la investigación y desarrollo tienen sobre el sector eólico, ya que parte del éxito alcanzado en los últimos años se debe a este factor. Por lo que, en definitiva, el desarrollo de la industria eólica puede tener una importancia decisiva para el salto cualitativo que necesita el desarrollo de la región en los próximos años.

La contribución de los bienes públicos al desarrollo regional y al crecimiento económico ha formado parte corriente del trabajo de los economistas, debido a la relevancia e impactos de los efecto que la provisiones de bienes públicos tiene sobre el conjunto de una economía. La construcción de infraestructuras económicas genera efectos locales y regionales beneficiosos a corto plazo y su impacto sobre la actividad económica es muy relevante bien sea por la que se genera de forma directa como inducida.

Además de los efectos sobre la producción y el empleo regional, la puesta en marcha de una infraestructura genera, también, un beneficio social. En el caso de las inversiones en generación eléctrica eólica se pueden reseñar, el efecto medioambiental positivo neto que tiene la energía eólica, la reducción de la dependencia energética exterior, las mejoras en la distribución o en el mallado de la red de distribución eléctrica que permitirá la electrificación de zonas rurales o aisladas. Estos

beneficios señalados pueden tener o no un componente monetario cuantificable, pero independientemente de ello, representan un beneficio para la región donde se realiza la inversión.

En lo que se refiere a la aplicación del Plan Energético de Andalucía en su vertiente eólica el impacto económico y social vendrá dado por los siguientes: En primer lugar, el relacionado de manera estricta con la inversión en la construcción de los parques, en segundo lugar, el que se obtiene fruto de la actividad de generación eólica y de la generación de rentas públicas y privadas (tasas municipales y alquileres de terrenos) en las zonas rurales, y en tercer lugar, el derivado de los beneficios sociales o externalidades obtenidas al sustituir la generación mediante centrales térmicas de carbón por energía eólica.

Desde la entrada en vigor del Plan de Fomento de las Energías Renovables 2000-2010 y su posterior asunción en la política energética de Andalucía, las previsiones de potencia eólica instalada que recoge el PLEAN para el período 2001-2006 apenas se han cumplido en un 19 por ciento. De ahí que la potencia considerada en este trabajo se base en una aproximación estimativa para el conjunto del período analizado. El retraso en la aplicación del Plan en lo que se refiere a la potencia eólica instalada es de tal magnitud que parece improbable que se puedan alcanzar las previsiones originales para el conjunto del período. En cualquier caso, para el análisis, se mantiene la opción de que aún es posible cumplir con las expectativas.

Una primera revisión de las cifras refleja el enorme volumen de inversión necesario para lograr los 4.000 MW de potencia instalada en 2010. En concreto, para el conjunto del período 2001-2010, será necesaria una inversión de 3.684,2 millones de euros, destacando el intervalo 2004-2006 en el que, si se cumplen las previsiones, se ejecutará el 64 por ciento de la inversión total. La magnitud de la inversión y el alcance económico que puede tener para Andalucía se constata al comprobar que la inversión en la A-92 y en la todavía inconclusa línea AVE Córdoba-Málaga, infraestructuras de gran significación económica y social para Andalucía, representan en conjunto una cuantía inversora similar a la que desembolsará el sector eólico hasta 2010, evidenciando de manera incontestable la dimensión que tendrá el programa eólico en la región.

El impacto que esta inversión tendrá sobre la economía andaluza, en términos de producción, se eleva hasta los 4.694,5 millones de euros que se corresponden con los ya mencionados de la inversión inicial más los 1.010,3 millones de euros del efecto indirecto producido sobre los distintos sectores económicos como consecuencia de la inversión original. El efecto total sobre la industria se eleva hasta los 3.229,4 millones de euros, lo que representa algo más de dos tercios del efecto total (68,8 por ciento), de ahí las importantes implicaciones que la energía eólica puede generar en el impulso de los sectores industriales de la región. Por lo que respecta a la construcción, su implicación en el proceso inversor es, igualmente, muy relevante, de ahí que la producción total que puede generar la concreción de los proyectos eólicos ascendería a 999,4 millones de euros, el 21,3 por ciento del total. Sensiblemente menor es la implicación que registra el sector servicios, en torno al 9,8 por ciento, lo que se traduce en 462,3 millones de euros de efecto sobre las actividades de servicios implicadas.

De cumplirse las expectativas del PLEAN es, en el período 2004-2006, cuando se llevará a cabo la mayor parte de la inversión en energía eólica, que supondrá una producción total en la economía andaluza de 3.003,5 millones de euros, el 64 por ciento del impacto total. En el último intervalo, 2007-2010, se completará la potencia instalada prevista con un efecto acumulado sobre la producción de 1.585,3 millones de euros, un tercio de los efectos totales que se producen a lo largo del período.

La inversión en el sector eólico produce, al mismo tiempo, efectos sobre el empleo regional en términos de creación o mantenimiento de puestos de trabajos, lo que representa un efecto de indudable alcance por la repercusión directa sobre las economías familiares de las personas afectadas. De manera global, el trabajo asociado a la inversión directa asciende a 44.141 empleos de duración anual, al tiempo que otros 13.388 empleos más se obtendrían de los impactos indirectos ocasionados por la inversión, por lo que se totalizarían unos 57.529 empleos. La industria regional es la más beneficiada de los proyectos de parques eólicos, de tal forma que 33.178 empleos se crearían para atender a la demanda de bienes que requiere la instalación de los parques, de éstos, 28.507 se crearían por necesidades de la inversión directa y el resto, por los efectos inducidos entre las distintas ramas de actividad. Para el sector construcción, la creación de empleo asciende a 15.969 puestos de trabajo de duración anual, y en los servicios unos 8.263 nuevos empleos serían necesarios en el conjunto del período.

Por lo que se refiere a los efectos derivados de la actividad de los parques eólicos una vez se encuentren en funcionamiento en 2010, la producción de energía eólica alcanzará los 597,0 millones de euros que junto con el efecto de arrastre sobre otras actividades de 234,7 millones de euros generarán un efecto sobre la producción de la región de 831,7 millones de euros anuales. Los efectos sobre el empleo a partir de 2010, fruto de la industria de generación eólica son muy relevantes, unos 1.722 empleos se derivan de la propia actividad energética y alrededor de 1.564, de los vínculos con otras actividades productivas, de este modo el impacto permanente sobre el empleo en Andalucía ascendería a 3.286 puestos de trabajos.

La producción de energía con recursos eólicos, además de los beneficios sobre la economía y el empleo, genera una rentabilidad social derivada de la eliminación de los costes externos que supone la sustitución de generación eléctrica mediante tecnologías térmicas convencionales por la eólica. Este beneficio se produce por los ahorros en costes medioambientales, costes sobre la salud, y los beneficios sobre la seguridad y diversificación energética. La energía eólica provoca unos costes externos muy reducidos en comparación con otras formas de producción, dándose la circunstancia de que una parte importante de los efectos son de carácter local, consecuencia del emplazamiento, siendo casi nulos, comparativamente hablando, los que tienen una dimensión global. Otra característica básica, desde la óptica ambiental, de la energía eólica es la desaparición de los impactos ambientales ocasionados en el emplazamiento y su área de influencia cuando se desmantela la instalación.

El proyecto ExternE de la Comisión Europea ha evaluado los costes externos de los principales daños procedentes de la producción de energía. Los valores obtenidos en el proyecto pueden aplicarse en el cálculo de la valoración de los beneficios externos, comparando los costes de producir con una determinada tecnología con otra, de tal forma que los daños evitados usando una tecnología alternativa, la eólica en este caso, se corresponden con el beneficio social obtenido por el proyecto evaluado. El valor monetario de las externalidades de la energía eólica se sitúa en 0,2 c€/kWh. Este valor es, después del estimado para Grecia, el mayor de todos los países de la UE que han realizado la evaluación de las externalidades de esta tecnología. En concreto, resulta el doble de la obtenida en Dinamarca y el cuádruple de la de Alemania.

Los beneficios externos de producir energía con recursos eólicos se corresponden con la eliminación de los costes externos derivados de producir esa energía a través de una central térmica de carbón. Los impactos de la generación mediante carbón se producen principalmente por las emisiones de contaminantes a la atmósfera y, debido a ellos, los impactos sobre la salud humana, el efecto invernadero, los daños a los materiales, las cosechas y los ecosistemas. Para el caso de España, el CIEMAT, en el proyecto ExternE, evalúa estos daños con un rango de entre 5 y 8 c€/kWh.

El elevado coste social que tiene la generación mediante carbón, entre 9.200 y 14.720 millones de euros en el acumulado de la vida útil de la inversión eólica del PLEAN, frente al escaso impacto en términos monetarios de la energía eólica, 368 millones de euros, determinan un beneficio social, por sustitución de externalidades negativas, de entre 8.830 y 14.352 millones de euros a lo largo de todo el período analizado. Igualmente, una vez se encuentren instalados los 4.000 MW que el PLEAN se fija como objetivo deseable, el valor del beneficio social para Andalucía se cifra entre 441 y 717 millones de euros anuales que se mantendrían a lo largo del tiempo si se mantienen las infraestructuras eólicas.

Para finalizar, como se recoge en el capitulo final de este trabajo, indicar las principales oportunidades o elementos positivos del sector eólico en Andalucía, así como los retos, problemas o barreras a los que se enfrenta el sector. En cuatro grandes grupos se pueden clasificar estas oportunidades y retos, de orden jurídico-administrativo, económico, técnico, y ambiental.

Entre las oportunidades, destacan, la estabilidad, predictibilidad y mayor rentabilidad que proporciona el nuevo marco retributivo, la abundancia y calidad del recurso eólico en Andalucía, la elevada percepción medioambiental de los andaluces, los casi nulos efectos medioambientales de la generación eólica, y el elevado impacto económico que la instalación de los 4 mil MW tendrán en términos de producción y empleo sobre la región, entre otras. Como retos y/o problemas, se pueden señalar, el retraso en los procedimientos administrativos relacionados con las solicitudes de integración para instalaciones de generación eólica, la posibilidad de restricciones por límites en la capacidad de evacuación, los problemas relacionados con los huecos de tensión y la predictibilidad, etc.

CAPÍTULO 1

EL MARCO INTERNACIONAL PARA LA LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO:

EL PROTOCOLO DE KYOTO

1. EL MARCO INTERNACIONAL PARA LA LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO: EL PROTOCOLO DE KYOTO.

1.1. Antecedentes

No es hasta finales de 1990, coincidiendo con las negociaciones de las Naciones Unidas para la firma de un acuerdo mundial sobre el cambio climático, cuando la Comunidad Internacional comienza a tomar conciencia de la importancia de este problema.

Dichas negociaciones condujeron a la adopción, en mayo de 1992, de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC)[1]. Esta Convención aglutinaba varios propósitos; en primer lugar, conseguir que, en el año 2000, las emisiones de CO_2 de los países industrializados se situaran en los niveles correspondientes a 1990; asimismo, pretendía crear sendos mecanismos de información y seguimiento para el control de las emisiones de gases desencadenantes del "efecto invernadero" y, por último, aspiraba a impulsar el desarrollo de programas nacionales para la reducción de dichas emisiones.

Tras una ratificación inicial llevada a cabo por cincuenta países, la UNFCCC entró en vigor en marzo de 1994.

1.1.1. El Protocolo de Kyoto

En 1997, en la ciudad japonesa de Kyoto, se da otro paso importante. Los países firmantes del UNFCCC acordaron un Protocolo por el que se obligaba a todos los firmantes a establecer programas nacionales de reducción de las emisiones de gases por efecto invernadero y a presentar informes periódicos, además de exigir, a los países industrializados firmantes del acuerdo, si bien no a los países

---

1 http://unfccc.int/2860.php

en vías de desarrollo[2], la estabilización de sus emisiones de gases de efecto invernadero en los niveles del año 1990, para el año 2000.

Según el Protocolo de Kyoto, los países industrializados tienen que reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero[3] en un 5,2 por ciento, como media, por debajo de los niveles de 1990 durante el primer "periodo de compromiso", que irá de 2008 a 2012. No se fijaron objetivos de emisión para los países en vías de desarrollo.

Se eligió un periodo de compromiso de cinco años en vez de un solo año para allanar las fluctuaciones anuales de las emisiones debidas a factores incontrolables como el tiempo atmosférico y otros. Las negociaciones internacionales sobre un segundo periodo de compromiso conforme al Protocolo de Kyoto, después de 2012, deberán comenzar en 2005.

Con la reciente aprobación, por parte de Rusia, del Protocolo de Kyoto, los compromisos se convertirán en jurídicamente vinculantes.

Con posterioridad a la firma del Protocolo de Kyoto, las negociaciones se centraron en el desarrollo de los mecanismos y reglas que el propio Protocolo contempla para su correcta aplicación. Las negociaciones finales concluyeron con la celebración de los Acuerdos de Marrakech en 2001.

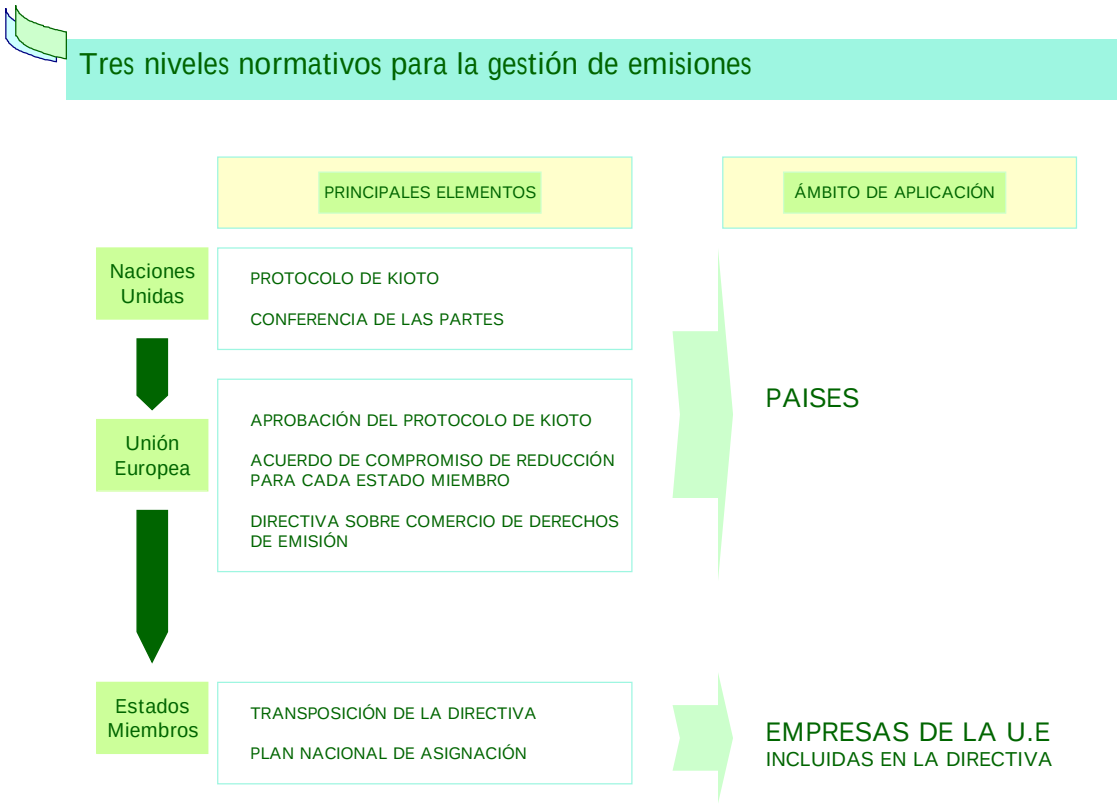
El Protocolo de Kyoto contempla tres "mecanismos flexibles" que pretenden servir de ayuda para el cumplimiento de los objetivos planteados.

---

2 La justificación para el establecimiento de una línea divisoria entre países industrializados y países en vías de desarrollo parte del reconocimiento de que son los primeros los principales responsables de la mayoría de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, además de que también poseen las capacidades institucionales y financieras necesarias para reducirlos.

3 Los gases en cuestión son CO_2, CH_4, N_20, HFC´s, PFC y SF_6.

El primero de estos mecanismos es el comercio de derechos de emisión. La Directiva sobre derechos de emisión[4] fue aprobada por el propio Parlamento Europeo el 13 de octubre de 2003. El comercio de derechos de emisión comenzó el 1 de enero de 2005 y cubre a los Estados miembros de la Europa ampliada. El régimen de la UE de comercio de derechos de emisión es el primero multinacional del mundo y se considera un régimen precursor del futuro régimen internacional, conforme al Protocolo de Kyoto.



FUENTE: *Analistas Económicos de Andalucía.*

4 Directiva 2003/87/CE de 13 de octubre de 2003, por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad. Modifica la Directiva 96/61/CE del Consejo.

De acuerdo con el régimen comunitario de comercio de emisiones, los Estados miembro de la UE establecerán límites a las emisiones de CO_2 procedentes de empresas que utilizan intensivamente procesos generadores de gases de efecto invernadero. Mediante la expedición de derechos de emisión se fijará qué cantidad de CO_2 pueden emitir empresas como acerías, centrales eléctricas, fábricas de papel, vidrio y cemento, entre otras.

En consecuencia, aquellas empresas o sectores que obtengan reducciones por debajo de los límites, podrán usar estos derechos para comercializarlos. Por lo tanto, las empresas que consigan reducciones podrán vender derechos de emisión a otras que tengan dificultades a la hora de atenerse a sus límites o para las cuales sean demasiado costosas las medidas de reducción de las emisiones en comparación con el precio de los derechos de emisión. Por tanto, cualquier empresa podrá aumentar también sus emisiones por encima de lo asignado mediante la adquisición en el mercado de más derechos de emisión.

El segundo de los instrumentos de flexibilidad es el Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL). Este mecanismo ofrece a los gobiernos y a las empresas privadas de los países industrializados la posibilidad de transferir tecnologías limpias a países en vías de desarrollo, mediante inversiones en proyectos de reducción de emisiones y recibiendo, de esta forma, certificados de emisión que servirán como suplemento a sus reducciones internas.

El *Mecanismo de Desarrollo Limpio* (MDL) está regido por las partes del Protocolo a través de la Junta Ejecutiva y las reducciones deben ser verificadas y certificadas por entidades independientes. Para obtener la certificación de las emisiones, las partes interesadas (país industrializado y país en vías de desarrollo receptor del proyecto) deberán demostrar una reducción real, mensurable y prolongada en el tiempo de emisiones.

Este mecanismo tiene una especial sensibilidad dado que puede contribuir a reducir emisiones futuras en los países en desarrollo y potenciar la capacidad de transferencia de tecnologías limpias.

Finalmente, existe un tercer mecanismo contemplado en el Protocolo de Kyoto que es el Mecanismo de Aplicación Conjunta (AC). Este mecanismo permite que un país industrializado

invierta en otro país industrializado para la ejecución de un proyecto encaminado a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero o incrementar la absorción por los sumideros.

El país inversor obtiene certificados de emisión a un precio menor al que le habría costado en su ámbito nacional y el país receptor de la inversión recibe, en cambio, la inversión y la tecnología. En el mecanismo de la aplicación conjunta pueden participar Gobiernos, empresas y otras organizaciones privadas. Estos proyectos podrían haber entrado en funcionamiento desde el 2000, pero los certificados no serán emitidos finalmente hasta el 2008.

Además, deberán cumplirse determinados requisitos para poder hacer uso de este mecanismo y, en cualquier caso, los proyectos deberán someterse a su certificación por entidades independientes.

Este es un mecanismo similar al mecanismo de desarrollo limpio (MDL), con la salvedad que los proyectos se realizan entre países industrializados con objetivos de reducción dentro del Protocolo de Kyoto.

La justificación de estos tres mecanismos radica en que las emisiones de gases de efecto invernadero es un problema mundial y el lugar en donde se consigan las reducciones reviste escasa importancia. De esta manera, las reducciones pueden hacerse allí donde los costes sean más bajos, por lo menos en la fase inicial de lucha contra el cambio climático.

1.2. El marco regulatorio en la Unión Europea

El eje central del trabajo de la Comisión para aplicar el Protocolo de Kyoto es el **Programa Europeo sobre el Cambio Climático** (PECC)[5], puesto en marcha en marzo de 2000. El objetivo

---

5 Comisión Europea (2000): "Sobre políticas y medidas de la UE para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero: hacia un Programa Europeo sobre el Cambio Climático", *Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo*, COM (2000), 88 final.

global del PECC es determinar y desarrollar todos los elementos de la estrategia europea para hacer frente al cambio climático y necesarios para aplicar el Protocolo de Kyoto.

Dicho en otros términos, el objetivo de este programa es definir y formular, junto con todas las partes interesadas pertinentes, medidas eficaces y poco costosas que ayuden a la UE a alcanzar su objetivo para con Kyoto del 8 por ciento.

Según la Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento para la preparación de la aplicación del Protocolo de Kyoto[6], el escenario tendencial para las emisiones de la Unión Europea, en el primer periodo de compromiso, apuntaba a un crecimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero de un 85 por ciento con respecto a 1990, con un hito intermedio en el año 2000 en el que dichas emisiones se acercarían al nivel de 1990.

Además, las proyecciones efectuadas por los Estados miembros y la Comisión indican que, sin aplicar otras políticas, además de las ya aplicadas o en perspectiva, se preveía que las emisiones de gases de efecto invernadero tan sólo se estabilizarán en el nivel de 1990. De este modo, la UE se encontraría con una diferencia del 8 por ciento para el cumplimiento del objetivo perseguido. Para impedir esta diferencia, los Estados miembros y la UE deberían llevar a cabo nuevas actuaciones. En este sentido, el PECC contempla el estudio y la aplicación de medidas a escala comunitaria.

En junio de 2001 se publicó un informe final en el que se presentaban los resultados de dos planteamientos diferentes; un estudio transectorial sobre una evaluación de los objetivos comunitarios de reducción de emisiones, atendiendo a criterios de coste-eficacia, y una evaluación de políticas y medidas realizada por grupos de trabajo de expertos de los diferentes sectores.

---

6 Comisión Europea (1999): "Preparación de la aplicación del Protocolo de Kyoto", *Comunicación de la Comisión al Consejo*, COM (1999) 230 final, Bruselas.

Basándose en los criterios de coste-eficacia[7], potencial de reducción de emisiones, calendario y aceptación política, los grupos de expertos especificaron 40 posibles medidas. Estas medidas se agruparon en tres categorías; en fase avanzada de preparación; en fase de desarrollo y análisis; y las que necesitan una mayor cantidad de recursos para completar su análisis.

En la Comunicación de la Comisión sobre la ejecución de la primera fase del PECC[8], se contemplaron una selección de 12 de las 40 políticas y medidas inicialmente evaluadas.

Las medidas propuestas en esta Comunicación han de entenderse como un intento de la Comisión por integrar la política de medio ambiente y otras políticas. Estas medidas se agrupan en cuatro apartados; medidas transectoriales; del sector de la energía; del transporte; y de la industria.

Cuestiones transectoriales:

Promoción de la implementación de la Directiva de Prevención y Control Integrado de la Contaminación (IPPC).

Propuesta de Directiva para enlazar los proyectos bajo Aplicación Conjunta y Mecanismo de Desarrollo Limpio con el comercio de emisiones comunitario.

Propuesta de revisión de la Decisión 1999/296/CE sobre el Mecanismo de Seguimiento de las emisiones.

Sector energético:

Propuesta de Directiva Marco sobre requisitos mínimos en eficiencia energética para equipos de uso final de energía.

Propuesta de Directiva para la gestión de la demanda de energía.

Propuesta de Directiva para la promoción de la generación combinada de calor y electricidad.

---

7 Basándose en el amplio análisis realizado por el PECC, el criterio de eficiencia en costes se sitúa en un máximo de 20 Eur. por tonelada de CO_2 equivalente.

8 Comisión Europea (2001): "Acerca de la ejecución de la primera fase del Programa Europeo sobre el Cambio Climático", *Comunicación de la Comisión*, COM (2001) 580 final, Bruselas.

Propuestas adicionales, de carácter no legislativo, como diferentes campañas de promoción y sensibilización pública.

Sector del transporte:

Propuesta para modificar el balance intermodal del transporte.

Propuesta para mejorar el uso de infraestructuras y peajes-tasas.

Promoción del uso de biocombustibles en el transporte.

Sector industrial:

Propuesta de Directiva sobre gases fluorados.

El PECC también ha confirmado la necesidad de fomentar la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación permanentes sobre el cambio climático. Para ello son necesarias actuaciones que permitan definir con mayor exactitud y certidumbre la evolución del fenómeno del cambio climático y su posible efecto, especialmente en Europa. La investigación también será esencial para definir tecnologías futuras, en el campo de la energía y el transporte, que sean socialmente aceptables y eficientes en cuanto a costes.

Tras el primer paso que supuso el PECC, dentro de la estrategia europea contra el cambio climático, el "Libro Verde sobre el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Unión Europea"[9] pretendió iniciar el debate, en el seno de la Unión, sobre la relación entre la comercialización de los derechos de emisión y las medidas para hacer frente al cambio climático.

La publicación del Libro Verde inició un proceso de consultas que posibilitó a las partes interesadas, tanto gubernamentales como no gubernamentales, la emisión de opinión sobre la forma en

9 Comisión Europea (2000): "Libro Verde sobre el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Unión Europea", *Comunicación de la Comisión al Consejo*, COM (2000) 87 final, Bruselas.

que la UE debería actuar para encontrar un equilibrio en el uso del comercio de los derechos de emisión.

La consulta que está en la base del Libro Verde ayudó a impulsar, asimismo, dentro de los Estados miembros y en la propia comunidad, las estrategias de aplicación del Protocolo de Kyoto, además de generar una mayor comprensión acerca de los problemas principales y de las interacciones con las políticas y medidas nacionales.

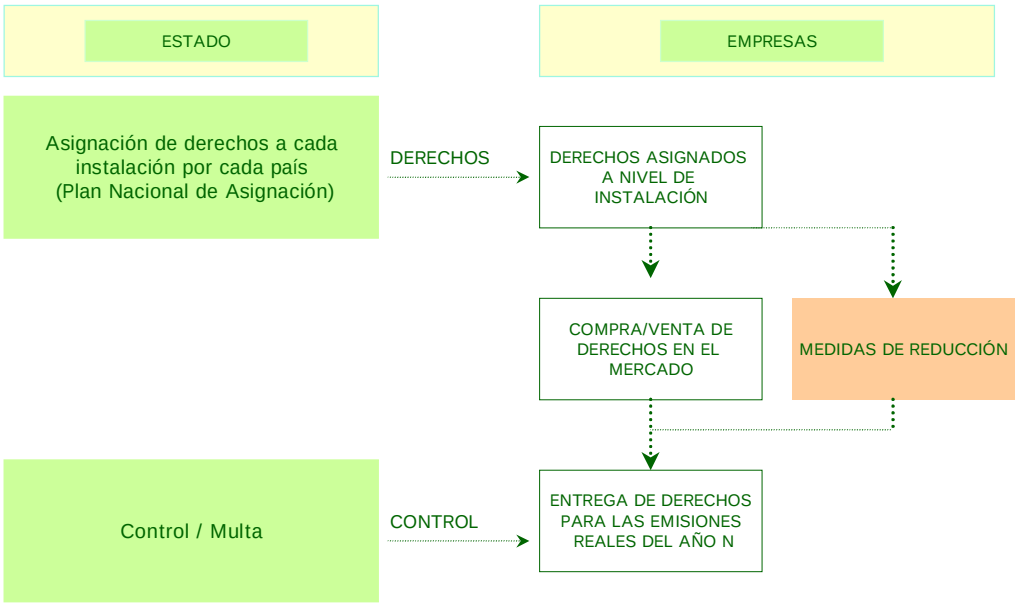
Tras los antecedentes del Libro Verde sobre el Comercio de los derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Unión Europea y la Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo sobre políticas y medidas de la UE para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, hacia un Programa Europeo sobre el Cambio Climático (PECC), aparece la Directiva 2003/87/CE.

Esta directiva prevé el establecimiento de un mercado intracomunitario (UE-25) de permisos de emisión de gases de efecto invernadero a partir de 2005. En un primer periodo (2005-2008) tendría un carácter experimental (limitado sólo a CO_2) y luego definitivo (extendido también a otros gases). Inicialmente el mercado se circunscribe a los sectores definidos en el Anexo I de la Directiva; electricidad, refino, cemento, cal, vidrio, cerámica, siderurgia, pasta y papel. En el futuro, posiblemente se amplíe a otros; aluminio y resto de industria química.

El objetivo del régimen de comercio de derechos de emisión es contribuir al cumplimiento de los compromisos del Protocolo de Kyoto por parte de los Estados miembros actuales y futuros. El régimen cubre aproximadamente un tercio de las emisiones totales de gases de efecto invernadero. El comercio de derechos de emisión no supone unos nuevos objetivos ambientales, sino que se ha decidido para facilitar un cumplimiento más eficiente de los objetivos vigentes. La posibilidad de las empresas participantes de comprar o vender derechos de emisión garantizará el cumplimiento global al menor coste.

El marco jurídico del régimen de comercio no regula cómo ni dónde tendrá lugar el mercado de derechos de emisión. Las empresas con compromisos pueden intercambiarse los derechos de emisión directamente y pueden comprar o vender por mediación de un agente, banco u otro intermediario del mercado de los derechos de emisión.

Funcionamiento del mercado de comercio de derechos de emisión



FUENTE: *Analistas Económicos de Andalucía*.

Existirá un sistema de registro electrónico que quedará separado de la actividad de comercio. No todos los intercambios se traducen en cambios de propiedad de derechos de emisión, pero cuando un intercambio se traduzca en un cambio de propiedad, se producirá una transferencia de derechos de emisión entre cuentas del sistema de registro. De esta manera, el sistema de registro se parece a un sistema bancario que realiza el seguimiento de la propiedad del dinero de las cuentas, pero que no sigue los tratos hechos en los mercados de bienes y servicios y causantes del cambio de manos del dinero. Por consiguiente, el sistema de registros no es un mercado. Cómo se intercambian los derechos de emisión obedece a las decisiones tomadas por los participantes en el mercado.

El sistema será puramente electrónico, de manera que los derechos de emisión no se imprimirán en papel, sino que sólo constarán en una cuenta de registro en línea. Las empresas con un compromiso y las personas interesadas por la compra o venta de derechos de emisión necesitarán una cuenta. El sistema constará de un componente nacional en cada Estado miembro donde se guardarán los derechos de emisión y de un centro europeo que procederá a controles automatizados de cada transferencia de derechos de emisión para velar por el cumplimiento de las normas de la Directiva.

En cuanto al precio de los derechos de emisión será el resultado de las decisiones de los participantes en el mercado. Según diversos estudios preliminares, se ha estimado que los factores principales que influirán en la evolución de los precios a corto plazo son las decisiones tomadas en los planes nacionales de asignación y los resultados de las negociaciones sobre la Directiva de vínculo[10]. Los intermediarios del mercado ya cotizan precios de pequeñas cantidades de derechos de emisión ofertados o solicitados. Por su parte, la Comisión no intervendrá en el mercado y se le aplicará la legislación sobre la competencia como a cualquier otro mercado.

Cada Estado miembro ha creado y publicado un Plan Nacional de Asignación. Estos planes especifican cuántos derechos de emisión asignarán en total durante el periodo comprendido entre 2005 y 2007 y cuántos recibirá cada instalación cubierta por el régimen de derechos de emisión. La Comisión evaluará los planes de asignación para comprobar su compatibilidad con el marco jurídico que establece la Directiva 2003/87/CE. Si un plan no se ajustara a la Directiva o al propio Tratado, la Comisión podría rechazarlo, parcialmente o por completo.

Los Estados están obligados a presentar los planes de asignación en el plazo que les marca la Directiva. En caso de incumplimiento, la Comisión incoaría un procedimiento de infracción. Además, las empresas cubiertas por el régimen de comercio de derechos de emisión tienen que registrar y

---

10 La llamada "Directiva de vínculo" vinculará los mecanismos flexibles del Protocolo de Kyoto y el régimen de derechos de emisión de la UE. En principio, las empresas que lleven a cabo proyectos de reducción de las emisiones fuera de la UE a través de los mecanismos flexibles del Protocolo podrán convertir los créditos que consigan con esos proyectos en derechos de emisión que podrán utilizar para cumplir sus compromisos conforme al régimen de derechos de emisión de la UE.

notificar sus emisiones de CO_2 a partir de enero de 2005 y presentar por primera vez en abril de 2004 un número suficiente de derechos de emisión para cubrir sus emisiones durante 2005. Si una empresa no presentara derechos de emisión o presentara una cantidad insuficiente, debería abonar al Estado 40 euros de multa por derecho de emisión no presentado.

Tampoco un Estado miembro puede conceder todos los derechos de emisión que quiera. La cantidad de derechos de emisión que un Estado miembro puede conceder depende de los once criterios que establece la Directiva en su anexo III[11]. Aunque la Directiva no contempla un límite explícito a los derechos de emisión, el respeto a los criterios de la Directiva significará, en la práctica, que los Estados no podrán conceder todos los derechos que pretendan.

El régimen de comercio de derechos de emisión afectará a más de doce mil instalaciones (instalaciones de combustión, refinerías de petróleo, fábricas de hierro y acero, cemento, vidrio, cal, ladrillo, cerámica, pasta y papel) en los veinticinco Estados miembros de la UE.

1.3. Las actuaciones españolas contra el cambio climático

La estrategia española contra el cambio climático ha pivotado sobre tres ejes principales:

- El comercio de derechos de emisión (Plan Nacional de Asignación)
- La estrategia de ahorro y eficiencia energética

---

11 a) Dado que el mercado de derechos de emisión sólo se refiere a algunos sectores industriales, la cantidad de permisos a repartir ha de ser consistente con el compromiso de cada Estado Miembro (en el caso español, las emisiones de 1990 más un 15 por ciento como media en el periodo 2008-2012). En otras palabras, no se deben otorgar permisos por mayor cantidad que la que proporcionalmente les corresponda a los sectores implicados en el mercado respecto a la emisión total nacional salvo que se justifique una evolución divergente hasta 2008; b) La asignación será desglosada por actividad y el Plan recogerá una lista detallada de instalaciones sujetas a este mercado; c) La asignación tendrá en cuenta los compromisos y proyecciones de emisión del país, así como el potencial tecnológico para lograr tales objetivos; d) No se discriminará entre empresas o sectores, es decir, no habrá una metodología para un sector y otra para otro; e) La asignación habrá de tomar en cuenta futuros nuevos entrantes en esos sectores, para lo que se recomienda reservar derechos para ser subastados; f) Se tendrán en consideración las mejores prácticas internacionales en cada sector (benchmark); g) Los Planes deberán ser abiertos a información pública durante un tiempo, para recogerse, si procede, reclamaciones, sugerencias, comentarios, etc.; h) Deberá prever cómo podrán competir en ese mercado países de fuera de la UE.

- La estrategia de promoción de las energías renovables

1.3.1. Participación en el mercado de derechos de emisión. El Plan Nacional de Asignación de derechos de emisión (PNA)

El artículo 9 de la Directiva 2003/87/CE[12] establece que, para cada periodo contemplado en los apartados 1 y 2 del artículo 11 de la misma, es decir, para el periodo de tres años a partir del 1 de enero de 2005, para el periodo de cinco años que comenzará el 1 de enero de 2008 y para cada periodo de cinco años subsiguiente, cada Estado miembro elaborará un Plan Nacional de Asignación (PNA) que determinará la cantidad total de derechos de emisión que prevé asignar durante dicho periodo y el procedimiento de asignación. El Plan se basará en criterios objetivos y transparentes, incluidos los enumerados en el anexo III de la Directiva y las orientaciones de la Comisión.

El PNA 2005-2007[13] constituye un paso significativo hacia el cumplimiento de Kyoto, con la intención de preservar la competitividad y el empleo. El Plan Nacional sienta las bases para la asignación individual de derechos a todas las instalaciones contempladas antes de la puesta en marcha del mercado de emisiones el 1 de enero de 2005.

De acuerdo con el Anexo I de la Directiva europea y del Real Decreto Ley, el régimen de comercio de derechos de emisión se aplicará, en el periodo 2005-2007, a las emisiones de dióxido de carbono procedentes de instalaciones que desarrollan actividades de generación de electricidad, refino, producción y transformación de metales férreos, cemento, cal, vidrio, cerámica, pasta de papel, papel y cartón.

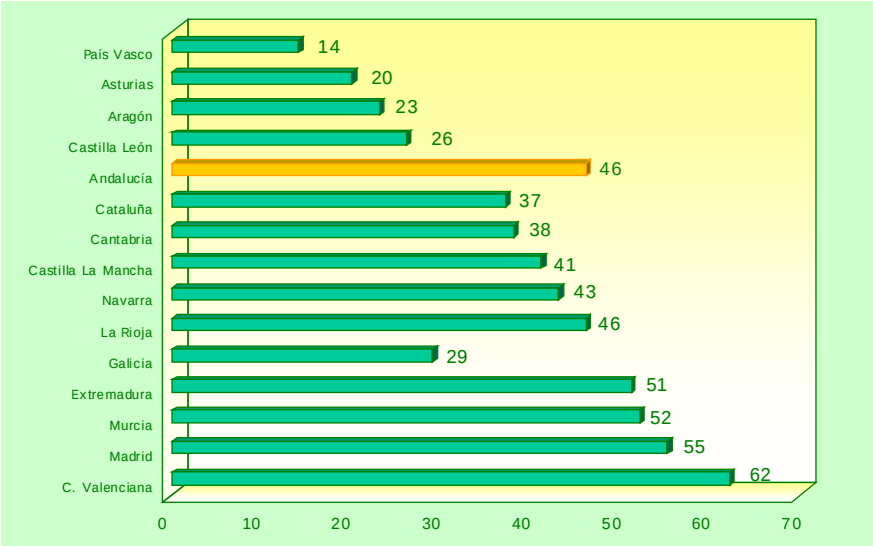
---

12 La directiva ha sido transpuesta en España mediante el R.D.L. 5/2004 de 27 de agosto, por el que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero para que comience a funcionar a partir del 1 de enero de 2005.

13 R.D. 1866/2004 de 6 de septiembre, por el que se aprueba el Plan Nacional de asignación de derechos de emisión, 2005-2007.

Se han identificado 1.066 instalaciones provisionales en el PNA, de las que finalmente se han contabilizado 927. El Gobierno ha establecido como objetivo que las emisiones en España, en el periodo 2005-2007, se estabilicen en la media de las emitidas en los últimos tres años, según los inventarios de emisiones para el periodo 2000-2002, con un incremento adicional del 3,5 por ciento de las emisiones de CO_2 en los sectores afectados por la Directiva para nuevos entrantes.

Gráfico 1.1
Propuesta de asignación de derechos de emisión en España
(Nº de empresas)



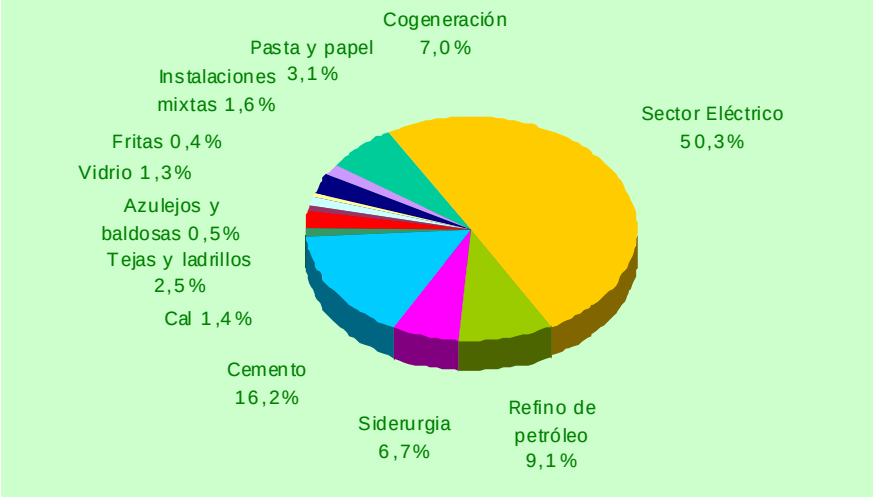
Nota: Listado provisional con un total de 1.066 empresas.
Fuente: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, y de Medio Ambiente.

El esfuerzo adicional necesario, para cumplir tanto con Kyoto como con la Directiva, tendrá que hacerse en el periodo 2008-2012. Al final de este periodo, las emisiones no deberán sobrepasar un 24 por ciento más de las emisiones del año 1990. Este porcentaje se alcanzará sumando el objetivo de limitación de Kyoto (15 por ciento) a la estimación de absorción de sumideros (un máximo de un 2 por ciento) y los créditos que se puedan obtener en el mercado internacional (7 por ciento).

Para ello, el PNA para 2005-2007 mantiene un reparto del esfuerzo de reducción entre los sectores de la Directiva y los no incluidos (transporte, residencial, etc.) sobre la base de su parte correspondiente en las emisiones globales del país, y que se reparte en un 40 y un 60 por ciento, respectivamente. Ello supone, para las emisiones globales del país, un objetivo de 400,70 millones de

Tm^3. de CO_2 equivalente en promedio anual para 2005-2007, lo que representa una reducción de 0,2 por ciento respecto a las emisiones de 2002.

Gráfico 1.2
Asignación provisional de derechos de emisión para el período 2005-2007



Fuente: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, y de Medio Ambiente.

Para los sectores incluidos en el Anexo I de la Directiva, el Plan 2005-2007 decide una asignación, en promedio anual, de 160,28 millones de toneladas de derechos de emisión, incluyendo una reserva de 5,42 millones para nuevos entrantes (instalaciones que entrarán en funcionamiento en el periodo, pero que aún no cuentan con todos los permisos requeridos).

El PNA establece la metodología de asignación individualizada por instalación, tanto para las existentes como para los nuevos entrantes en el sistema para el periodo 2005-2007.

El PNA español distingue, en relación con la metodología de asignación de derechos de emisión individualizada para instalaciones, entre instalaciones del sector eléctrico e instalaciones pertenecientes al resto de sectores.

Para las instalaciones pertenecientes al sector eléctrico, el criterio principal de reparto es el de las emisiones históricas recogidas en el inventario de emisiones durante el periodo 2000-2002[14]. Asimismo, se definen una serie de criterios tecnológicos de ajuste que no se hayan cuantificados. No queda cuantificada la asignación para las islas. Se contempla una reducción en la asignación por razones tecnológicas:

- Las instalaciones que prevean una progresiva desaparición de la generación con fuelóleo.
- Grupos de centrales térmicas que se encuentren próximas a su vida técnica útil.
- Grupos que no han llevado a cabo ni planean adaptaciones medioambientales.
- Reducción de producción de centrales térmicas menos eficientes.
- Incrementan su participación las centrales térmicas a gas por ciclo combinado.

Finalmente, en este apartado permanecen incertidumbres sobre la entrega de derechos a instalaciones no operativas y lo que en el PNA se califica como "nuevos entrantes". En resumen, no se define el volumen de derechos por instalación, ni cuál va a ser el reparto de los derechos no emitidos por retrasos en la apertura, ni la disponibilidad de derechos cada año.

Para el resto de sectores industriales a excepción del sector eléctrico, las fórmulas de asignación, idénticas para todas las instalaciones, se basan en las emisiones históricas 2000-2002. En este sentido, en el PNA se afirma que "las ventajas de utilizar una métrica de emisiones históricas están en la representatividad y la posibilidad de verificar la información de base"[15]. Otro de los criterios de asignación que el PNA emplea es el de que para todas las instalaciones de un mismo sector se aplicará el crecimiento de la producción esperado del sector. Así, se afirma que "no procede entrar en un análisis individualizado, por estar sometido a mayor error y subjetividad"[16].

---

14 Vid. página 26 del Plan Nacional de Asignación español.

15 Vid. PNA España, apartado 4.A.b

16 Vid. PNA España, apartado 7.B

Así mismo, se aplica el mismo factor de esfuerzo a todas las emisiones de combustión de una actividad. Para ello, la asignación se llevará a cabo mediante un prorrateo según las emisiones históricas y no se aplicará ningún factor de esfuerzo a las emisiones de proceso y de cogeneración.

Finalmente, se garantiza que ninguna instalación industrial recibirá una asignación inferior al 95 por ciento de las emisiones históricas 2000-2002.

La asignación que se lleva a cabo en el PNA parte del objetivo establecido por el Gobierno de estabilizar las emisiones en el periodo 2005-2007 en relación con la media de las emisiones de los años 2000-2002. El esfuerzo necesario para cumplir con los compromisos adquiridos tendrá lugar en el periodo 2008-2012, esperándose un crecimiento de las emisiones no superior al 24 por ciento con respecto a 1990. El diferencial del 9 por ciento para cumplir con el objetivo de limitar el crecimiento de las emisiones a un 15 por ciento se plantea cubrir mediante la absorción por sumideros (2 por ciento) y la obtención de créditos en el mercado internacional (7 por ciento).

El Plan ha sido elaborado teniendo en consideración la evolución de las emisiones de sectores no incluidos en el anexo I de la Directiva 2003/87/CE (que son responsables del 60 por ciento de las emisiones nacionales), como el sector del transporte y el residencial terciario, con el objetivo de establecer un esfuerzo de reducción de emisiones de los sectores incluidos, coherente con su aportación a las emisiones totales nacionales (40 por ciento del total de las emisiones nacionales).

1.3.2. La Estrategia de Ahorro y Eficiencia energética: El Plan E4

El 28 de noviembre de 2003 fue aprobada por el Consejo de Ministros la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004-2012, también denominada E4.

De acuerdo con el nuevo contexto en el que se desarrolla la política energética comunitaria, caracterizada por la liberalización de mercados y el respeto al medio ambiente, la E4 viene a sumarse a una serie de importantes medidas adoptadas en España durante los últimos años como la Ley del Sector Eléctrico, el R.D. 2818/98, el Plan de Fomento de las energías renovables en España 2000-2010, la Planificación de los sectores de Electricidad y Gas, etc.

La puesta en marcha de esta estrategia resulta oportuna por tres razones básicas:

- La economía española presenta una elevada dependencia energética ya que importa el 75 por ciento de la energía primaria que utiliza frente al 50 por ciento de media en la UE.

- El crecimiento diferencial que viene registrando la economía española durante los últimos años ha provocado crecimientos de la demanda energética muy importantes que, en algunos años, ha superado el propio crecimiento del producto.

- La ejecución de esta estrategia promueve una reducción significativa de las emisiones de contaminantes atmosféricos, de acuerdo con las Directivas europeas y orientaciones internacionales.

Las medidas incluidas en la estrategia comportan una inversión asociada de 24.098 M de Euros. A partir de la puesta en operación de estas medidas, se obtendrá un ahorro anual de energía final de 9.824 ktep y de 15.574 ktep de energía primaria, lo que supone para los sectores demandantes de energía un ahorro de 2.862 M de Euros anuales.

El ahorro acumulado estimado durante el periodo de ejecución de la Estrategia (2004-2012) alcanza los 41.989 ktep en energía final y de 69.950 ktep en energía primaria.

1.3.3. La promoción de las energías renovables

Los antecedentes legislativos de las energías renovables se sitúan, en el marco legislativo europeo, en la Directiva 2001/77/CE del Parlamento Europeo. En España, estos antecedentes se sitúan en la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico que estableció la regulación del sector desde la óptica del suministro garantizando su calidad y su menor coste. En el propio texto de la Ley se recogían las previsiones de la Directiva 96/92/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de diciembre relativa a normas comunes para el mercado interior de la electricidad.

La Ley 54/1997 establecía dos regímenes de generación eléctrica diferenciados: el régimen ordinario y el especial. En el primero, la retribución al productor de la energía generada se hace por el sistema de ofertas a través del operador del mercado. En el Régimen especial, el precio de la electricidad viene establecido por la adición al precio medio de mercado de una prima fija que determina oportunamente el Gobierno.

Por su parte, la Ley disponía la elaboración de un Plan de Fomento de las Energías Renovables, con el fin de que para el año 2010 las fuentes de energía renovable cubrieran, como mínimo, el 12 por ciento del total de la demanda de energía primaria[17].

Posteriormente, el R.D. 2818/1998, de 23 de diciembre, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración se encarga del desarrollo reglamentario, en lo relativo al Régimen especial, de la Ley 52/1997, del Sector Eléctrico. En este R.D. se regula el procedimiento administrativo para la inclusión de las instalaciones en el Régimen especial, las condiciones de entrega de la energía eléctrica producida y el régimen económico, con especial detalle en lo que se refiere al establecimiento de la prima para cada tipo de instalación y su sistema de revisión periódica.

La Ley 54/1997 estableció la elaboración de un Plan en el que se fijaran los objetivos en materia de energías renovables. El Consejo de Ministros aprobó el 30 de diciembre de 1999 el Plan de Fomento de las Energías Renovables en España en el horizonte de los años 2000-2010.

El Plan de Fomento se fijó como objetivos, de acuerdo con el mandato de la Ley 54/1997, alcanzar el 12 por ciento de la demanda total de energía por medio de las energías renovables en el año 2010. El propósito es claro: hacer que la participación de las energías renovables en el suministro eléctrico sea creciente y sostenible en el futuro.

---

17 Vid. Disposición decimosexta de la Ley 54/1997.

Los objetivos del Plan se basan en una proyección del consumo de energía en nuestro país para 2010, a partir de un escenario de ahorro base y que incorpora importantes efectos derivados de una aplicación paralela de políticas activas de eficiencia energética y protección medioambiental. Sin embargo, los objetivos han quedado algo desfasados, al haberse apreciado un aumento del consumo de energía. Es decir, el cumplimiento del Plan va a necesitar un esfuerzo por parte del sector de energías renovables y una intensificación de las medidas de eficiencia energética.

El objetivo del 12 por ciento que contempla el Plan para el año 2010, en términos relativos, supone prácticamente duplicar la participación de las energías renovables en España. En términos absolutos, implica generar recursos suficientes para multiplicar por 2,3 la aportación de 7,1 Mtep en 1998 a 16,6 Mtep en el 2010.

En ese escenario base la situación de las energías renovables en el año 2010 debe cubrir un consumo adicional de 9.525 ktep/año, donde la energía eólica resulta la gran protagonista del aumento de participación, con un peso del 11,2 por ciento en el conjunto de las energías renovables. Asimismo, la energía eólica es la segunda en importancia por su aportación al consumo de energía primaria en el año 2010, aumentando su aportación más de diez veces en relación con la situación existente en 1998.

Lo que parece apreciarse es un desplazamiento hacia las tecnologías eléctricas que presentan mercados más seguros y estables, frente a las tecnologías térmicas que presentan recursos con mayores niveles de riesgo.

Los objetivos del Plan de Fomento de Energías Renovables fueron revisados en 2002 a través del documento “Planificación de los Sectores de Electricidad y Gas. Desarrollo de Redes de Transporte 2002-2011”. Este documento, aprobado en octubre de 2002 por el Gobierno y ratificado por el Parlamento, prevé un crecimiento de la energía primaria respecto al escenario contemplado en el Plan de Fomento de las Energías Renovables. En el caso concreto de la energía eólica, cuya estimación en el Plan de Fomento se cifraba en el año 2010 en aproximadamente 9.000 MW instalados, se eleva en el documento de Planificación de las Redes de Transporte hasta los 13.000 MW.

1.3.4. El caso concreto de la energía eólica

Como se desprende del documento de Planificación del Ministerio, la energía eólica es la energía que sale más beneficiada en el futuro. De hecho, la energía eólica es una de las energías renovables más importantes hoy en día, con unos crecimientos anuales de potencia instalada cercanos al 30 por ciento en los últimos años. La importancia de la energía eólica en el marco de las energías renovables queda patente, por ejemplo, en la directiva europea de fomento de las energías renovables que establece que en el año 2010, el 12 por ciento de la energía primaria y el 22,1 por ciento de la electricidad consumida en la Unión Europea procederá de fuentes renovables. El objetivo concreto para la energía eólica es alcanzar 40.000 MW en el año 2020 en la Unión Europea, lo que significa producir el 3 por ciento de la generación eléctrica total prevista para este año.

La energía eólica no es contaminante, no se agota y preserva el agotamiento de los combustibles fósiles, contribuyendo a evitar el cambio climático. Es una de las fuentes de energía más baratas, pudiendo competir en rentabilidad con otras fuentes energéticas tradicionales como las centrales térmicas de carbón, las centrales de combustible e incluso la energía nuclear, si se consideran los costes de reparar los daños medioambientales. Adicionalmente, la energía eólica es una energía autóctona, lo que resulta estratégicamente relevante ya que España importa más del 80 por ciento de sus recursos energéticos.

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 su utilización para la generación de electricidad no representa ninguna alteración sobre el suelo, ya que no produce ningún contaminante, ni tampoco vertidos o grandes movimientos de tierras.

Como desventajas se le señalan principalmente los factores estéticos o de impacto visual. El escaso peso específico del aire hace necesaria la utilización de máquinas de gran tamaño 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 intensidad baja (no superando los 50 dB a 100 metros del aerogenerador). En algunos casos, estos aparatos también pueden provocar la muerte de aves residentes y en algún caso a migratorias,

haciendo necesaria la adopción de medidas de vigilancia en situaciones meteorológicas concretas. No obstante, los numerosos estudios realizados en los parques eólicos de Tarifa arrojan resultados que indican que la incidencia de este aspecto es muy reducida (menos o igual a 0,04 aves/aerogenerador año).

En la actualidad, España es el segundo país del mundo por potencia instalada de energía eólica, detrás de Alemania. Con la potencia instalada que actualmente existe en España, se evitará la emisión a la atmósfera de 6.120.000 toneladas equivalentes de CO_2, se sustituyen 760.000 Toneladas Equivalentes de Petróleo (tep) y se proporciona la electricidad que pueden consumir 1.700.000 familias.

Así, según el informe de la Asociación Europea de Energía Eólica, la capacidad eólica en la red eléctrica europea aumentó un 35 por ciento en el año 2002. 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 y por el efecto de curva de aprendizaje de los promotores eólicos en su implantación.

La importancia de la energía eólica también es significativa en términos de empleo. 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 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.

Por último, no se debe olvidar que la industria eólica española contribuirá significativamente a la formación de capital fijo en España en los próximos años. El cumplimiento de los objetivos energéticos planteados para la energía eólica, es decir, la construcción de 8.500 MW adicionales de potencia eólica hasta alcanzar los 13.000 MW finales, requerirá un esfuerzo inversor muy importante por parte del sector, que deberá afrontar una inversión productiva acumulada de más de 7.800 millones de euros para el periodo 2003-2011. En este sentido, el sector debe disponer de un marco regulatorio estable y con los incentivos económicos necesarios que asegure una rentabilidad atractiva de los proyectos ajustada al riesgo de los mismos.

El marco legal hasta 2003 ha permitido un avance muy importante de la energía eólica en España. Los elementos básicos de este marco (La Ley 54/1997 y el R.D. 2818/98) han permitido un acceso prioritario a la red, el derecho de venta de energía y han proporcionado un sistema de primas con dos opciones; la elección de un precio fijo o la elección de un precio-pool más una prima. Este marco ha permitido que la potencia instalada en MW haya aumentado más de un 150 por ciento entre 1999 y el año 2002. En concreto, se ha pasado de una potencia instalada de 1.812 MW en 1999 a 4.526 MW en el año 2002.

Sin embargo, los objetivos planteados, tanto por parte del Gobierno español como desde la Unión Europea, exigían adaptar el marco normativo para dotarle de las condiciones necesarias que el reto de ampliación de la capacidad instalada hasta los 13.000 MW hacia el año 2011. El marco regulatorio anterior a la publicación del R.D. 436/2004 adolecía de tres limitaciones importantes:

- Elevada incertidumbre retributiva. Sin un escenario de primas crecientes, que garanticen una adecuada retribución al capital en una actividad intensiva en este factor, es improbable que el sector acometa las inversiones necesarias para cumplir con los objetivos planteados.

- Niveles retributivos insuficientes. A medida que aumenta la creación de nuevos parques, éstos se asientan sobre emplazamientos menos favorables, desde un punto de vista técnico, por lo que los costes de inversión tenderán a aumentar como consecuencia de la menor calidad relativa de los emplazamientos. Los niveles de retribución no proporcionan perspectivas de rentabilidad para aquellos parques con costes de instalación superiores.

- Excesivos procedimientos administrativos. Las regulaciones administrativas se han configurado como uno de los cuellos de botella para la ejecución de los parques, además de que incorporan mayores costes asociados a la construcción de parques.

En este sentido, y dado el reto que se tenía por delante, el sector debe ser capaz de atraer aproximadamente unos 8.000 millones de euros de inversión privada en los próximos ocho años. En un sector que se caracteriza por una alta intensidad de capital, este importante esfuerzo sólo puede ser conseguido si el marco legal cumple una serie de criterios básicos:

- Estabilidad económica y retributiva
- Rentabilidad ajustada al riesgo de la inversión
- Eficiencia en el coste de generación eólica
- Fomento de la eficacia administrativa
- Incentivos a la integración en la red y en el mercado.

El Gobierno promulgó el R.D. 436/2004[18] a finales de marzo de 2004 en un intento de sentar las bases necesarias para el desarrollo de la energía eólica en nuestro país.

En relación con el régimen retributivo que ofrece el nuevo régimen jurídico, se ofrecen dos opciones en el artículo 22:

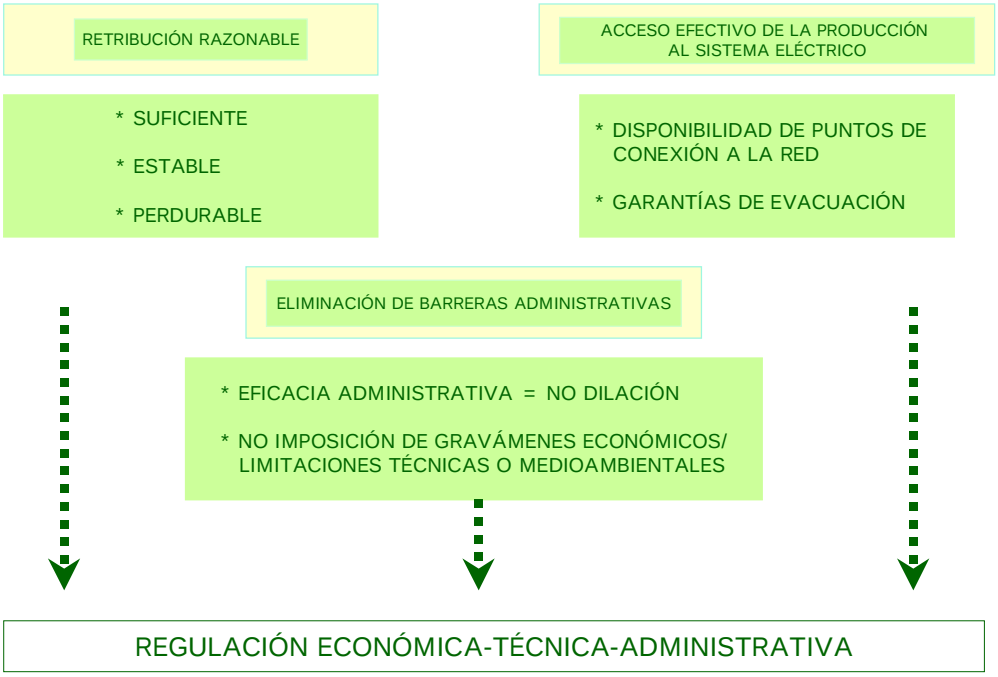
a) A través de un precio de venta en forma de tarifa regulada. Según el artículo 23, en su apartado 2º, para las instalaciones eólicas, se establece un porcentaje de la tarifa media de referencia (TMR) que se sitúa en una banda de entre el 80 y el 90 por ciento de esta TMR. Más concretamente, se define una retribución por este sistema de un 90 por ciento de la tarifa media de referencia para los cinco primeros años, el 85 por ciento de la TMR para los 10 años siguientes y del 80 por ciento de la TMR para el resto de años del proyecto.

b) A través de la participación en el mercado, bajo la utilización del sistema de ofertas o cualquier otro sistema admitido. Para aquellos titulares de instalaciones que prefieran participar en el mercado, el R.D. contempla un esquema retributivo como el siguiente: un precio estimado de un 50 por ciento de la TMR, una prima del 50 por ciento de la TMR, más un incentivo económico por participación en el mercado del 10 por ciento de la TMR.

---

18 R.D. 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

Claves en el desarrollo de la generación eléctrica de origen eólico



FUENTE: *Analistas Económicos de Andalucía.*

Sobre este marco general, se han previsto una serie de complementos en función de una serie de circunstancias particulares:

c) Complemento por energía reactiva. Como establece el artículo 26 del R.D., este complemento será de aplicación a las instalaciones de producción en régimen especial, independientemente de la opción de venta establecida en el artículo 22, a las ampliaciones de instalaciones acogidas al R.D. 2366/94 y R.D. 2818/98, y para las instalaciones que acogidas al R.D. 2366/94 y R.D. 2818/98l opten por negociar su energía en el mercado. El porcentaje queda establecido en el anexo V de la norma.

d) Complemento por huecos de tensión. Se ha especificado un complemento del 5 por ciento sobre la TMR para aquellas instalaciones que cuenten con los equipos necesarios para contribuir a la continuidad del suministro frente a huecos de tensión. Se ha fijado un derecho a percibirlo de cuatro años.

e) Costes por desvíos. A aquellas instalaciones de potencia superior a 10 MW que se hayan acogido a la modalidad de precio de venta sobre la base de tarifa regulada, se les repercutirá un coste de desvío en caso de tener que comunicar sus previsiones de excedentes. Este coste se calculará de la siguiente forma; será del 10 por ciento del resultado de multiplicar la TMR de cada año por la suma de todos los desvíos de dicho mes que hayan excedido una tolerancia del 20 por ciento respecto a su previsión.

f) Coste de predicción. Adicionalmente se ha previsto un coste para el servicio de predicción de aproximadamente 0,9 euros por MWh.

g) La tarifa media de referencia (TMR) queda fijada en el R.D. en 72,072 €/MWh.

En resumen, puede decirse que el R.D. 436/2004 ha actualizado, sistematizado y refundido el conjunto de normas anteriores sobre la producción de energía en régimen especial ha llevado a cabo una clasificación por grupos de los productores; ha especificado los procedimientos de autorización de las condiciones de entrega y conexión a la red que venían establecidas en el R.D. 2818/98 y, ha desarrollado los criterios para la participación en el mercado y la comercialización que venía previstas en los R.D. 841/2002 y en R.D.L. 6/2000.

Por lo que se refiere al marco retributivo, ha logrado que los incentivos económicos sean más seguros y predecibles. Define el sistema de remuneración durante la vida de las instalaciones mediante la indización a la tarifa media de referencia. Estos elementos contribuirán, de forma decisiva, a un menor coste de financiación de los proyectos y garantizará la sostenibilidad económica de los proyectos.

Así mismo se han añadido mecanismos para mejorar la calidad de la energía ofrecida. Se tratan aspectos como la emisión de programas de funcionamiento, se establecen incentivos por la participación de los productores en el mercado y para proveer servicios complementarios como por ejemplo el control de la tensión o para soportar huecos de tensión. En este sentido, la nueva norma introduce elementos que garantizan una cierta sostenibilidad técnica.

En definitiva, el R.D. 436/2004 aporta al sector:

- Una mayor estabilidad y predictibilidad de las inversiones eólicas
- Introduce incentivos para que los parques se orienten a la mejora de la gestión técnica del sistema y a reducir los desvíos.
- Permite hacer rentables los parques marginales a partir de las 2.200 horas al año, lo que supone una reducción de 150 horas/año sobre el umbral de rentabilidad actual.

*1.4. **La estrategia andaluza contra el cambio climático***

1.4.1. Introducción

La estrategia andaluza contra el cambio climático[19] descansa en las siguientes actuaciones o líneas generales de actuación, dentro del papel de la Junta de Andalucía como miembro del Pleno del Consejo Nacional del Clima y de la Comisión Permanente encargada de elaborar la Estrategia Española ante el Cambio Climático:

- Aprobación de los PLEAN 1995-2000 y PLEAN 2003-2006
- Plan de Fomento de las Energías Renovables, con el objetivo de que alcancen el 15 por ciento de participación en el consumo de energía primaria consumida hacia el 2010.

---

19 Vid. Acuerdo de 3 de septiembre de 2002, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba la adopción de una estrategia autonómica ante el cambio climático. BOJA 113/2002, de 26 de septiembre.

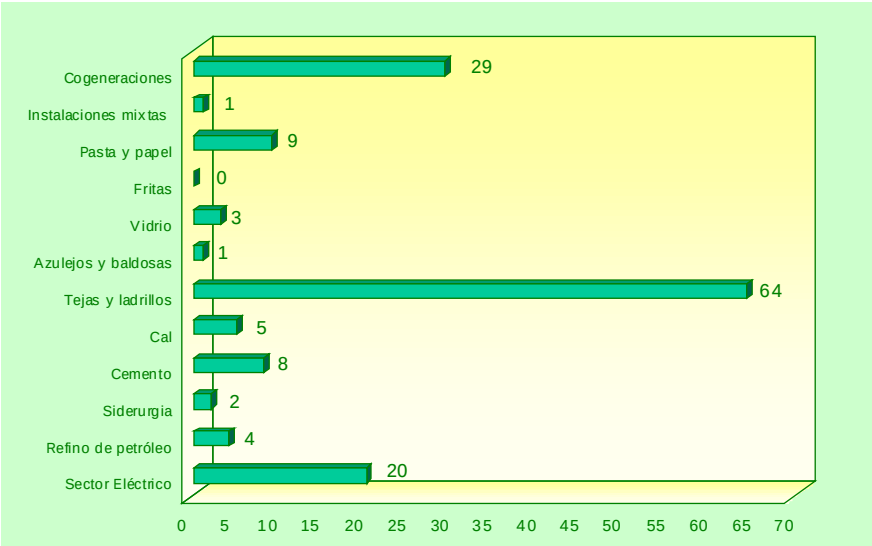
- Estrategia de Eficiencia Energética en los sectores de la industria, transporte y servicios, que permita un ahorro de 1549,6 ktep.
- Mejora de la infraestructura de generación, transporte y distribución de la energía eléctrica.
- Mejora de la distribución gasista en Andalucía.

1.4.2. La reducción de los derechos de emisión en Andalucía

El 6 de septiembre se aprobó el R.D. 1866/2004 en el que se establecía el Plan Nacional de asignación de derechos de emisión, 2005-2007, según el mandato de la Unión Europea.

La Junta de Andalucía, a través de la Consejería de Medio Ambiente, dado que el plazo máximo para la asignación de los derechos por instalación expira el próximo 31 de diciembre, ha creado una oficina de asesoramiento a las empresas andaluzas afectadas por dicha normativa. Se trata de ayudar a estas empresas a formular sus solicitudes de derechos de emisión para que sean autorizadas a la emisión de gases. Esta solicitud se dirigirá a la Administración central que es la que finalmente asigna el cupo de emisiones por instalación, previa acreditación de haber cursado la oportuna autorización a través de la Junta de Andalucía.

Gráfico 1.3
Instalaciones afectadas en Andalucía, por sectores
(Nº de empresas)



Fuente: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, y de Medio Ambiente.

La lista de instalaciones afectadas se encuentra publicada en el PNA de España. Por lo que respecta a las instalaciones radicadas en Andalucía, afecta a 146 instalaciones, de las cuales, el 43,8 por ciento se destinan a la fabricación de ladrillos y tejas, un 19,9 por ciento se clasifican como instalaciones de cogeneración y, un 13,7 por ciento se enmarcan en la actividad de generación eléctrica. No obstante, en función de los derechos asignados en el período 2005-2007, es el sector eléctrico el que tiene una mayor cuota, 47,9 millones de tCO_2, el 53,9 por ciento del total asignado en el período, seguido de las cementaras (15,4 por ciento) y el refino de petróleo (11,4 por ciento). Por su parte, el subsector de tejas y ladrillos, el más numeroso en cuanto a instalaciones afectadas, apenas tiene asignado el 3,2 por ciento de los derechos de emisión del período en Andalucía.

Cuadro 1
Propuesta de asignación de emisiones en Andalucía
(Toneladas de CO_2)

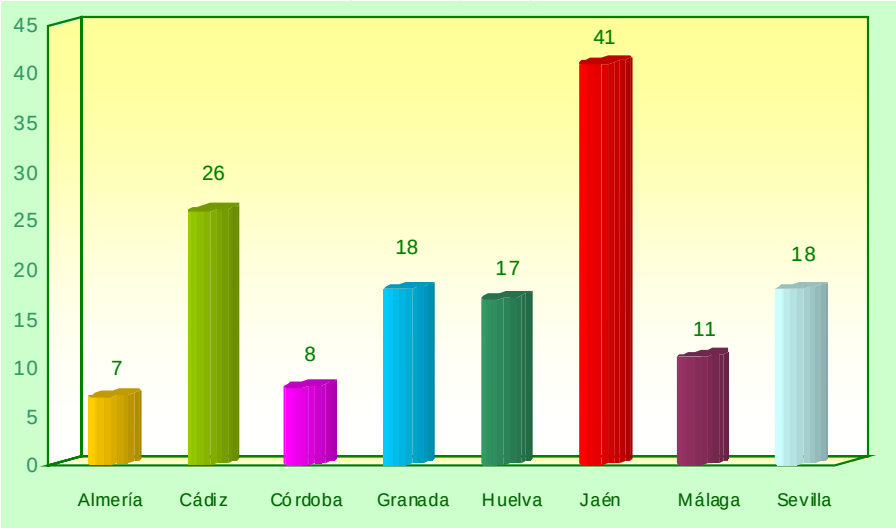
	Instalaciones	2005	2.006	2.007	Total
Sector Eléctrico	20	16.494.428	15.963.713	15.500.152	47.958.293
Refino de petróleo	4	3.505.572	3.505.572	3.505.572	10.516.716
Siderurgia	2	383.228	383.228	383.228	1.149.684
Cemento	8	4.705.548	4.705.548	4.705.548	14.116.644
Cal	5	475.764	475.764	475.764	1.427.292
Tejas y ladrillos	64	987.397	987.397	987.397	2.962.191
Azulejos y baldosas	1	9.360	9.360	9.360	28.080
Vidrio	3	212.280	212.280	212.280	636.840
Fritas	0	0	0	0	0
Pasta y papel	9	801.997	801.997	801.997	2.405.991
Instalaciones mixtas Anexo I	1	1.230.000	1.230.000	1.230.000	3.690.000
TOTAL ANEXO I	*117*	*28.805.574*	*28.274.859*	*27.811.298*	*84.891.731*
Cogeneraciones no Anexo I	29	1.822.208	1.859.151	1.859.151	5.540.510
Instalaciones mixtas no Anexo I	0	0	0	0	0
TOTAL NO ANEXO I	*29*	*1.822.208*	*1.859.151*	*1.859.151*	*5.540.510*
TOTALES	*146*	*30.627.782*	*30.134.010*	*29.670.449*	*90.432.241*

Fuente: Plan Nacional de Asignación de Derechos de Emisión (R.D.1866/2004 de 6 de septiembre).

En cuanto a la distribución provincial, la de Jaén con 41 instalaciones, el 28,1 por ciento del total regional, es la más afectada, debido a la importancia que el subsector de tejas y ladrillos tiene en esta provincia, le sigue Cádiz, con el 17,8 por ciento de las instalaciones, siendo mayoritarias en este

caso las encuadradas en el sector eléctrico. Por su parte, las provincias de Almería (4,8 por ciento) y Córdoba (5,5 por ciento) son las que tienen un menor número de instalaciones afectadas.

Gráfico 1.4
Instalaciones afectadas en Andalucía, por provincias
(Nº de empresas)



Fuente: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, y de Medio Ambiente.

1.4.3. El Plan Energético de Andalucía 2003-2006

Cuando a principios del año 1995 se publica el Plan Energético de Andalucía (PLEAN), la Junta apuesta por conseguir en Andalucía un sistema energético que, satisfaciendo las necesidades energéticas de los ciudadanos, tanto en cantidad como en calidad, mantuviese las condiciones del entorno físico en una situación que permitiera la vida y otras actividades a las generaciones futuras.

En esta línea, el primer PLEAN marcó unos objetivos de actuación que han ido precisamente a paliar los déficit existentes. Estos objetivos eran:

- La consecución de una concienciación ciudadana para lograr pautas de ahorro energético.

- Mejora de la eficiencia energética, tanto en sistemas de producción, como en los de transporte y consumo.
- Aprovechamiento al máximo de las fuentes de energía autóctonas, sobre todo las renovables, aisladas o a través de sistemas mixtos con las convencionales.
- Elaboración y exigencia de cumplimiento de una adecuada legislación y normativa que limite el impacto ambiental del uso de la energía.

El PLEAN 1995-2000 dibujaba cuatro grandes líneas de actuación:

- Infraestructura eléctrica.
- Infraestructura gasista
- Fomento de las energías renovables
- Racionalización energética

La ejecución de este PLEAN ha mejorado la situación energética de Andalucía. Se ha conseguido ocupar el primer puesto en España en instalación de paneles solares térmicos a baja temperatura (casi la mitad de los colectores solares instalados en España en el periodo 1995-2000 lo fueron en Andalucía), así como en energía solar fotovoltaica y en biomasa. Asimismo, en equipos de cogeneración, Andalucía ocupa un lugar privilegiado dentro del panorama nacional, destacando el importante crecimiento de la infraestructura eléctrica gasista de la región en estos años.

Todo lo anterior ha supuesto que Andalucía haya acortado significativamente sus ratios energéticos con respecto a la media nacional. En el periodo 1995-2000, el consumo de energía primaria per cápita a escala nacional se incrementó el 27,1 por ciento, siendo este crecimiento en Andalucía del 23,6 por ciento. Por lo que se refiere a la intensidad energética primaria, Andalucía, que cuenta con 226,2 tep/millones de euros, consume una menor cantidad de energía primaria por unidad de producción que la media nacional (235,5 tep/millones de euros).

En términos de calidad de suministro eléctrico, éste mejoró sustancialmente en el periodo de vigencia del anterior PLEAN. Así, el tiempo de interrupción de la Potencia Instalada en media tensión en Andalucía pasó de 4,35 horas en 1994 a 3,2 horas en 1999, valor muy cercano al de la media

nacional, que en este último año fue de 3,1 horas. Además de la mejora de este indicador, se modernizaron las instalaciones de unos 100.000 habitantes con la estandarización del suministro eléctrico a 380/220V y se amplió y mejoró la electrificación de las zonas rurales y de incipiente desarrollo económico.

El nuevo PLEAN 2003-2006 pretende seguir avanzando en el gran objetivo planteado en el primer plan energético de Andalucía; conseguir un sistema energético andaluz más racional, más controlado, diversificado, renovable y respetuoso con el medio ambiente.

En este sentido, el nuevo PLEAN pretende ser coherente con los siguientes criterios:

- Suficiencia y justo socialmente. Procurando que las diversas formas de energía lleguen en cantidad y calidad a todo el territorio andaluz; fomentando el acceso en condiciones ventajosas a usuarios de baja renta e igualando los niveles de calidad energética entre las distintas zonas y provincias andaluzas.

- Respetuoso con el medio ambiente. Haciendo que los sistemas de generación eléctrica (cogeneración, energías renovables y ciclos combinados) sean más limpios y eficientes; fomentando el ahorro y la eficiencia energética.

- Eficiencia. Mediante la reducción de la ratio unidad de energía final/consumo de energía primaria, por medio de sistemas de cogeneración y de la instalación de ciclos combinados a gas natural; diseñando políticas de ahorro y eficiencia energética por el lado de la demanda (consumidores finales).

- Mayor diversificación. A través del fomento de las energías renovables y potenciando el consumo de gas natural como alternativa al uso de otros combustibles fósiles.

- Mayor estabilidad. Mediante la distribución de la infraestructura energética por toda la Comunidad andaluza.

- Mayor autonomía. Procurando la sustitución de combustibles fósiles autóctonos frente a los de importación.

La energía eólica en el PLEAN 2003-2006

Dentro de los objetivos que se ha marcado el Gobierno español y el andaluz ante los compromisos derivados de la firma y ratificación del Protocolo de Kyoto, una de las líneas de actuación que ha adquirido mayor protagonismo es la de la promoción de las energías renovables[20].

De acuerdo con lo anterior, el objetivo básico que se marca el PLEAN 2003-2006 para el sector de las energías renovables es la consecución de que el 15 por ciento del total de la energía demandada por los andaluces en el año 2010 tenga su origen en fuentes renovables, consiguiendo que en el año 2006 se haya alcanzado un porcentaje significativo de este objetivo.

¿Cuál es el papel de la energía eólica dentro de los objetivos marcados para el conjunto de las energías renovables?. El PLEAN contempla un escenario de progreso de la energía eólica en nuestra comunidad desde 705 MW instalados en 2003 a unos 2.700 MW para el 2006, con el objetivo final de alcanzar los 4.000 MW de capacidad instalada para 2010.

El Plan contempla, dentro de sus previsiones, las solicitudes actualmente en curso que se concentran en cuatro zonas concretas: Tarifa, La Janda, Antequera-Guadalteba y la zona de Hueneja-Guadix. Las previsiones no contemplan las soluciones de tipo off-shore actualmente en estudio, y que presentan un notabilísimo potencial.

---

20 La Unión Europea está llevando a cabo una apuesta fuerte por estas fuentes de energía renovables como queda reflejado en el Libro Verde "Energía para el futuro: fuentes de energía renovables" y en el Libro Blanco "Una política energética para la UE". También en el Libro Verde "Hacia una estrategia europea de seguridad en el abastecimiento energético" se asume la idea de que la Unión no puede permitirse el lujo de desaprovechar los recursos renovables como medio para aumentar el autoabastecimiento y la diversificación energética.

La Junta ha dotado a este PLEAN con una inversión de 6.012,68 millones de euros de inversión global, donde las energías renovables acaparan el 46,1 por ciento de dicha inversión. Para la energía eólica se contempla un total acumulado para el periodo 2001-2006 de 2.034,03 millones de euros. En estas necesidades de inversión, el sector público va a representar apenas un 0,2 por ciento del total y es del sector privado de quien va a depender el cumplimiento de los objetivos planteados.

*1.5. **Conclusiones***

El compromiso resultante para España de la ratificación del Protocolo de Kyoto se concreta en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero hasta situarlas en el periodo 2008-2012 en un 15 por ciento por encima de las emisiones de estos gases en 1990.

Durante el periodo 1990-2003, las emisiones en España han sufrido un gran aumento, directamente ligado al crecimiento de la economía durante el mismo periodo. Un crecimiento del PIB superior al 30 por ciento y del consumo de energía primaria próxima al 50 por ciento, ha tenido su reflejo en el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero.

En este sentido, la estrategia española en la lucha contra el cambio climático se ha apoyado en tres pilares básicos; la participación en el mercado de derechos de emisión; la búsqueda de una mayor eficiencia energética; y la promoción de las energías renovables.

Dentro del ámbito de las energías renovables, la eólica, por sus especiales características y por la idoneidad geográfica que presenta nuestro país, es la energía renovable que presenta los mayores potenciales de crecimiento para los próximos años. A pesar de que el sector de la energía eólica se muestra como uno de los más dinámicos de la economía española, la disposición de un marco legal y, en especial, de un marco retributivo predecible y suficiente resulta imprescindible para garantizar que la iniciativa privada allegue los recursos financieros que se necesitan para cumplir con los objetivos de alcanzar los 13.000 MW de potencia instalada para el 2011.

En resumen, puede decirse que el R.D. 436/2004 ha actualizado, sistematizado y refundido el conjunto de normas anteriores sobre la producción de energía en régimen especial, ha llevado a cabo

una clasificación por grupos de los productores; ha especificado los procedimientos de autorización de las condiciones de entrega y conexión a la red que venían establecidas en el R.D. 2818/98 y ha desarrollado los criterios para la participación en el mercado y la comercialización que venía previstas en los R.D. 841/2002 y en R.D.L. 6/2000.

Por lo que se refiere al marco retributivo, ha logrado que los incentivos económicos sean más seguros y predecibles. Define el sistema de remuneración durante la vida de las instalaciones mediante la indización a la tarifa media de referencia. Estos elementos contribuirán, de forma decisiva, a un menor coste de financiación de los proyectos y garantizará la sostenibilidad económica de los proyectos.

Asimismo, se han añadido mecanismos para mejorar la calidad de la energía ofrecida. Se tratan aspectos como la emisión de programas de funcionamiento, se establecen incentivos por la participación de los productores en el mercado y para proveer servicios complementarios, como por ejemplo el control de la tensión o para soportar huecos de tensión. En este sentido, la nueva norma introduce elementos que garantizan una cierta sostenibilidad técnica.

En definitiva, *el R.D. 436/2004 aporta al sector:*

- Una mayor estabilidad y predictibilidad de las inversiones eólicas

- Introduce incentivos para que los parques se orienten a la mejora de la gestión técnica del sistema y a reducir los desvíos.

Permite hacer rentables los parques marginales a partir de las 2.200 horas al año, lo que supone una reducción de 150 horas/año sobre el umbral de rentabilidad actual. En este sentido, el R.D. 436/2004 parece que cubre razonablemente las expectativas de los promotores privados y garantiza, si se evitan cuellos de botella administrativos, el desarrollo de nuevas iniciativas.

Andalucía, por su especial orografía, también es un territorio que puede beneficiarse, desde el punto de vista económico, por el desarrollo de la energía eólica. En esta línea, el nuevo PLEAN 2003-

2006 sienta las bases para que la iniciativa privada permita alcanzar los objetivos planteados, desde el ámbito de la energía eólica, para todo el conjunto de las energías renovables en Andalucía: aumentar su participación hasta el 15 por ciento del consumo de energía primaria.

CAPÍTULO 2

LAS ENERGÍAS RENOVABLES:
SITUACIÓN Y HORIZONTE 2010
ASPECTOS DIFERENCIALES CON EL SECTOR EÓLICO

2. LAS ENERGÍAS RENOVABLES: SITUACIÓN Y HORIZONTE 2010. ASPECTOS DIFERENCIALES CON EL SECTOR EÓLICO

2.1. La apuesta por las energías renovables: Medioambiente y eficiencia energética

La concienciación medioambiental en la que se encuentran inmersos la gran mayoría de los países desarrollados y, en especial, la Unión Europea, ha ido estableciendo hitos que ayuden a usar y gestionar racionalmente los recursos naturales en el presente preservándolos para generaciones futuras, es decir, marcar las pautas que permitan que el crecimiento económico y humano sea sostenible. Fruto de esta concienciación la Comisión Europea fijó, en 1997, que el 12 por ciento del consumo bruto de energía debe proceder de fuentes renovables en 2010. Junto a esta medida, la UE, se ha comprometido a reducir, para el período 2008-2012, las emisiones a la atmósfera de gases efecto invernadero un 8 por ciento respecto de los niveles emitidos en 1990, acuerdo enmarcado en el Protocolo de Kyoto.

La razón de estos compromisos se deriva de los efectos que sobre el medioambiente están teniendo las actividades humanas. Uno de los problemas más acuciantes es el calentamiento global de la atmósfera por el llamado efecto invernadero. Una concentración excesiva de estos gases a causa de las emisiones producidas por la industria y agricultura (dióxido de carbono, metano, clorofluorocarbonos, etc.), colaboran en el aumento de la temperatura global, al exceder el nivel de gases necesarios para mantener la temperatura reflejada por la superficie terrestre. La emisión de gases invernadero a la atmósfera acentúa los cambios que se están produciendo actualmente en su composición, favoreciendo el calentamiento del clima. Actualmente el calentamiento está dentro de los niveles de fluctuaciones pasadas, pero la acción humana está influenciando en esos parámetros, por lo que en el futuro podrían superarse los límites aceptables.

Junto al calentamiento global se están produciendo otros efectos de gran relevancia, como es el caso de la pérdida paulatina del espesor de la capa de ozono de la estratosfera. La capa atmosférica que contiene este gas, situado en la atmósfera, forma un escudo protector sobre la tierra, al reducir la penetración de los rayos solares de onda corta o ultravioleta. Sin esta capa protectora la vida sobre la tierra se hace imposible, pero está siendo reducida a causa de las actividades humanas, especialmente

las emisiones de los llamados clorofluorocarbonos (CFC) que reaccionan con el ozono y convierten a éste en otro estado diferente incapaz de retener las emisiones ultravioleta.

Otros problemas medioambientales de relevancia se producen en la propia biosfera con daños irreparables a la biodiversidad, suelos y medio acuático originados por las actividades industriales, agrícolas y ganaderas, y también por la propia actividad urbana.

Con el propósito de contribuir a los compromisos de Kyoto, la Unión Europea se ha propuesto que la participación de las energías renovables en el consumo de energía primaria se sitúe en torno al 12 por ciento en 2010. Esto supondría casi cuadruplicar el consumo eléctrico proveniente de las fuentes de energía renovables en un período de 10 años. Entre los miembros de la UE, los que se fijan unos objetivos más ambiciosos en la Directiva Comunitaria son Dinamarca que sitúa en el 29 por ciento el objetivo de consumo de energía proveniente de renovables, seguidos de Austria, Finlandia y Portugal con valores en torno al 21 por ciento.

Cuadro 2.1
Reducción de emisiones y objetivos Energías Renovables
(Porcentajes)

	Emisiones EI 1990	EI acordado	Consumo eléctrico ER	Objetivo ER
Alemania	27,7	-21	2,4	10,3
Austria	1,7	-13	10,7	21,1
Bélgica	3,2	-7,5	0,9	5,8
Dinamarca	1,7	-21	8,7	29
España	7	15	3,6	17,5
Finlandia	1,7	0	10,4	21,7
Francia	14,7	0	2,2	8,9
Grecia	2,4	25	0,4	14,5
Holanda	4,8	-6	3,5	12
Irlanda	1,3	13	1,1	11,7
Italia	12,5	-6,5	4,5	14,9
Luxemburgo	0,3	-28	2,1	5,7
Portugal	1,6	27	4,8	21,5
Reino Unido	17,9	-12,5	0,9	9,3
Suecia	1,6	4	5,1	15,7
UE	100,1	-8	3,2	12,5

Nota: Efecto Invernadero (EI), Energías Renovables (ER)
Fuente: Manual de Energía Eólica

El compromiso de lograr el 12 por ciento del consumo de energía primaria con fuentes renovables ha sido asumido tanto por España como por Andalucía, en el caso de esta última a través del Plan Energético de Andalucía 2003-2006 (PLEAN) en el que se plantea la posibilidad de que el 15 por ciento de la energía total demandada en Andalucía en 2010 tenga su origen en fuentes renovables.

El PLEAN incorpora la esencia del protocolo de Kyoto propugnando el desarrollo sostenible sin olvidar los objetivos de limitación y reducción de emisiones de gases causantes del efecto invernadero, es decir, un 8 por ciento menos para el conjunto de la UE y la posibilidad de incrementar un 15 por ciento las emisiones en España. En este último caso, hay que señalar que el límite previsto para España ya se ha superado, se estima que se han incrementado en un 23 por ciento, lo que implica que para el horizonte 2010 nos encontramos en una situación de reducción obligada de emisiones.

El problema de las emisiones se encuentra estrechamente ligado al problema del consumo de energía, de tal forma que en el futuro resultará imposible controlar las emisiones si no se consigue, al tiempo que se fomentan las renovables, reducir la demanda energética. En este sentido, el Ministerio de Economía y Hacienda estima que para 2010 los consumos de energía primaria se situarán en torno a 168 millones de toneladas equivalentes de petróleo (Mtep), un 25 por ciento más que las previsiones que se manejaban anteriormente.

Así pues, los objetivos asumidos por las distintas Administraciones en relación con el protocolo de Kyoto estarán vinculados a la capacidad para incrementar la eficiencia energética tanto desde la óptica de la producción como desde el consumo. Para ello, será necesario intensificar las actividades de investigación y desarrollo en renovables con el propósito de reducir los costes de producción de energía y hacerla competitiva frente a otros modos de producción y, mejorar la incorporación al sistema eléctrico de la energía obtenida por fuentes renovables. En cualquier caso, es necesario recordar que, en el último Congreso Mundial de la Energía celebrado en Sydney en septiembre de 2004, los expertos han vaticinado que las reservas de Petróleo y Gas se agotarán en 50 y 60 años, respectivamente, por lo que sin renovables, no habrá desarrollo y crecimiento económico en un plazo relativamente cercano.

La visión de la eficiencia energética desde el lado del ahorro ha tenido poca relevancia a lo largo del siglo XX, lo que ha permitido un crecimiento desmesurado del consumo eléctrico en la segunda mitad de este siglo, propiciado, entre otros factores por el crecimiento económico registrado a nivel mundial. Es por ello, que los esfuerzos realizados en producir energía más eficientemente y en los que se han alcanzado niveles tecnológicos muy altos, no son suficientes.

A las energías renovables, el Plan de Fomento, por su carácter estratégico, les otorga un tratamiento singularizado basándose en el carácter autóctono de éstas, en la disminución sustancial de impactos medioambientales que su uso conlleva, en el equilibrio que representa desde la óptica de la dependencia energética y en la mejora de infraestructuras para potenciar un desarrollo futuro sostenible. En España, el Plan Energético Nacional 1991-2000 introduce de forma explícita medidas para el ahorro y eficiencia energética.

Cuadro 2.2
Emisiones evitadas de CO_2 en generación eléctrica por fuentes renovables, 2010
(Toneladas)

	Emisiones evitadas frente a generación por carbón		Emisiones evitadas frente a generación por CC a gas natural	
	Toneladas	Porcentaje s/total	Toneladas	Porcentaje s/total
Minihidráulica (< 10 MW)	2.180.664	6,0	879.408	6,0
Hidráulica (10 a 50 MW)	683.900	1,9	275.800	1,9
Eólica	19.086.672	52,2	7.697.184	52,9
Biomasa	12.515.370	34,2	5.047.140	34,7
Biogás	533.442	1,5	215.124	1,5
Solar fotovoltaica	175.277	0,5	74.709	0,5
Solar Termoeléctrica	448.334	1,2	180.802	1,2
Residuos sólidos	924.836	2,5	190.259	1,3
Total eléctrica	36.548.495	100,0	14.560.426	100,0
Emisiones evitadas de CO_2 por fuentes renovables s/ emisiones energéticas en 1990 (%)	20,0		10,4	

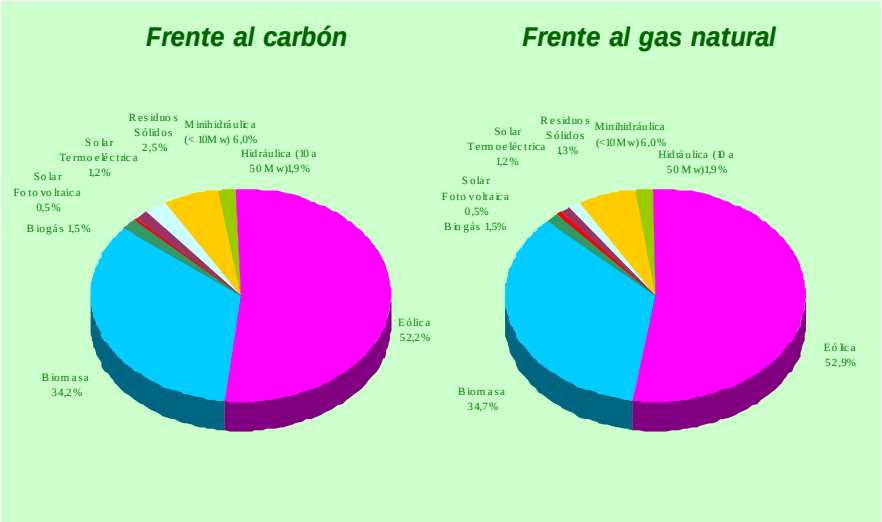
Nota: Ciclo Combinado (CC)
Fuente: Plan de Fomento de las Energías Renovables en España, I.D.A.E.

El último plan en vigor, "Planificación de los sectores de electricidad y gas. Desarrollo de las redes de transporte 2002-2011", plantea la necesidad de elaborar un plan tanto en términos de producción como de consumo. La estrategia elaborada, en términos de eficiencia energética, por la Secretaria de Estado de Energía tiene por objeto reducir los índices de intensidad primaria (cociente

entre consumo de energía primaria y PIB) en un 7,2 por ciento, consiguiendo, de esta forma, en torno a 15,6 Mtep de ahorro anual a partir de 2012, lo que representa una reducción de unos 42 millones de toneladas de CO_2 anuales a partir de esta fecha. Para el período 2004-2012 los ahorros acumulados se estiman en 41.989 ktep en energía final y 69.950 ktep en energía primaria, lo que se traduce en 190 millones de toneladas menos de emisiones de CO_2 en todo el período.

La conveniencia de alcanzar los objetivos de ahorro planteados por la autoridad energética es irrenunciable, debido a que la actual tendencia de consumo compromete la seguridad del abastecimiento energético y los compromisos del protocolo de Kyoto. En consecuencia, es necesario que los modelos energéticos incluyan el consumo eficiente y responsable de la energía desde todos los sectores económicos.

Gráfico 2.1
Emisiones evitadas en 2010 por tecnologías



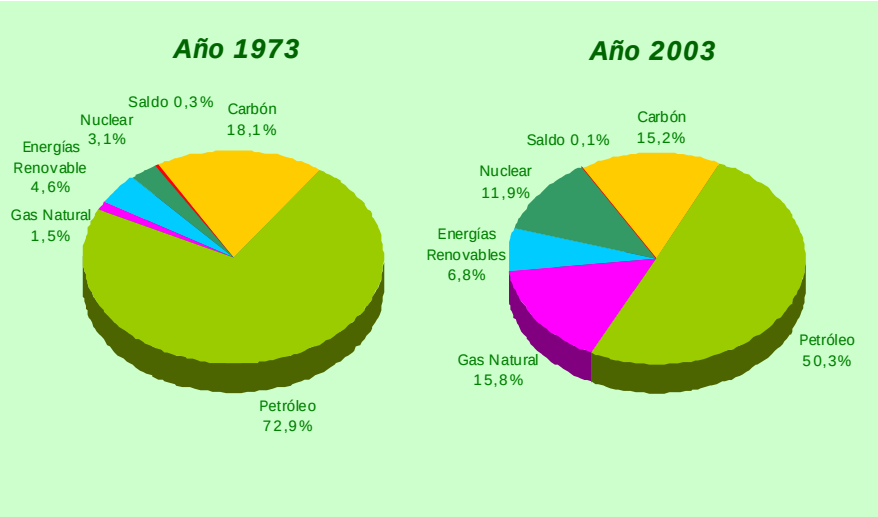
Fuente: Plan de Fomento de las Energías Renovables en España, IDAE

Los impactos negativos que la transformación y el aprovechamiento de la energía producen han sido suficientemente documentados por la literatura científica, siendo responsables del 75 por ciento de las emisiones que contribuyen al efecto invernadero, lo que abunda aún más en la necesidad del uso generalizado de tecnologías limpias. Examinando el cuadro adjunto se constata el relevante papel que la biomasa y la eólica tendrán en la reducción de emisiones de CO_2 a la atmósfera, muy

especialmente si la generación se realiza con carbón. En concreto, el ahorro en emisiones en 2010, según la estimación del IDAE, ascendería a más de 36 millones de toneladas de CO_2, de las cuales más de la mitad (52,2 por ciento) se conseguirían merced a la energía eólica, en torno a un tercio (34,2 por ciento) a través de la biomasa, un 7,9 por ciento por medio del conjunto de la hidráulica y, para el resto, una contribución bastante más modesta que las anteriores.

Un aspecto singular que valoriza la apuesta por las energías renovables radica en la aportación que éstas pueden hacer al binomio eficiencia-dependencia energética. Según la estadística de la Dirección General de Política Energética y Minas del Ministerio de Economía el consumo de energía primaria procedente de renovables representó, en 2003, el 6,8 por ciento del total (1,2 puntos más que el año anterior), frente al 4,6 por ciento (en su totalidad procedente de hidráulica) contabilizado en 1973. Aunque en términos relativos el crecimiento de las renovables ha sido escaso, 2,2 puntos porcentuales en 30 años, la disminución de la dependencia del petróleo para generar electricidad si ha sido muy relevante, 22,4 puntos menos, situando el consumo de energía primaria obtenido con petróleo en el 50,3 por ciento del total.

Gráfico 2.2
Consumo de energía primaria por fuentes - ESPAÑA

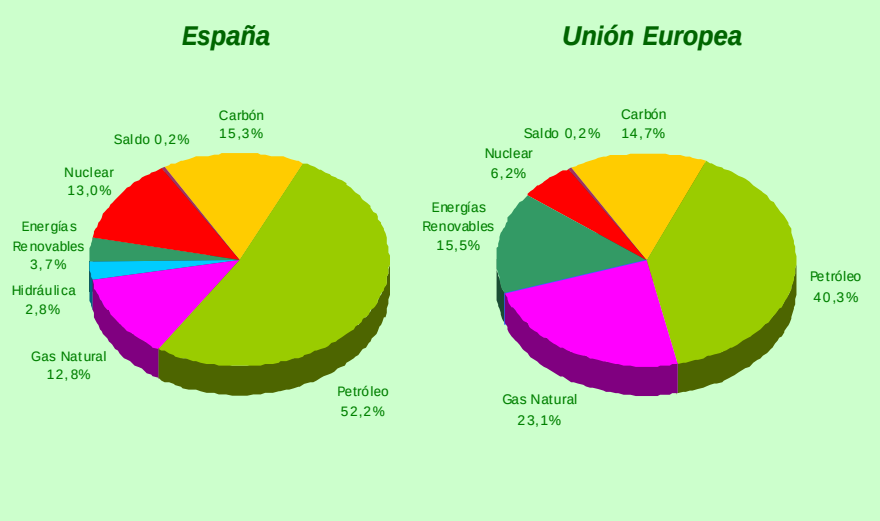


Fuente: Ministerio de Economía (Dirección General de Política y Minas- DGPEM)/IDAE.

A pesar de esta reducción, el grado de autoabastecimiento en España se ha ido reduciendo a lo largo de los años 90, pasando del 34 por ciento a principios de esta década a entorno al 22-25 por ciento en los primeros años de 2000. El objetivo para el horizonte 2012 es situar este nivel en torno al 27 por ciento. La necesidad de reducir la dependencia energética se hace más evidente observando el comportamiento del mercado del petróleo en los últimos meses de 2004, con fuertes incrementos de precios y continuos sobresaltos frente a la capacidad de mantener los niveles de producción de algunos países. Este factor es de gran relevancia respecto al comportamiento de los precios de la economía española e, igualmente, puede representar un elemento muy negativo sobre el crecimiento del PIB.

Un aspecto singular de la estructura del consumo energético en España radica en el hecho de que se va aproximando al patrón medio de la Unión Europea, si bien, todavía existe un diferencial a favor del consumo de petróleo en España (12 puntos porcentuales en 2001) que se compensa con el menor consumo de la energía primaria proveniente del gas natural.

Gráfico 2.3
Consumo de energía primaria España y UE (2001)

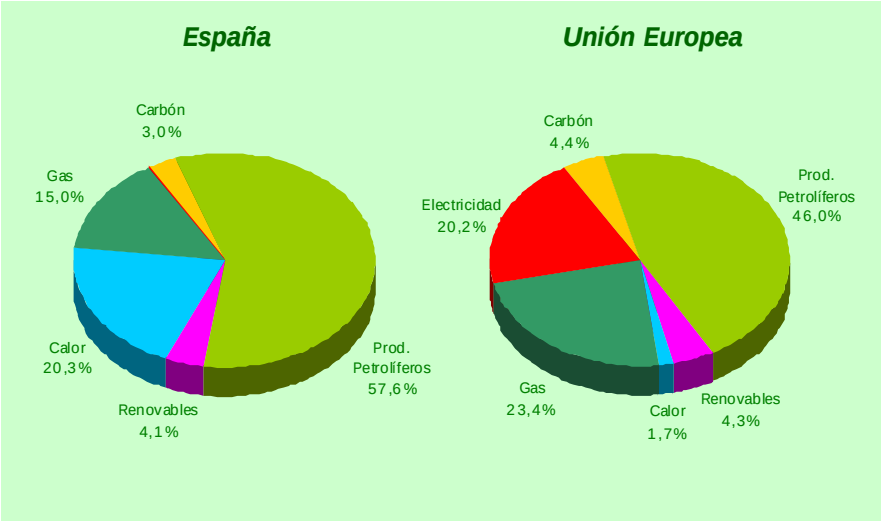


Fuente: Ministerio de Economía y Hacienda.

En síntesis, la apuesta por las energías renovables en España y Andalucía surgen de la combinación de tres factores que se encuentran vinculados entre sí, como son; el respeto y concienciación medioambiental que existen de manera generalizada en la sociedad; la necesidad de incrementar la eficiencia energética tanto desde el lado de la oferta como de la demanda para poder

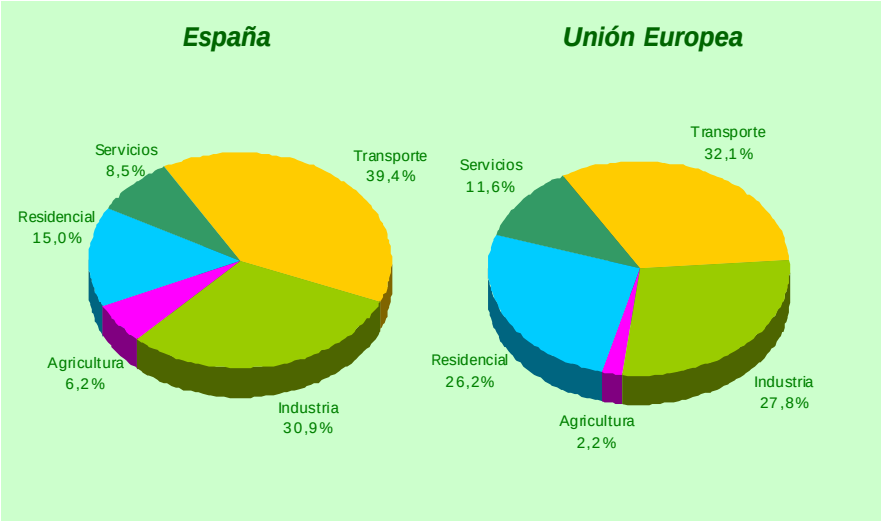
hacer compatible el desarrollo económico con las necesidades de abastecimiento energético; y por último, reducir la dependencia energética exterior y, con ello, incrementar la seguridad del suministro energético.

Gráfico 2.4
Consumo de energía final por fuentes España y UE (2001)



Fuente: Ministerio de Economía y Hacienda.

Gráfico 2.5
Consumo de energía final por sectores España y UE (2001)



Fuente: Ministerio de Economía y Hacienda.

*2.2. **Energías renovables: Ventajas e inconvenientes por tecnologías***

Las energías renovables incluyen aquellas fuentes energéticas susceptibles de ser usadas por el hombre y cuyo aprovechamiento no supone una disminución o agotamiento de los recursos utilizados. En el ámbito del Plan de Fomento, las energías y áreas técnicas que considera éste son; biomasa (materia fotosintética), de la que se aprovecha su contenido energético tanto en una primera (residuos agrícolas, forestales, etc.) como segunda (residuos transformados a biogás, biocarburantes, etc.) transformación; eólica, aprovechamiento de la energía cinética del viento; hidráulica, aprovechamiento de la energía potencial gravitatoria del agua; solar, energía electromagnética en sus diversas transformaciones térmicas y fotovoltaicas; y valorización energética de residuos urbanos (biogás, sólidos, etc.).

Las energías renovables tienen una serie de características comunes que las diferencian del resto de energías convencionales. La primera de ellas es el propio carácter renovable que las define, igualmente tienen en común el reducido impacto medio ambiental que presentan, especialmente en términos de emisiones y de generación de residuos. Por otro lado, al ser fuentes autóctonas reducen la dependencia del exterior y aumentan la seguridad en el suministro. Además, por su carácter disperso y descentralizado contribuyen al equilibrio territorial y al desarrollo de las zonas rurales.

La energía hidráulica es una energía limpia y renovables, no emite gases efecto invernadero y no consume agua, ésta perdura mientras permanece el ciclo del agua. Desde la perspectiva tecnológica tiene un alto grado de madurez, es simple, de alta eficiencia, de rápida puesta en marcha y de gran robustez. Como inconvenientes se observan las irregularidades en el ciclo del agua, el fuerte impacto ambiental de las presas que se construyen y lo elevado de la inversión inicial para construir la central hidráulica, si bien, el coste variable de explotación es reducido.

La energía eólica (profundizaremos en ella en el capítulo siguiente) es una energía que no contamina y con un impacto ambiental bajo, siendo el viento un recurso inagotable. Desde la óptica tecnológica el grado de madurez es medio-alto, permite rapidez y facilidad en las instalaciones, y pueden compatibilizarse otras actividades en el torno de éstas. Junto a estos aspectos de la tecnología se ha conseguido reducir los costes de inversión de forma sustancial en la última década, lo que la

convierte en una alternativa energética competitiva. Los posibles inconvenientes radican en el impacto visual, y en menor medida en el acústico, sobre la flora y la fauna, y la variabilidad del viento como recurso.

La energía solar es limpia e inagotable y no produce ruido. Tecnológicamente el grado de madurez es medio, el mantenimiento de las instalaciones es reducido y se instalan con facilidad en viviendas y núcleos urbanos. Las desventajas se encuentran en la necesidad de sistemas de apoyo para complementar esta energía, el mayor coste por unidad de energía eléctrica producida respecto a otras alternativas, el alto coste de los sistemas de captación y almacenamiento, y el impacto ambiental de la elaboración de las placas.

ESQUEMA 2.1. Ventajas e Inconvenientes de las Energías Renovables

ENERGÍA HIDRÁULICA Utilización de la energía potencial del agua que a través del movimiento de una turbina lo transforma en energía mecánica o en electricidad, en el caso de que esté conectada a un generador	***VENTAJAS*** ▪ Energía renovable, limpia e inagotable ▪ No produce emisiones contaminantes (efecto invernadero) ▪ Gran rapidez en la puesta en marcha ▪ Gran capacidad de regulación de la producción eléctrica	***INCONVENIENTES*** ▪ Ciclo del agua irregular ▪ Fuerte impacto ambiental por la construcción de presas ▪ Elevada inversión inicial ▪ Inundación de terrenos fértiles, con elevado impacto sobre la flora, fauna y ser humano ▪ El aprovechamiento hídrico debe compartirse con otros usos como el riego o el consumo de agua.
ENERGÍA EÓLICA Utilización de la energía del viento para mover un aerogenerador que produce energía eléctrica	***VENTAJAS*** ▪ Energía renovable e inagotable ▪ No contamina ▪ Bajo impacto ambiental	***INCONVENIENTES*** ▪ Variabilidad de la energía del viento ▪ Impacto visual, en menor medida el acústico y sobre la fauna y la flora
ENERGÍA SOLAR Conversión de la radiación solar en energía térmica, por el calentamiento directo del objetivo, o indirecto por medio de un fluido de transporte/transformación	***VENTAJAS*** ▪ No produce ruido ▪ Energía renovable, limpia e inagotable ▪ Mínimo mantenimiento ▪ Puede integrarse fácilmente en viviendas e instalarse en centros urbanos ▪ Alto rendimiento energético	***INCONVENIENTES*** ▪ Es discontinua y aleatoria y necesita un sistema de almacenamiento y/o apoyo. ▪ Energía dispersa ▪ Alto coste de los sistemas de captación y almacenamiento de energía ▪ Impacto ambiental (placas)
ENERGÍA BIOMASA Extracción de energía (mecánica, eléctrica, calor ...) a partir de materiales orgánicos que proceden en su origen de la fotosíntesis, mediante diversos métodos: combustión y fermentación,	***VENTAJAS*** ▪ Permite la acumulación de energía y su uso en cualquier instante ▪ Posibilidad de transformarse en combustible líquido, sólido o gaseoso ▪ Disminución de las emisiones debida a los residuosanimales ▪ Fomenta la actividad rural y contribuye a la disminución de la desruralización	***INCONVENIENTES*** ▪ Distribución dispersa e irregular que dificulta su recolección, transporte y transformación ▪ Transporte de volúmenes elevados, con grandes contenidos de agua

Fuente: *Analistas Económicos de Andalucía*.

La biomasa permite la acumulación de energía para su uso en el momento que se necesita, puede convertirse en combustible gaseoso, líquido o sólido, su impacto neto de emisiones es positivo

(las plantas absorben más CO_2 del que emiten en su combustión), reduce los residuos animales y de otro tipo, y fomenta la actividad rural. Desde la óptica tecnológica el grado de madurez es avanzado, si bien, existe un amplio margen de mejora en fabricación de combustibles líquidos y en procesos de combustión. Los principales inconvenientes son la emisión de CO_2 en la combustión de la biomasa, los problemas de transporte, la baja concentración energética, y en definitiva, los elevados costes relativos para su explotación.

Para adquirir una percepción más precisa de los aspectos más relevantes de las distintas tecnologías de generación eléctrica se cuantificarán algunos de los elementos reseñados anteriormente. Para que el análisis sea más ambicioso se incluyen, también, algunas de las tecnologías convencionales, lo que va a permitir situar las ventajas de las energías renovables en el contexto general de la producción de electricidad.

Para la evaluación de los impactos ambientales se puede utilizar la metodología del ciclo de vida (Alonso et alia, 2004) que consiste en determinar los impactos de un producto, proceso o actividad a través de la consideración de todas las fases por las que transcurre. Los resultados obtenidos por el estudio "Impactos ambientales para la producción eléctrica" estiman el impacto ambiental asociado a la generación de 1 kWh mediante la asignación de ecopuntos[1] a las distintas tecnologías. Los ecopuntos evalúan la contribución de los distintos contaminantes en cada tecnología, de tal forma que a mayor número de ecopuntos mayor impacto ambiental del sistema.

El cuadro anexo muestra los principales resultados del estudio, los cuales son coincidentes con otras evaluaciones realizadas por expertos. En primer lugar, destaca el elevado impacto ambiental de los sistemas térmicos basados en combustibles fósiles que son los principales causantes del calentamiento global y de la acidificación provocado por las emisiones de contaminantes.

1 Los ecopuntos son unidades de penalización ambiental, de forma que cuántos más ecopuntos obtenga un sistema de generación de electricidad mayor será su impacto medioambiental.

Cuadro 2.3
Evaluación impactos ambientales por tecnologías
(Ecopuntos)

	Lignito	Carbón	Petróleo	Gas	Nuclear	Fotovoltaico	Eólico	Minihidráulica
Calentamiento global	135,00	109,00	97,00	95,80	2,05	15,40	2,85	0,41
Disminución capa ozono	0,32	1,95	53,10	0,86	4,12	3,66	1,61	0,05
Acidificación	920,00	265,00	261,00	30,50	3,33	97,00	3,49	0,46
Eutrofización	9,83	11,60	9,76	6,97	0,28	1,97	0,27	0,06
Metales pesados	62,90	728,00	244,00	46,60	25,00	167,00	40,70	2,58
Sustancias cancerígenas	25,70	84,30	540,00	22,10	2,05	75,70	9,99	0,76
Niebla de invierno	519,00	124,00	135,00	3,08	1,50	53,30	1,48	0,15
Niebla fotoquímica	0,49	3,05	36,90	3,47	0,32	3,03	1,25	0,06
Radiaciones ionizantes	0,02	0,05	0,02	0,00	2,19	0,12	0,01	0,00
Residuos	50,90	12,90	0,62	0,58	0,28	1,84	0,29	0,52
Radiactivos	5,28	10,60	7,11	1,34	565,00	34,90	1,83	0,32
Agotamiento recursos energéticos	5,71	5,47	13,60	55,80	65,70	7,06	0,91	0,07
Total	1.735,15	1.355,92	1.398,11	267,10	671,82	460,98	64,68	5,44

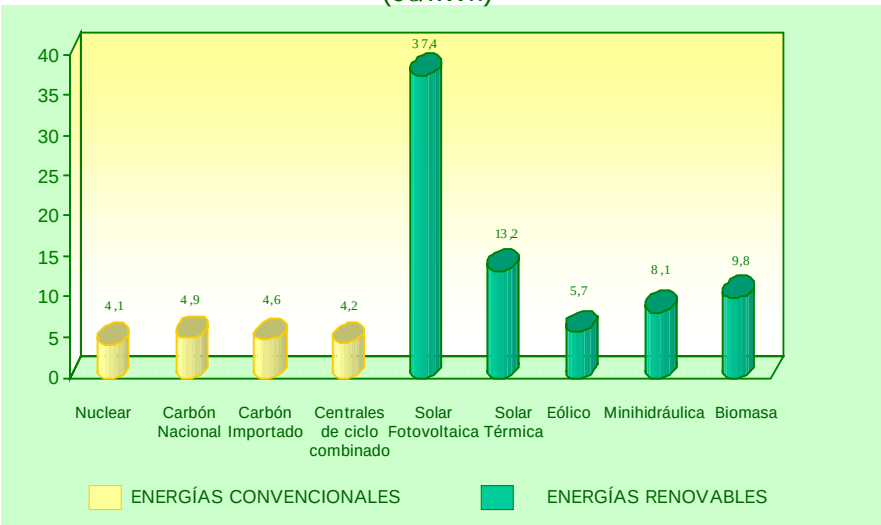
Fuente: "Impactos ambientales de la producción eléctrica. Análisis de ciclo de vida de ocho tecnologías de generación eléctrica", IDAE.

En un estadio intermedio se encuentran la generación mediante gas y la solar fotovoltaica. El elevado impacto de esta última obedece a la penalización que recibe en el proceso de fabricación de las células, que requieren de sistemas térmicos para poder obtenerlas. La puntuación más baja la obtienen las otras dos renovables analizadas, la eólica y la minihidráulica. El mayor impacto de la eólica está relacionado con la fabricación de las torres y aerogeneradores, si bien, no incluye una posible cuantificación de los impactos visuales. En el caso de la minihidráulica no se tienen en cuenta los daños sobre el ecosistema por inundación que afectarían casi exclusivamente a la hidráulica y que situarían a esta fuente con un impacto superior a la eólica. Aunque no se haya evaluado en este estudio, la biomasa también se situaría en un estadio superior a la eólica, ya que la combustión de estas materias produce emisiones contaminantes y al igual que el transporte hasta las plantas de incineración.

En síntesis, el informe revela que la incidencia ambiental de la producción eléctrica mediante fuentes convencionales es sensiblemente superior a la que tienen las renovables y, entre éstas, destacan el bajo impacto ambiental de la eólica y la minihidráulica.

Un segundo aspecto que debe examinarse es el relacionado con los aspectos económicos de las energías renovables. La generación de energía a partir de las fuentes tradicionales, régimen ordinario, contabiliza unos costes sensiblemente inferiores a los de las fuentes renovables, régimen especial junto con la cogeneración, registrándose diferencias muy relevantes entre las distintas tecnologías (Ver gráfico). El examen de los costes totales de generación de la electricidad para 2003, realizado por la Comisión Nacional de Energía pone de manifiesto una aparente falta de competitividad de la generación mediante fuentes renovables en comparación con las convencionales.

Gráfico 2.6
Coste de generación de electricidad
(c€/kWh)



Fuente: CNE, Universidad Pontificia de Comillas y ENDESA.

Para salvar estas diferencias y permitir el desarrollo y funcionamiento de las renovables existe un sistema de primas que compensan las diferencias en el coste de generación de cada tipo de fuente. Esta circunstancia que en una evaluación precipitada podría interpretarse como una subvención encubierta a las tecnologías del régimen especial no hace sino compensar a éstas por las externalidades que no se recogen en la valoración del coste de producción de las fuentes tradicionales.

Las externalidades a la que se hace alusión son aquellos costes o beneficios asociados a una actividad que son soportados por la sociedad y el medioambiente y que no se encuentran reflejados en el precio del producto. En el caso de las energías convencionales las externalidades negativas serían

los efectos contaminantes que producen. Por ello, para evaluar los costes totales es necesario considerar las externalidades más costes económicos. Según el estudio realizado por la Comisión Europea y denominado ExternE queda en entredicho que las energías renovables puedan considerarse caras, al contrario, representan un claro beneficio, en términos económicos, para el conjunto de la sociedad.

Cuadro 2.4
Costes* totales en la generación eléctrica
(c€/kWh)

Tecnología	Costes privados	Costes externos	Costes totales*
Carbón	4,6	6,21	10,81
Gas Natural	4,2	1,66	5,86
Biomasa	9,8	4,00	13,80
Eólica	5,7	0,20	5,90
Incineración	4,0	5,00	9,00
Nuclear	4,1	0,41	4,51

* Se han calculado respecto al valor medio de los recogidos en el informe original.
Fuente: ExternE, y CNE.

La valoración monetaria de las externalidades sitúa a la generación eléctrica mediante carbón como la que mayores costes externos produce (entre 5 y 8 c€/kWh). La valoración realizada de la energía nuclear está claramente infravalorada, ya que no recoge los costes del tratamiento de los residuos y de un posible accidente. En el caso de la biomasa, los costes externos también son elevados, entre 3 y 5 c€/kWh, por encima de la generación a partir de gas natural. Respecto a la eólica, la cuantificación monetaria de los externalidades es la menor de todas las tecnologías analizadas, 0,20 c€/kWh, lo que resalta el reducido impacto que esta fuente de energía tiene en comparación con las demás alternativas.

Así pues, al considerar los costes externos, la generación de electricidad en centrales térmicas de carbón ocasionaría un coste de producción de alrededor del doble de los valores estimados como costes privados, alrededor de 10,8 c€/kWh, de tal forma que esta tecnología pasaría a ser menos competitiva que la eólica (5,9 c€/kWh) que junto con la del gas son las que menores costes totales de generación tienen (la nuclear se encuentra infravalorada). En lo que respecta a la biomasa, la suma de

los costes privados más los externos es la más alta de todas las tecnologías valoradas (13,8 c€/kWh) lo que puede resultar un freno en el futuro para su consolidación como fuente alternativa de generación de electricidad, si no fuera por las ventajas que aporta desde la óptica de la dependencia energética, factor que no ha sido valorado en el cálculo de las externalidades por el informe de la Comisión.

En definitiva, la controversia suscitada en algunos ámbitos respecto a la reducida competitividad de las energías renovables frente a las convencionales debe ser desestimada con rotundidad a tenor de las cifras manejadas anteriormente. Junto a esto, debe añadirse que todas las formas de producción de energía han sido objeto de ayudas, primas o subvenciones y, en muchos casos, superiores a las que están recibiendo las renovables. Por citar un ejemplo, de media las renovables recibieron 0,35 c€/kWh de ayuda, en torno a 5 veces menos que las recibidas por la producción de un kWh a través de carbón (ver cuadro).

Cuadro 2.5
Ayudas recibidas por fuentes de energía

	Renovables 1991-1999	Carbón 1994-2001	Nuclear 1998-2002	Gas natural 1985-2000
Ayudas (M€)	427	8.525	2.198	582
Ayudas medias (M€/año)	43	1.066	440	39
Producción eléctricidad 2001 (GWh)	12.338	62.769	63.705	211.937
Ayuda media por kWh (c€/kWh)	0,35	1,70	0,69	0,02

Fuente: CNE y Alonso et alia (2003).

Por todo ello, el establecimiento de un sistema de primas para las energías renovables tiene coherencia desde una perspectiva de racionalidad económica, ya que permiten internalizar los beneficios externos, fundamentalmente medioambientales, que se derivan de estas fuentes de energía y, además, contribuyen a fomentar las inversiones en estas fuentes alternativas para poder alcanzar los objetivos de potencia instalada en 2011. El cuadro anexo, obtenido de la información que proporciona el IDAE, recopila la retribución del kW para las distintas tecnologías de renovables.

Cuadro 2.6
Precios y primas para las energías renovables en generación eléctrica
(c€/kWh)

	2002		2003		2004	
	Primas	Precios fijos	Primas	Precios fijos	Primas + Incentivos	Precios fijos
Biomasa primaria	2,79	6,17	3,32	6,85	3,60	6,49
Biomasa secundaria	2,58	5,96	2,51	6,05	2,88	5,77
Eólica	2,90	6,28	2,66	6,21	3,60	6,49
Minihidráulica = < 10 MW	3,01	6,38	2,94	6,48	3,60	6,49
Fotovoltaica = < 5 kW	36,06	39,67	36,06	39,67	18,74	41,44
Fotovoltaica > 5 kW	18,03	21,64	18,03	21,64	18,74	21,62

Notas: El intervalo de potencia para la energía solar fotovoltaica en 2004 es de 100 kW.
Fuente: IDAE.

La nueva retribución aprobada para 2004 por el R.D. 436/2004 de 12 de marzo, pretende, además de los incentivos a la inversión, incrementar la calidad del suministro y fomentar la participación de los productores en el mercado. No obstante, algunos productores, como los de biomasa, consideran insuficiente la retribución que fija la nueva legislación y plantean que sin un marco económico más favorable y un mayor compromiso de las Administraciones los objetivos a medio plazo no son alcanzables. En cualquier caso, a tenor de los valores recogidos puede inferirse que el nuevo decreto no supone una mejora representativa en la retribución de las energías renovables respecto de la normativa anterior (R.D. 2818/98).

*2.3. **Fomento de las energías renovables: El caso de España***

La importancia estratégica del sector eléctrico, la elevada conciencia social respecto a cuestiones medioambientales, el alto grado de desarrollo alcanzado por algunas tecnologías renovables y el contexto de liberalización creciente hacía un Mercado Único de la energía en el marco de la Unión Europea hacían imprescindible la elaboración de planes que posibilitarán el fomento y consolidación de la contribución de las energías renovables a la producción eléctrica. En este sentido, los documentos de referencia son, en el ámbito nacional, el Plan de Fomento de las Energías Renovables 2000-2010, y en el andaluz, el Plan Energético de Andalucía 2003-2006.

La planificación en el sector eléctrico debe fundamentarse en la previsión de las necesidades energéticas futuras y, a partir de éstas, en las actuaciones necesarias para asegurar la provisión de electricidad. Por ello, la constante adaptación de las previsiones a la realidad se conforma como un instrumento básico de la política energética. El nuevo marco regulatorio (se analiza en profundidad en el capítulo correspondiente), como consecuencia del proceso de liberalización ya indicado, sitúa a la planificación como un elemento indicativo, de tal forma que se respeta la libre iniciativa de los operadores económicos y permite la concurrencia de la iniciativa pública y privada. Únicamente, en el ámbito de la nueva legislación, aparecen como vinculantes las infraestructuras de transporte.

Como consecuencia de la importancia de la actualización de los planes energéticos a la evolución de la demanda energética y a las nuevas necesidades y restricciones que se van produciendo a lo largo del tiempo, el "Documento de Planificación de los Sectores de la Electricidad y Gas-Desarrollo de las Redes de Transporte 2002-2011", partiendo de la estrategia que fija el Plan de Fomento de las Energías Renovables 2000-2010 en cuanto que al menos el 12 por ciento del consumo de energía primaria proceda de fuentes renovables en 2010, actualiza las previsiones de demanda energética, lo que se traduce en un incremento, en términos absolutos, de las previsiones de participación de las renovables en el sistema energético español. No obstante, dado que el documento de planificación recoge la tendencia para un nuevo escenario que puede sufrir alteraciones, resulta conveniente no olvidar el escenario primigenio de la planificación, es decir el que recoge el Plan de Fomento, previsiones que se complementarán con las obtenidas del nuevo Documento.

Desde la perspectiva de la generación eléctrica, el Plan de Fomento de las Energías Renovables 2000-2010 establece como objetivo de generación con fuentes renovables el 29,4 por ciento de la generación eléctrica bruta para el año 2010. En la actualidad, la capacidad de generación eléctrica del sistema español depende significativamente de la hidraulicidad de cada año, lo que se traduce en fuertes variaciones en la aportación de las renovables a la generación bruta. En concreto, en 2002 según la información de la DGPEM, el mal año hidráulico redujo la generación mediante fuentes renovables a 39.093 GWh, el 15,9 por ciento de la generación energética total frente al 24,5 por ciento estimado para 2003. No obstante, para las previsiones del Plan se ha considerado la hipótesis de año hidráulico medio para evitar las variaciones interanuales producidas por la diferente aportación hidráulica de cada año.

Cuadro 2.7 Generación de energía eléctrica en España por tecnologías *(GWh)*										
	1998		1999		2000		2001		2002	
	Dato	%	Dato	%	Dato	%	Dato	%	2002	%
Carbón	63.480	32,4	75.491	36,0	80.533	35,8	71.817	30,4	82.457	33,6
Petróleo	18.029	9,2	23.723	11,3	22.623	10,1	24.599	10,4	28.593	11,6
Gas natural	14.960	7,6	19.077	9,1	21.045	9,4	23.286	9,9	32.386	13,2
Nuclear	59.003	30,1	58.852	28,1	62.206	27,7	63.708	27,0	63.016	25,7
Hidráulica > 10 MW*	32.080	16,4	23.583	11,3	27.339	12,2	38.950	16,5	22.255	9,1
Otras E.R.	8.619	4,4	8.793	4,2	11.134	5,0	13.677	5,8	16.838	6,9
Total generación	196.171	100,0	209.519	100,0	224.880	100,0	236.037	100,0	245.545	100,0
Porcentaje ER s/total	4,39		4,20		4,95		5,79		6,86	

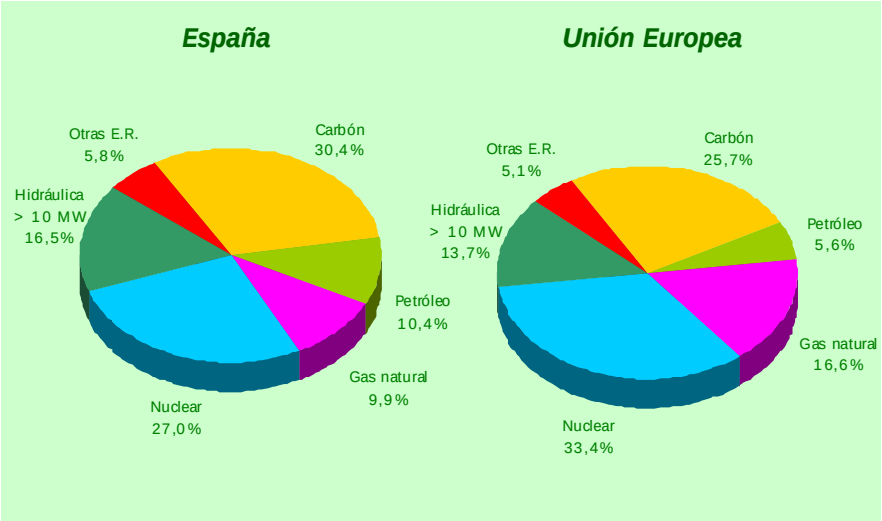
* Incluye producción con bombeo
Fuente: Ministerio de Economía (Dirección General de Política Energética y Minas), e IDAE

La estructura de la generación eléctrica en España ha experimentado algunos cambios entre 1998 y 2002, indicando la tendencia que debe seguir en el contexto de los compromisos medioambientales adquiridos por la UE. La participación de la energía nuclear cae significativamente, en torno a 5 puntos porcentuales, y se sitúa en el 25,7 por ciento del total en 2002, al mismo tiempo, la generación empleando gas natural representa el 13,2 por ciento del total, lo que supone un incremento de 5,6 puntos porcentuales en el período analizado. Algo más moderada ha sido la evolución de las renovables que aumentan su contribución en 2,5 puntos porcentuales. Igualmente, la menor hidraulicidad de 2002 impide una reducción de los sistemas térmicos convencionales (carbón y petróleo), si bien, éstas deben caer sustancialmente cuando se alcancen los mencionados valores medios anuales de pluviometría.

En comparación con la UE y para 2001, se constata la mayor dependencia del carbón y petróleo en España que en el ámbito de la Unión, casi 10 puntos porcentuales más para el ámbito nacional. Por el contrario, la aportación de las renovables (incluida la hidráulica) es superior en España, 22,3 por ciento, frente al 18,8 por ciento de la UE.

Desagregando las fuentes renovables por tipologías, se puede comprobar la importancia de cada tipo antes del inicio del Plan y la previsión al final de éste (ver gráfico adjunto). En 1998, casi el 92 por ciento de la generación por fuentes renovables correspondía a la hidráulica, incluyendo a la minihidráulica, seguida por la eólica que tan sólo aporta un 3,6 por ciento de la generación con renovables. Por su parte la biomasa aportaba un 2,9 por ciento de la generación siendo las demás fuentes de escasa repercusión.

Gráfico 2.7
Generación eléctrica España y UE (2001)

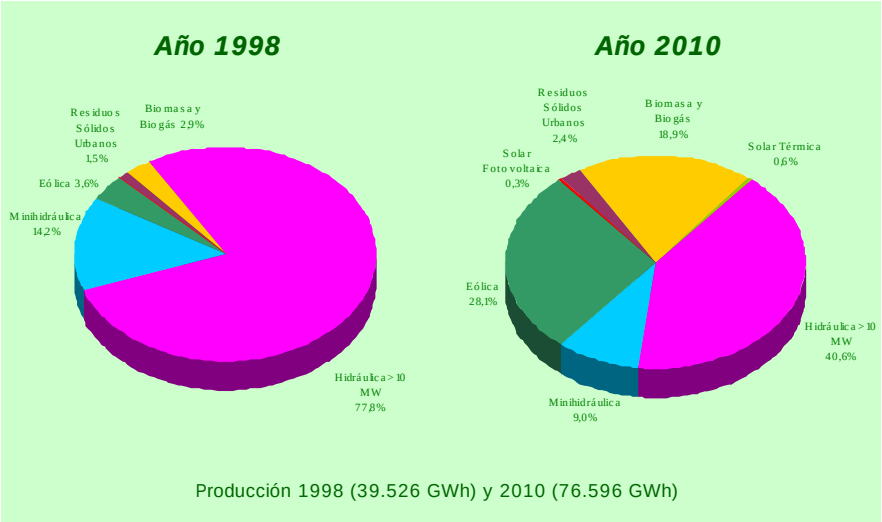


Fuente: Ministerio de Economía y Hacienda. IDAE. EUROSTAT.

La previsión del Plan de Fomento de las Energías Renovables modifica sustancialmente la estructura de generación mediante renovables. Para un total estimado de 76.596 GWh generados por fuentes renovables en 2010, el conjunto de la hidráulica sigue manteniendo la mayor capacidad de aportación con el 49,6 por ciento del total. La pérdida de representatividad de esta última se ha trasladado a las dos fuentes renovables que mayores expectativas suscitan, como son la eólica, con una participación del 28,1 por ciento de la energía renovable generada, y la biomasa, con el 18,9 por ciento. Para 2011, si se cumplen las previsiones del Documento de Planificación en cuanto a incremento de la demanda, será necesario incrementar la aportación de las renovables en 16.362,7 GWh respecto a la previsión del año anterior, lo que podría alcanzarse mediante el aumento de la

aportación de la eólica y la biomasa hasta representar el 30,8 y el 25,1 por ciento de la generación por renovables, respectivamente.

Gráfico 2.8
Energías Renovables en el Plan de Fomento



Fuente: "Plan de Fomento de las Energías Renovables 2000-2010", IDAE.

Para poder alcanzar la generación eléctrica adicional a través de fuentes renovables es necesario, igualmente, incrementar la potencia instalada planificada para 2011. En consecuencia, para poder mantener el objetivo del 12 por ciento de contribución de las fuentes de energía renovables, los objetivos del Plan de Fomento de las Energías Renovables 2000-2010 han sido modificados por el documento de Planificación de los Sectores de la Electricidad y Gas-Desarrollo de las Redes de Transporte 2002-2011, con objeto de ajustarse al incremento de las previsiones de demanda energética para 2011. En concreto, la potencia instalada para las energías renovables debería situarse en 35.733 MW, en torno a 5.377,7 MW más que los previstos en el Plan de Fomento, de los cuales, 4.026 deberían obtenerse a través de la eólica para alcanzar 13 GW de potencia total instalada y, 1.201,2 MW a través de la biomasa, acumulando 3.098 MW, según la nueva previsión.

Cuadro 2.8
Potencia instalada y producción eléctrica por áreas tecnológicas

	1990 (*)	2000	2010	2011	Incremento(porcentajes) Var. 2010/2000	Var. 2011/2010
Hidráulica (>10 MW)						
Potencia (MW)	16.553,0	16.378,9	16.570,9	16.571,0	1,17	0,00
Producción (GWh/año)	23.481,4	27.338,8	31.128,8	31.129,0	13,86	0,00
Hidráulica (<10 MW)						
Potencia (MW)	611,8	1.590,8	2.229,7	2.380,0	40,16	6,74
Producción (GWh/año)	2.139,5	4.467,2	6.912,1	7.377,0	54,73	6,73
Eólica						
Potencia (MW)	6,6	2.291,6	8.974,1	13.000,0	291,61	44,86
Producción (GWh/año)	13,2	4.834,1	21.537,8	28.600,0	345,54	32,79
Biomasa (**)						
Potencia (MW)	106,0	150,3	1.896,8	3.098,0	1162,01	63,33
Producción (GWh/año)	615,9	841,0	13.949,1	22.784,0	1558,63	63,34
Biogás						
Potencia (MW)		50,1	78,0	78,0	55,69	0,00
Producción (GWh/año)		307,3	546,0	546,0	77,68	0,00
Residuos Sólidos Urbanos						
Potencia (MW)	27,2	94,1	262,1	262,0	178,53	0,00
Producción (GWh/año)	139,2	667,0	1.845,8	1.846,0	176,73	0,00
Solar Fotovoltáica						
Potencia (MW)	3,2	11,8	143,7	144,0	1117,80	0,21
Producción (GWh/año)	5,7	17,7	217,8	218,0	1130,51	0,09
Solar Termoeléctrica						
Potencia (MW)	0,0	0,0	200,0	200,0	(***)	0,00
Producción (GWh/año)	0,0	0,0	458,9	459,0	(***)	0,00
Total						
Potencia (MW)	17.307,8	20.567,6	30.355,3	35.733,0	47,59	17,72
Producción (GWh/año)	26.394,9	38.473,1	76.596,3	92.959,0	99,09	21,36

* Datos de energía hidroeléctrica relativos a centrales > y < 5 MW
** En 1990 Biomasa incluye Biogás
*** Para estos valores la tasa no puede calcularse.
Fuente: Boletín IDAE nº6; Plan de Fomento de las Energías Renovables 2000 – 2010, IDAE; y Documento de Planificación de los Sectores de la Electricidad y Gas 2002-2011, Retelgas.

La Unión Europea ha recogido con gran firmeza, como ya se ha señalado anteriormente, el compromiso del Protocolo de Kyoto, esto la convierte en una de las áreas geográficas donde la apuesta por las energías renovables es mayor. España, en comparación con los países de la UE tiene una posición de liderazgo en potencia eléctrica instalada con fuentes renovables, e incluso, en algunas áreas se ubica en primera línea mundial. Para ser más precisos, en pequeñas plantas hidráulicas

(potencia <10 MW) España ocupa el tercer lugar europeo (1,6 MW en 2001) por detrás de Italia y Francia. En superficie de captación solar, España ocupa el quinto lugar de la UE, a gran distancia de Alemania, Grecia y Austria, lo que representa una paradoja para el país que más horas de sol recibe en el Continente.

Con relación al biogás, España ocupa el cuarto lugar en producción bruta (168 ktep), detrás de Reino Unido, Alemania y Francia, situándose algo más atrás (sexto lugar) en producción de energía con biomasa (3,6 Mtep en 2000). Es, por su parte, en el campo eólico donde España ostenta una posición de liderazgo a nivel mundial. Con datos de 2003, los 6,2 GW de potencia eólica instalada colocan a España en la tercera posición mundial, por detrás de Alemania (14,6 GW) y Estados Unidos (6,4 GW).

*2.4. **Las energías renovables y el reto energético de Andalucía***

La Comunidad Autónoma de Andalucía en virtud del artículo 13.14 de su Estatuto de Autonomía tiene competencia exclusiva en materia de energía cuando su transporte no salga de Andalucía y su aprovechamiento no afecte a otro territorio. En virtud de estas competencias se formula el Plan Energético de Andalucía 2003-2006 (PLEAN) que persigue, con carácter general, modificar el sistema energético de Andalucía, por medio de unas líneas de actuación que garanticen el suministro energético en todo el territorio y para toda la población; potencien el ahorro y la eficiencia energética; consigan el máximo respeto medioambiental; fomenten la diversificación energética, mejoren la infraestructura de generación, transporte y distribución de energía; promocionen un tejido industrial competitivo; y ayuden a la formación y concienciación ciudadana en los temas relacionados con la energía.

De estas líneas se establece el objetivo general del Plan que se enuncia: “Conseguir un sistema energético andaluz: suficiente, eficiente, racional, renovable, respetuoso con el medio ambiente y diversificado”. Una parte de este objetivo se concreta en el compromiso de la Comunidad Autónoma Andaluza de que el 15 por ciento de la energía primaria consumida en Andalucía en 2010 proceda de

fuentes renovables. Esto representa una producción equivalente de unos 2.650,7 ktep aportado por energías renovables.

El desarrollo de las energías renovables en Andalucía se enmarca en un contexto en el que prima una visión global del sector energético andaluz. De tal forma que los retos del desarrollo energético se focalizan en cuatro elementos, como son; contribuir a la eficiencia y desarrollo económico; incrementar la eficiencia y racionalización energética; mejorar la seguridad energética; y preservar el medio ambiente.

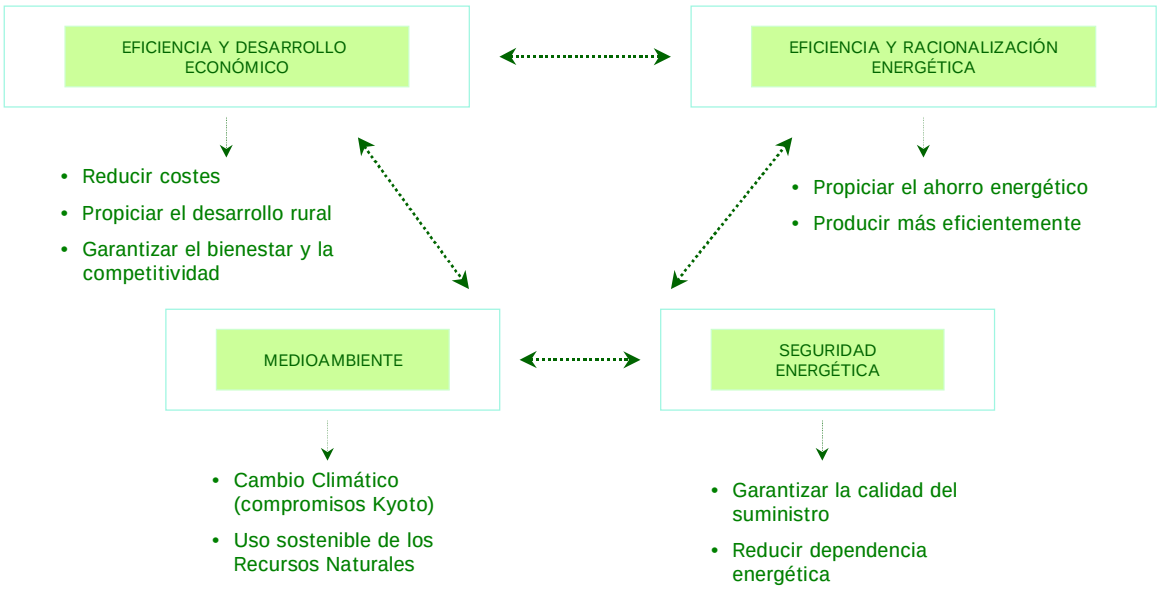
En cuanto a la eficiencia y desarrollo económico, el fomento de las energías renovables puede resultar un incentivo notable para relanzar la industria de producción eléctrica en Andalucía, con el consiguiente efecto multiplicador sobre el empleo y el crecimiento económico regional. Al mismo tiempo, el incremento de producción de electricidad mediante fuentes renovables contribuirá a que Andalucía deje de ser una región deficitaria en producción eléctrica en el horizonte de 2010, e incluso, serán las bases en la que se asiente una industria de generación eléctrica con cierta capacidad exportadora. Al mismo tiempo, no debe olvidarse la importancia que la adecuada provisión de energía tiene como elemento clave de la competitividad del sistema productivo y de la consecución de niveles óptimos de bienestar.

Por lo que se refiere a la eficiencia y racionalización energética, resulta imprescindible que, por el lado de la demanda, se diseñen políticas de ahorro en el consumo energético, de tal forma que los índices de intensidad primaria se mantengan en los niveles adecuados. Por su parte, eficiencia y racionalización energética desde la perspectiva de la oferta implica que la incorporación de la racionalidad económica y de los avances energéticos al sistema productivo de energía permitan obtener mayor cantidad de energía final a partir de la energía primaria producida. Este empeño en la mejora de la eficiencia adquiere una especial relevancia en el caso de Andalucía, dada la escasez de recursos energéticos convencionales y la dependencia de éstos.

Desde la perspectiva de la seguridad energética el objetivo clave es garantizar el suministro y la calidad de éste, para ello es necesario reducir la dependencia energética y actuar decididamente sobre las infraestructuras de evacuación. La alta tasa de dependencia energética exterior que padece

Andalucía puede paliarse, en mayor o menor grado, mediante la apuesta por la utilización de los abundantes recursos renovables existentes en la Comunidad.

ESQUEMA 2.2. Retos del desarrollo energético andaluz



Fuente: *Analistas Económicos de Andalucía*.

Respecto al reto del medioambiente el PLEAN lo presenta como uno de los elementos esenciales, si no el que más, de la política energética regional. En este sentido, el cumplimiento del protocolo de Kyoto se encuadra como un compromiso prioritario de la Junta de Andalucía que propone la regionalización de los objetivos de reducción de emisiones.

La propuesta del PLEAN parte de las previsiones de consumo de energía primaria en 2010 que se estiman en torno a 17.652,8 ktep de las cuales el 15 por ciento, 2.650,7 ktep, debe provenir de fuentes renovables. Este objetivo representa un esfuerzo importante en términos de incremento de la capacidad o potencia instalada en 2010 para cada una de las distintas tecnologías energéticas. Así, la solar térmica a baja temperatura debe pasar de los más de 130 mil m^2 instalados en 2000 a alrededor

de 1,05 millones de m^2 al final del período, unas siete veces más. Para la solar térmica de alta temperatura el horizonte sitúa la potencia en 230 MW frente a la nula utilización de esta tecnología en el período de referencia. La solar fotovoltaica necesita de un esfuerzo similar, multiplicar por siete la potencia actual, pasando de 3.618 kWp a 23.801.

Cuadro 2.9
Cobertura y previsiones de energías renovables 2000, 2006 y 2010 (en ktep y paramétrico)

	Situación a 31/12/2000	Previsión a 31/12/2006	Previsión a 31/12/2010
Energía solar térmica (m^2)	130.552	441.552	1.046.552
Energía solar fotovoltaica (kWp)	3.618	10.500	23.801
Energía termosolar (MW)	0	100	230
Energía eólica (MW)	146,2	2.700	4.000
Energía hidráulica régimen especial (MW)	78	102	128
Energía hidráulica régimen ordinario (excluidas centrales de bombeo) (MW)	475	476	476
Biomasa generación eléctrica (MW)	51	164	250
Biomasa usos térmicos (ktep)	638	643	649
Biocarburantes (ktep)	0	90	210

Fuente: PLEAN 2003-2006, Consejería de empleo y desarrollo tecnológico.

Por lo que respecta a la energía eólica, el retraso acumulado a lo largo de la década de los noventa obliga a una dedicación de gran magnitud en la década siguiente. De los 146,2 MW instalados a final de 2000 el objetivo eleva hasta 4.000 MW la potencia instalada en 2010, lo que representa multiplicar por 27 la cifra inicial, previsión que exige un esfuerzo inversor extraordinario y que se analiza en un capítulo posterior de este documento. En el área de biomasa para generación eléctrica la potencia instalada debe quintuplicarse para alcanzar el objetivo previsto, de 51 a 250 MW en 2010. Por último, en minihidráulica se prevé incrementar en 50 MW la potencia instalada en Andalucía.

En comparación con la previsión del Plan de Fomento de las Energías Renovables, Andalucía juega un papel destacado en la consecución del Plan nacional, debido a que participa de forma notable en las previsiones de potencia instalada en las distintas tecnologías. Entre éstas, sobresalen fundamentalmente la termosolar, que se desarrolla en su totalidad en el territorio andaluz, y la eólica a la que Andalucía se compromete a aportar en torno al 45 por ciento de la potencia instalada en España. No obstante, respecto al horizonte de Planificación para 2011, la contribución, aunque notable, se

reduce al 31 por ciento. En cuanto a la solar fotovoltaica y la minihidráulica la contribución se fija en torno al 17 y 13 por ciento respectivamente.

Para alcanzar este ambicioso objetivo es necesario que en el período de vigencia del PLEAN 2003-2006 se alcance un porcentaje relevante de la anterior cifra, en concreto se establece como valor indicativo alrededor del 10,5 por ciento del consumo de energía primaria en Andalucía en 2006. El cuadro adjunto recoge las diferencias entre las actuaciones previstas por el Plan Energético en el periodo comprendido entre 2001 y 2003 (para la eólica se ha considerado también 2004).

Cuadro 2.10
Actuaciones previstas y realizadas del PLEAN
(Acumulado 2001-2003)

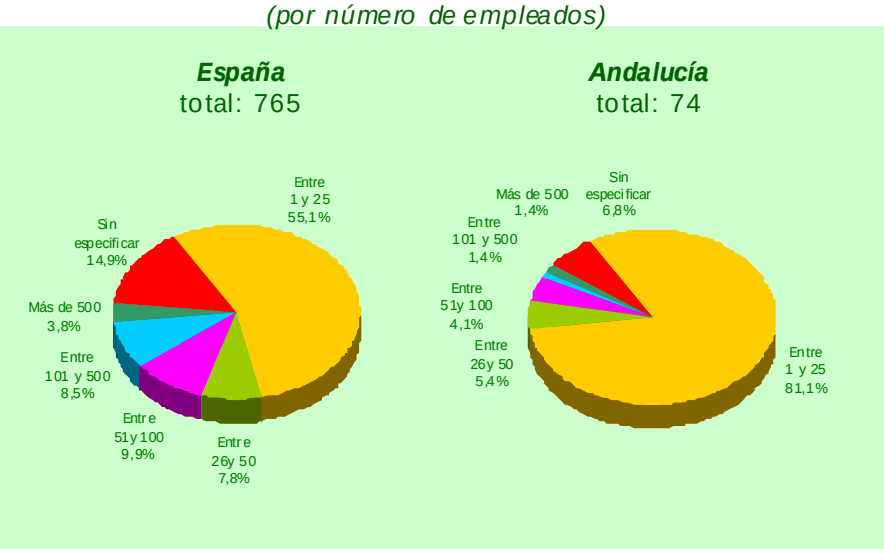
	Previsiones	Realizadas	Cumplimiento (%)
E.S. térmica (m^2)*	67.000	34.509	51,5
E.S. fotovoltaica aislada (kWp)*	1.768	1.187	67,2
Termosolar (MW)	14	0	0,0
E. Eólica conectada (MW)**	1.636	200,44	12,3
E. hidráulica (MW)	10,229	13,2	129,0
Biomasa G. Eléctrica (MW)	47	23,1	49,1

* Térmica y fotovoltaica datos para 2001 y 2002
**Para la eólica acumulado 2001-2004
Fuente: IDAE, APREAN y PLEAN 2003-2006.

Aunque el período de referencia, tres años, es corto, destacamos el resultado positivo que se está produciendo en el caso de la hidráulica, que ha superado las actuaciones previstas. La solar térmica, la fotovoltaica y la biomasa, aunque por debajo, también se encuentran en una posición aceptable en el grado de cumplimiento y, es en el caso de la eólica donde se aprecia una mayor desviación respecto de los objetivos temporales marcados, ya que se sitúa algo por encima del 12 por ciento de lo planificado para el período 2001-2004. Este preocupante desfase entre lo instalado y previsto en el PLEAN, según APREAN, tiene su origen en las enormes dificultades administrativas y en la disparidad de criterios que se aplican en las distintas delegaciones provinciales que provoca retrasos en la evolución de los proyectos.

La aplicación del PLEAN representa para Andalucía una oportunidad de futuro dado el momento estratégico en el que se produce, por un lado, la elevada posición tecnológica de las renovables en España sustentada por una sólida labor en I+D+i lo que ha propiciado una maduración de las diversas tecnologías muy satisfactorio desde la perspectiva industrial, y por otro, el importante apoyo que la UE ha establecido mediante los fondos estructurales para el desarrollo de las renovables, caso de la fotovoltaica y la térmica. De ahí, que el potencial industrial que se deriva de la puesta en marcha del Plan Energético Andaluz representa un valor añadido adicional para el desarrollo de la Comunidad.

Gráfico 2.9
Tamaño de las empresas de energía renovables
(por número de empleados)



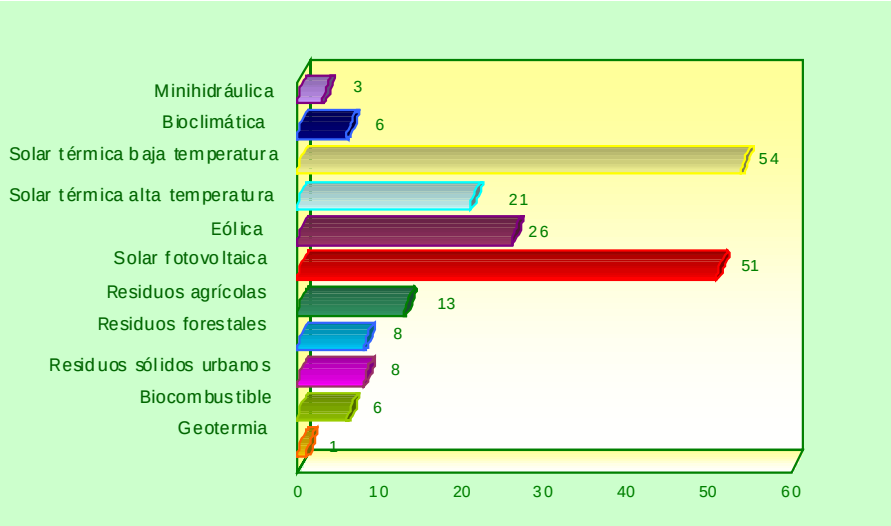
Fuente: *Analistas Económicos de Andalucía* a partir de datos del boletín nº 6 del IDAE (Marzo, 2004).

En relación con el desarrollo empresarial que muestran las energías renovables en Andalucía se puede obtener una panorámica general de la situación a partir de la información que proporciona el IDAE de las empresas inscritas en el registro de energías renovables de este organismo. Según los datos ofrecidos por el IDAE, Andalucía cuenta con 74 empresas domiciliadas en la Comunidad que realizan algún tipo de actividad relacionada con las energías renovables, ya sean desarrollo de proyectos, instalaciones, manufacturas de equipos, auditorias, etc. Esta cifra representa alrededor de la décima parte del total nacional (760 empresas registradas), si bien, queda a una considerable distancia

de las Comunidades con mayor empuje empresarial, caso de Madrid y Cataluña que acogen cada una de ellas en torno a una quinta parte de las empresas de energías renovables existentes en España.

Para una correcta valoración de la importancia empresarial de las energías renovables en Andalucía es necesario examinar la distribución por tamaños en función del número de empleados. El denominador común del sector de las renovables en Andalucía es su pequeño tamaño, lo cual no es sino el reflejo del propio entramado empresarial de la región. Así pues, un 81 por ciento de las empresas registradas tienen menos de 25 empleados, en torno a un 10 por ciento entre 25 y 100 asalariados y menos del 3 por ciento tienen más de 100 trabajadores, en concreto hay sólo dos empresas con estos requisitos. En comparación con España queda patente la menor dimensión de la empresa andaluza, ya que, de pequeño tamaño en España se clasifican el 55 por ciento, encuadrándose casi una quinta parte entre 25 y 100 empleos y un 12,3 por ciento el tramo con más de 100 trabajadores.

Gráfico 2.10
Empresas andaluzas por área tecnológica

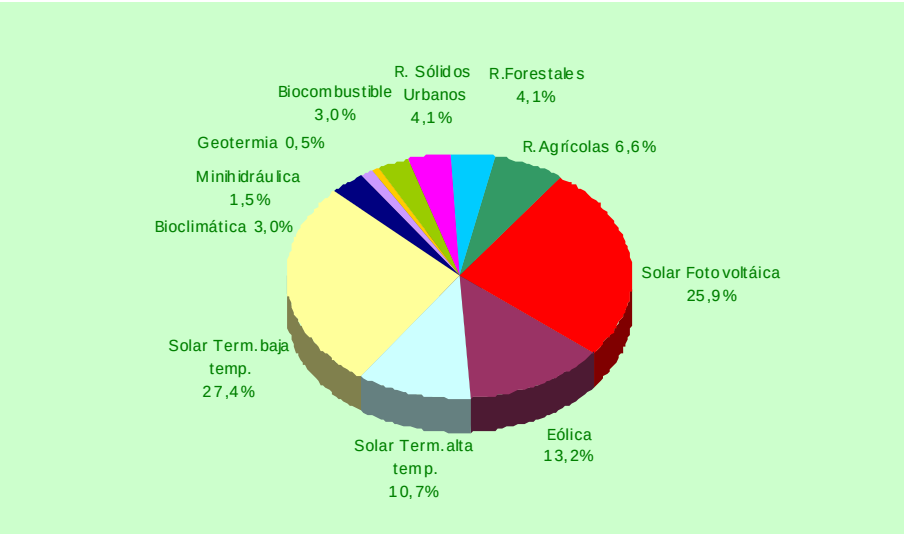


Fuente: *Analistas Económicos de Andalucía* a partir de datos del boletín nº 6 del IDAE (Marzo, 2004).

Las empresas relacionadas con las energías renovables suelen, de forma mayoritaria, abarcar más de un área tecnológica para desarrollar su actividad, tal es así que, únicamente 10 empresas, el 13,5 por ciento de la muestra, trabajan exclusivamente en una sola área tecnológica, en tanto que 31

empresas, el 41,9 por ciento de las registradas, actúan en 3 o más áreas tecnológicas. No obstante, esta capacidad multitecnológica suele producirse en áreas de conocimiento interrelacionadas. Las tecnologías que muestran una mayor difusión empresarial son las relacionadas con la energía solar, tanto térmica de baja temperatura como fotovoltaica, con 54 y 51 empresas, respectivamente. A continuación, la energía eólica es el área tecnológica con mayor número de empresas involucradas, 26 empresas registradas. Por el contrario, la geotermia y la minihidráulica, 1 y 3 empresas respectivamente, presentan un menor grado de penetración y/o atractivo para el sector empresarial andaluz.

Gráfico 2.11
Empresas andaluzas por área tecnológica

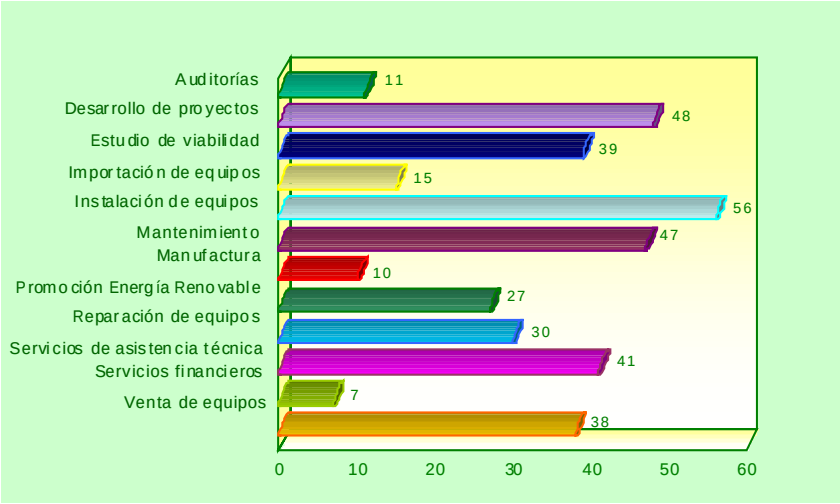


Fuente: *Analistas Económicos de Andalucía* a partir de datos del boletín nº 6 del IDAE (Marzo, 2004)

Independientemente de las áreas tecnológicas en la que encuadren las empresas del sector de las renovables, las actividades que realiza cada empresa puede ser de distintas índoles, si bien, en muchos casos una misma empresa compagina una amplia batería de actividades, es decir, la diversificación es una característica generalizada en las empresas del sector energético de las renovables. La actividad predominante es la de instalación de equipos, 56 empresas la realizan, le siguen dos actividades estrechamente relacionadas con ésta, el desarrollo de proyectos, 48 empresas, y el mantenimiento, 47 empresas. Por el contrario, las actividades con menor incorporación al negocio de las empresas de energías renovables son las auditorías y la prestación de servicios financieros. En

cualquier caso, el comportamiento de las empresas andaluzas es similar al que se da en el resto de España, tanto en lo que se refiere a las áreas de actuación como a los diferentes tipos de actividad que desarrollan.

Gráfico 2.12
Empresas andaluzas por tipo de actividad en energías renovables



Fuente: *Analistas Económicos de Andalucía* a partir de datos del boletín nº 6 del IDAE (Marzo, 2004)

Gráfico 2.13
Empresas andaluzas por tipo de actividad en energías renovables

Fuente: *Analistas Económicos de Andalucía* a partir de datos del boletín nº 6 del IDAE (Marzo, 2004)

Por último, señalar que el interés por la promoción y desarrollo de las renovables es muy elevado desde el ámbito público y/o institucional. Tal es así que se encuentran registradas 7 entidades en Andalucía que se corresponden con este perfil, son en su mayoría agencias provinciales o locales de energía, a las que hay que añadir SODEAN, organismo de la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresas de ámbito regional, y APREAN, asociación que aglutina a las empresas con intereses en el sector eólico.

2.5. *Conclusiones*

La concienciación medioambiental y la eficiencia energética son las claves para cumplir con los compromisos alcanzados en la cumbre de Kyoto. Para ello, uno de los puntales básicos en los que se basa la política energética andaluza es el fomento y consolidación de las energías renovables siguiendo las directrices de la Comisión Europea de lograr el 12 por ciento del consumo de energía primaria con fuentes renovables. Este compromiso ha sido asumido tanto por España como por Andalucía, en el caso de esta última a través del Plan Energético de Andalucía 2003-2006 (PLEAN) en el que se plantea la posibilidad de que el 15 por ciento de la energía total demandada en Andalucía en 2010 tenga su origen en fuentes renovables.

Para alcanzar el objetivo señalado es necesario actuar desde dos perspectivas diferenciadas, la primera, en el campo de la eficiencia energética tanto desde la óptica de la generación de energía como desde el lado del ahorro. Esta última ha tenido poca relevancia a lo largo del siglo XX, lo que ha permitido un crecimiento desmesurado del consumo eléctrico en la segunda mitad de este siglo, propiciado, entre otros factores por el crecimiento económico registrado a nivel mundial. Es por ello, que los esfuerzos realizados en producir energía más eficientemente y en los que se han alcanzado niveles tecnológicos muy altos, no son suficientes.

La segunda mediante la promoción y desarrollo de las energías renovables. El Plan de Fomento, por su carácter estratégico, les otorga un tratamiento singularizado basándose en el carácter autóctono de éstas, en la disminución sustancial de impactos medioambientales que su uso conlleva,

en el equilibrio que representa desde la óptica de la dependencia energética y en la mejora de infraestructuras para potenciar un desarrollo futuro sostenible.

La estrategia elaborada, en términos de eficiencia energética, por la Secretaria de Estado de Energía tiene por objeto reducir los índices de intensidad primaria (cociente entre consumo de energía primaria y PIB) en un 7,2 por ciento, consiguiendo, de esta forma, en torno a 15,6 Mtep de ahorro anual a partir de 2012, lo que representa una reducción de unos 42 millones de toneladas de CO_2 anuales a partir de esta fecha. A este ahorro debe añadírsele el derivado de la producción eléctrica por fuentes renovables. En concreto, el ahorro en emisiones en 2010, según la estimación del IDAE, ascendería a más de 36 millones de toneladas de CO_2, de las cuales más de la mitad (52,2 por ciento) se conseguirían merced a la energía eólica, en torno a un tercio (34,2 por ciento) a través de la biomasa, un 7,9 por ciento por medio del conjunto de la hidráulica y, para el resto, una contribución bastante más modesta que las anteriores.

La conveniencia de alcanzar los objetivos de ahorro planteados por la autoridad energética son irrenunciables, debido a que la actual tendencia de consumo compromete la seguridad del abastecimiento energético y los compromisos del protocolo de Kyoto. En consecuencia, es necesario que los modelos energéticos incluyan el consumo eficiente y responsable de la energía desde todos los sectores económicos.

En síntesis, la apuesta por las energías renovables en España y Andalucía surgen de la combinación de tres factores que se encuentran vinculados entre sí, como son; el respeto y concienciación medioambiental que existe de manera generalizada en la sociedad; la necesidad de incrementar la eficiencia energética tanto desde el lado de la oferta como de la demanda para poder hacer compatible el desarrollo económico con las necesidades de abastecimiento energético; y por último, reducir la dependencia energética exterior y, con ello, incrementar la seguridad del suministro energético.

Dos aspectos requieren ser destacados en relación con las energías renovables. En primer lugar, un informe realizado por la Comisión Europea revela que la incidencia ambiental de la producción eléctrica mediante fuentes convencionales es sensiblemente superior a la que tienen las

renovables y, entre éstas, destacan el bajo impacto ambiental de la eólica y la minihidráulica. En segundo lugar, desde la perspectiva económica, si se internalizan todos los costes inherentes a la producción de electricidad, incluidas las externalidades, se constata que las energías renovables son competitivas respecto de las convencionales y, no sólo no deben considerarse caras, sino al contrario, representan un claro beneficio, en términos económicos, para el conjunto de la sociedad. Por ello, desde una perspectiva de racionalidad económica está justificado el establecimiento de primas y subvenciones que promuevan el uso de las renovables.

Los documentos de referencia para el desarrollo de las energías renovables son, en el ámbito nacional, el Plan de Fomento de las Energías Renovables 2000-2010, y en el andaluz, el Plan Energético de Andalucía 2003-2006. Desde la perspectiva de la generación eléctrica, el Plan de Fomento establece como objetivo de generación con fuentes renovables el 29,4 por ciento de la generación eléctrica bruta para el año 2010. Desagregando por tipologías, se puede comprobar el cambio estructural que se pretende conseguir con el desarrollo del Plan de Fomento en España. En concreto, antes del inicio del Plan, en 1998, casi el 92 por ciento de la generación por fuentes renovables correspondía a la hidráulica, incluyendo a la minihidráulica, seguida por la eólica que tan sólo aporta un 3,6 por ciento de la generación con renovables.

En 2010, el conjunto de la hidráulica sigue manteniendo la mayor capacidad de aportación con el 49,6 por ciento del total. La pérdida de representatividad de esta última se ha trasladado a las dos fuentes renovables que mayores expectativas suscitan, como son la eólica, con una participación del 28,1 por ciento de la energía renovable generada, y la biomasa, con el 18,9 por ciento. Para 2011, si se cumplen las previsiones del Documento de Planificación en cuanto a incremento de la demanda, será necesario incrementar la aportación de las renovables en 16.362,7 GWh respecto a la previsión del año anterior, lo que podría alcanzarse mediante el aumento de la aportación de la eólica y la biomasa hasta representar el 30,8 y el 25,1 por ciento de la generación por renovables, respectivamente.

La situación actual de las energías renovables en España es muy positiva si se compara con el conjunto de la UE. En algunas tecnologías, caso de la eólica o la minihidráulica, ocupa lugares de relevancia en cuanto a potencia instalada, si bien, en otras áreas, caso de la solar, resulta paradójico que no lidere el ámbito europeo.

En el caso de Andalucía, el PLEAN establece como objetivo general: “Conseguir un sistema energético andaluz; suficiente, eficiente, racional, renovable, respetuoso con el medio ambiente y diversificado”. Una de las medidas del compromiso de la Comunidad Autónoma Andaluza supone establecer que en un 15 por ciento la energía primaria consumida en Andalucía en 2010 proceda de fuentes renovables. El fomento de energías renovables en Andalucía debe enmarcarse dentro de una visión global del sector energético andaluz. De tal forma que los retos del desarrollo energético se focalizan en cuatro elementos, como son; contribuir a la eficiencia y desarrollo económico; incrementar la eficiencia y racionalización energética; mejorar la seguridad energética; y preservar el medio ambiente.

El esfuerzo que requerirá para Andalucía alcanzar el compromiso del 15 por ciento, se traduce en un incremento de la potencia instalada en las distintas áreas tecnológicas de gran magnitud. En concreto, la solar térmica de baja temperatura y la fotovoltaica deberá septuplicar la capacidad registrada al inicio del PLEAN. Por su parte, la eólica, debido al retraso acumulado, debe multiplicar por 27 la potencia instalada en 2001 si quiere cumplir las expectativas que se le han asignado.

El examen de las actuaciones que el PLEAN recoge a efectos indicativos para 2001 y 2003 muestra, aunque el período de referencia, tres años, es corto, el resultado positivo que se está produciendo en el caso de la hidráulica, que ha superado las actuaciones previstas. La solar térmica, la fotovoltaica y la biomasa, aunque por debajo, también se encuentran en una posición aceptable en el grado de cumplimiento y, es en el caso de la eólica donde se aprecia una mayor desviación respecto de los objetivos temporales marcados, ya que se sitúa algo por encima del 12 por ciento de lo planificado para el período 2001-2004. Este preocupante desfase entre lo instalado y previsto en el PLEAN, según APREAN, tiene su origen en las enormes dificultades administrativas y en la disparidad de criterios que se aplican en las distintas delegaciones provinciales que provoca retrasos en la evolución de los proyectos.

La oportunidad que la puesta en marcha del PLEAN representa para Andalucía desde una óptica económica queda patente al analizar la situación de las empresas de energías renovables en la región. Según los datos ofrecidos por el IDAE, Andalucía cuenta con 74 empresas domiciliadas en la

Comunidad que realizan algún tipo de actividad relacionada con las energías renovables, ya sean desarrollo de proyectos, instalaciones, manufacturas de equipos, auditorias, etc. Esta cifra representa alrededor de la décima parte del total nacional (760 empresas registradas), si bien, queda a una considerable distancia de las Comunidades con mayor empuje empresarial

La distribución por tamaños en función del número de empleados, pone de relieve que el denominador común del sector de las renovables en Andalucía es su pequeño tamaño, lo cual no es sino el reflejo del propio entramado empresarial de la región. Así pues, un 81 por ciento de las empresas registradas tienen menos de 25 empleados, en torno a un 10 por ciento entre 25 y 100 asalariados y menos del 3 por ciento tienen más de 100 trabajadores, en concreto hay sólo dos empresas con estos requisitos. En comparación con España queda patente la menor dimensión de la empresa andaluza, ya que, de tamaño pequeño en España se clasifican el 55 por ciento, encuadrándose casi una quinta parte entre 25 y 100 empleos y un 12,3 por ciento el tramo con más de 100 trabajadores.

En definitiva, resulta patente que el fomento de las energías renovables que propugnan el Plan de Fomento y el PLEAN constituyen una oportunidad única para Andalucía dada la coincidencia de intereses energéticos, industriales, medioambientales y socioeconómicos que confluyen en la actualidad, y que pueden permitir establecer una oferta energética duradera y competitiva que colabore e impulse el desarrollo económico de la región. En este aspecto, un apoyo decidido a la industria y a la I+D+i regional relacionadas con las energías renovables puede representar el elemento diferencial que permita alcanzar los efectos previstos sobre el desarrollo endógeno andaluz.

CAPÍTULO 3

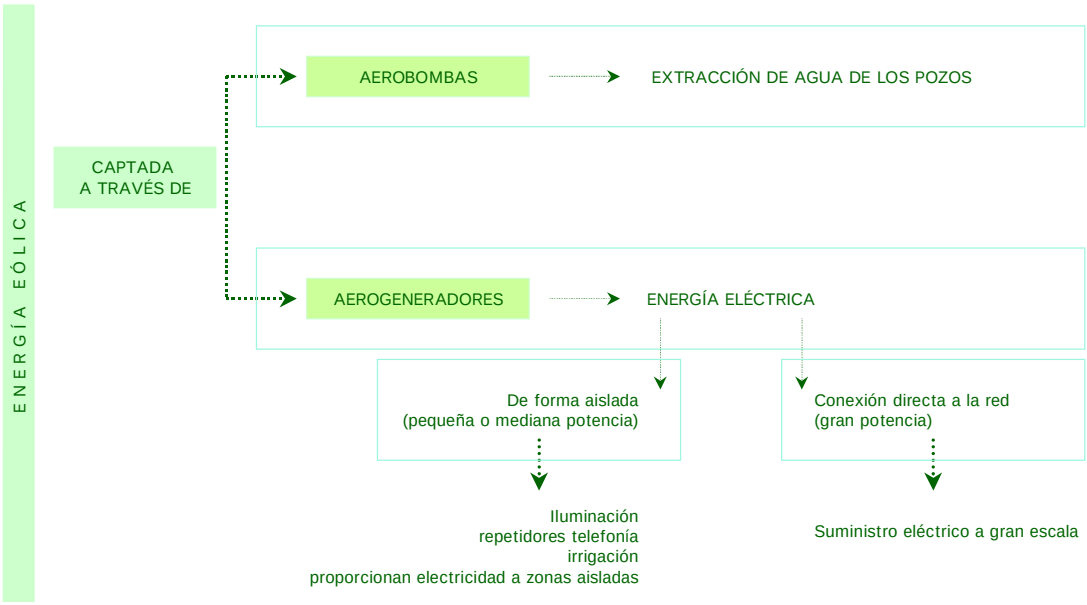
LA ENERGÍA EÓLICA EN ESPAÑA Y ANDALUCÍA:
SITUACIÓN Y PERSPECTIVAS

3. LA ENERGÍA EÓLICA EN ESPAÑA Y ANDALUCÍA: SITUACIÓN Y PERSPECTIVAS

3.1. Aspectos generales del sector eólico: conceptos y características

Los motivos que han llevado a potenciar la investigación, desarrollo y aplicaciones de las energías renovables, especialmente en el campo de la energía eólica, surgen de la preocupación por la degradación del medio ambiente y la conveniencia de disminuir la dependencia energética, así como aumentar la seguridad del suministro. Entre las fuentes energéticas renovables, la eólica constituye en la actualidad una de las más importantes, por ser el viento un recurso disponible, ecológico, sostenible y más barato, con elevados crecimientos anuales de potencia instalada en los últimos años.

ESQUEMA 3.1. Aprovechamiento de la **energía eólica**



Fuente: *Analistas Económicos de Andalucía*.

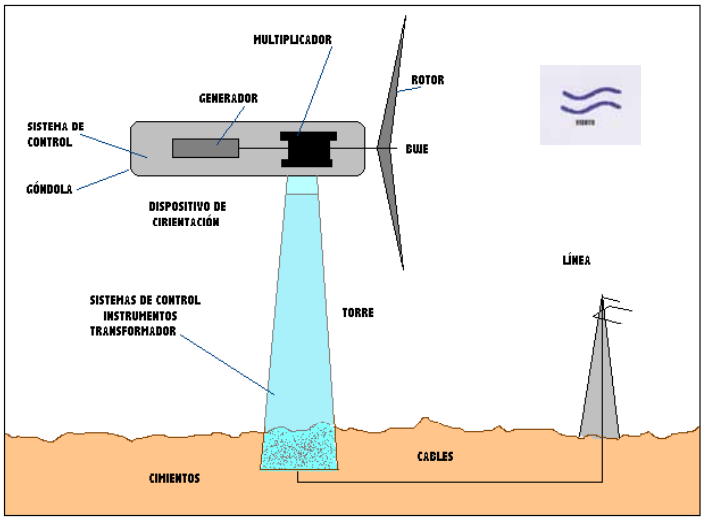
El aprovechamiento actual que se hace de la energía eólica, o energía cinética contenida en el viento, se concreta de dos formas: por una parte se utiliza un tipo de eólica que se conoce como aerobomba y se emplea para la extracción de agua de los pozos mediante la utilización de unos molinos a través de la energía mecánica, sin más ayuda que la del viento. El modelo de máquina más generalizado actualmente es el molino multipala de tipo americano. Por otra, se encuentran las instalaciones eólicas que llevan unidas un generador eléctrico y producen corriente cuando sopla el viento, que reciben el nombre de aerogeneradores. Los aerogeneradores pueden producir energía eléctrica de dos formas: de forma aislada o en conexión directa a la red de distribución convencional.

Las aplicaciones aisladas por medio de pequeña o mediana potencia se utilizan para usos domésticos o agrícolas (iluminación, pequeños electrodomésticos, bombeo, irrigación, etc.; en instalaciones industriales para desalación, repetidores aislados de telefonía, TV, instalaciones turísticas y deportivas, etc. En caso de estar condicionados por un horario o una continuidad se precisa introducir sistemas de baterías de acumulación o combinaciones con otro tipo de generadores eléctricos (grupos diesel, placas solares fotovoltaicas, centrales minihidráulicas, etc.). También se utilizan aerogeneradores de gran potencia en instalaciones aisladas, desalinización de agua marina, producción de hidrógeno, etc.

Las instalaciones eólicas de pequeño tamaño tienen un impacto visual y medioambiental prácticamente nulo, con un tamaño poco superior al de una antena parabólica. Además de poder utilizarse de forma aislada también pueden instalarse junto a paneles fotovoltaicos para proporcionar electricidad a zonas difícilmente alcanzables por la red eléctrica (viviendas aisladas, reservas naturales, estaciones meteorológicas, refugios alpinos, etc.). Los generadores eólicos de pequeño tamaño se utilizan también para alimentar los elementos de barcos de recreo (nevera, cuadro de control, luces, etc.). Conectados a la red nacional, finalmente, pueden integrar la energía necesaria a las infraestructuras turísticas (camping, hotel, puertos deportivos, turismo rural, etc.) y a todos los usuarios cercanos a zonas con viento. Con las microinstalaciones eólicas hay por lo tanto un espacio significativo para producir energía eléctrica en pequeña escala, de forma sostenible y compatible con el medioambiente.

La conexión directa a la red viene representada por la utilización de aerogeneradores de potencias grandes (más de 600 kW), aunque en determinados casos y gracias al apoyo de los Estados a las energías renovables, es factible la conexión de modelos más pequeños, siempre teniendo en cuenta los costes de enganche a la red (equipos y permisos). La mayor rentabilidad se obtiene a través de agrupaciones de máquinas de potencia conectadas entre sí y que vierten su energía conjuntamente a la red eléctrica, conformando unos sistemas que se denominan parques eólicos.

Una instalación eólica de tamaño industrial consta de una o más máquinas colocadas a una distancia adecuada las unas de las otras, para que no interfieran desde el punto de vista aerodinámico entre ellas. En la captación de la energía del viento se emplean turbinas adaptadas a cada aplicación en particular y a las condiciones energéticas del viento existente en cada emplazamiento seleccionado. Estas turbinas realizan, además de la captación, la transformación de la energía hasta dejarla en condiciones de poder ser utilizada, normalmente en forma de energía eléctrica o mecánica.



El proceso que siguen los aerogeneradores en su funcionamiento se inicia con la fuerza del viento que acciona las palas de la máquina (normalmente tres). Éstas se encuentran fijadas a un buje, que está conectado a un primer eje (llamado eje de baja velocidad) y gira a la misma velocidad angular

que el rotor. El eje de baja velocidad está conectado a un multiplicador del que sale un eje de alta velocidad e incorpora un generador eléctrico que produce la energía eléctrica canalizada por los cables a la red. Todos estos elementos se encuentran en la llamada góndola que se puede orientar según la dirección del viento y a su vez está situada sobre un soporte o torre anclada al terreno con cimientos de hormigón armado.

La góndola se completa con un sistema de control de la potencia y otro de control de la orientación. El primero tiene la doble función de regular la potencia en función de la velocidad del viento instantánea (haciendo funcionar la turbina lo más cerca posible de su potencia nominal) y de interrumpir el funcionamiento de la máquina en caso de viento excesivo. El segundo, en cambio, consta de un control continuo del paralelismo entre el eje de la máquina y la dirección del viento.

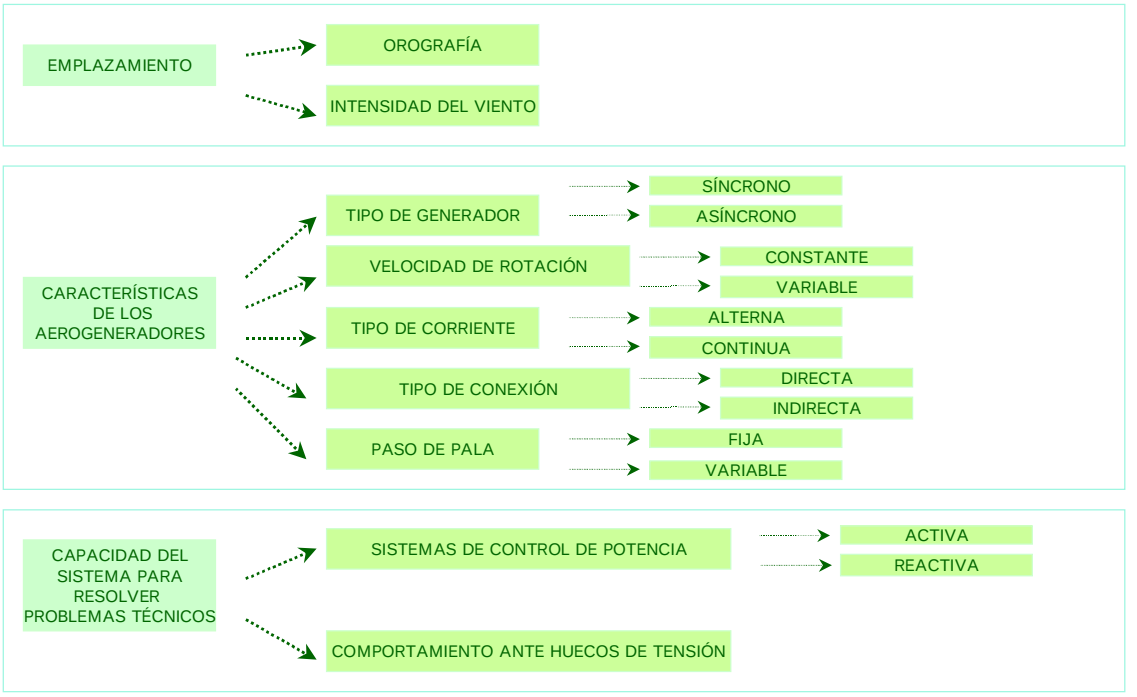
Los resultados obtenidos por el conjunto de aerogeneradores que configuran un parque eólico quedarán determinados por algunos factores que inciden en los procesos de captación de energía, transporte de la misma, control, etc.

En primer lugar hay que señalar que la ubicación del parque responde a un diseño sobre el territorio condicionado por la exposición al viento y el impacto visual, por lo que antes de decidir sobre la instalación de un sistema eólico es indispensable conocer adecuadamente las características del viento en el emplazamiento, para lo que será conveniente realizar estudios sobre la frecuencia, velocidad, duración y dirección del viento. Esto es así debido a que el rendimiento de las máquinas eólicas depende de la intensidad del viento: a igualdad de diámetro de las palas, al aumentar la velocidad del viento, la potencia teóricamente extraíble aumenta con el cubo de esta magnitud. A su vez, el factor de la intensidad se encuentra determinado por las características orográficas del terreno entre las que cabe destacar la rugosidad del mismo: en el mar el viento sopla con intensidad mayor al disminuir el rozamiento. Otro elemento a tener en cuenta es la orografía ya que en las zonas altas de las colinas se incrementa la velocidad del viento.

El aerogenerador tiene una potencia de generación variable en función de la velocidad del viento y las limitaciones provienen de dos aspectos distintos: por un lado, existe una potencia máxima generable para cada velocidad de viento y por otro, a velocidades altas de viento, la potencia nominal

del aerogenerador representa el límite. Una central eólica genera una potencia dependiente del viento instantáneo en cada aerogenerador y, si bien puede reducirse la potencia generada, se trata de una pérdida de generación que no podrá recuperarse en otro momento.

ESQUEMA 3.2. Factores que influyen en el funcionamiento de un **Parque Eólico**



Fuente: *Analistas Económicos de Andalucía*.

Estos factores físicos condicionan los requerimientos técnicos de las máquinas eólicas, limitando su funcionamiento y los períodos de activación de las mismas. Especial influencia tiene la velocidad del viento, en la que los parámetros de referencia son:

- Pueden ser activados con viento variable de 2 a 4 m/s (*velocidad de cut-in*)
- Cuando el viento alcanza la velocidad de 10–14 m/s (*velocidad nominal*), se activa un dispositivo de control de la potencia.
- Se paran cuando la velocidad del viento supera los 20-25 m/s (*velocidad de cut-off*).

En segundo lugar, ciertas características del aerogenerador pueden tener una repercusión en la eficiencia de su actividad. El progreso tecnológico ha dado lugar a la incorporación de mejoras en los sistemas para la captación de energía, localizadas en la estructura de los aerogeneradores y las características de los mismos. Como aproximación podemos destacar algunos conceptos como:

- El tipo de generador. El generador podrá ser de tipo síncrono, o asíncrono[1], cuya diferencia reside en que este último, también conocido como de inducción, posee un rotor de jaula, lo que le convierte en un aerogenerador muy fiable, comparativamente no muy caro y posee una propiedad mecánica muy útil: el deslizamiento del generador, que constituye la razón de su uso por delante del síncrono, en turbinas eólicas directamente conectadas a la red eléctrica, ya que la velocidad de un generador asíncrono variará con la fuerza de giro que se le aplique, lo que ocasiona una menor rotura y desgaste de la caja multiplicadora.

- El sistema de velocidad. Se distingue entre velocidad constante y variable y generalmente está asociado al tipo de conexión. La conexión indirecta a red permite hacer funcionar la turbina eólica a velocidad variable puesto que el rotor puede girar más rápidamente durante las ráfagas de viento y almacenar parte del exceso de energía, superando la limitación que aparece vinculada a la conexión directa. La velocidad variable además supone una ligera ventaja en términos de producción anual porque hace funcionar una máquina a la velocidad óptima de giro, dependiendo de la intensidad del viento.

- Tipo de corriente. El tipo de corriente utilizada (alterna o continua) determinará la necesidad de su conversión. Por ejemplo, las turbinas eólicas que utilizan generadores síncronos suelen usar imanes en el rotor alimentados por corriente continua de la red eléctrica. Dado que la red suministra corriente alterna, habrá que convertirla en continua por medio de transistores de potencia.

La operación de la red eléctrica se basa en tres ámbitos que aportan la estabilidad al sistema, ya referida anteriormente. El requisito principal es que la generación iguale al consumo en todo momento, por lo que se realiza una previsión del consumo, asegurando que se dispone de todas las

centrales necesarias para abastecer el consumo instantáneo. En tiempo real, la regulación de las centrales mantiene las variables de suministro (tensión y frecuencia) y en caso de faltas o anomalías en el sistema, las protecciones aseguran la limitación geográfica de los defectos y, por tanto, la estabilidad general del resto de la red eléctrica. La energía eólica es la primera fuente de energía que se desarrolla de forma distribuida y en la que la electrónica de potencia y los sistemas de control y de comunicaciones representan un elemento de gestión importante.

En el caso español, esta evolución ha motivado un cambio en la consideración de la energía eólica desde que se inició en 1985. El marcado carácter experimental de la misma hasta ese momento, ante la posición de las compañías eléctricas que la consideraban como una carga negativa que debía desconectarse de la red ante cualquier perturbación, se transformó en el inicio de una relación más estrecha entre las empresas eléctricas y la eólica a raíz de la publicación en el Boletín Oficial del Estado de una orden ministerial reguladora de las condiciones técnicas de conexión a la red de varias instalaciones. Esto se tradujo en un crecimiento de la energía tanto por volumen de potencia instalada, capacidad de producción, nivel de tensión a los que se conecta o potencia unitaria.

La búsqueda de la eficiencia y las posibilidades de negocio han contribuido al importante desarrollo de la energía eólica en Europa en la última década mediante las mejoras tecnológicas y la reducción de costes de la maquinaria eólica. De hecho actualmente se encuentran en el mercado máquinas eólicas de distintos tamaños, seguras y tecnológicamente fiables. De este modo, las instalaciones eólicas favorecen una mayor flexibilidad del suministro en nuestro país, contribuyendo por un lado a diversificar los recursos utilizados y por otro a paliar el alto déficit energético a partir del uso de fuentes propias, tratando de alcanzar una menor dependencia en nuestro balance energético.

Todo ello ha supuesto un importante reto para los fabricantes de aerogeneradores que tiene como resultado un salto cualitativo en la tecnología de uso y un cambio conceptual de la generación eólica dentro y por parte del sistema eléctrico. En los últimos años esto se ha traducido en un incremento de la potencia instalada y en la búsqueda de soluciones ante los problemas que han ido apareciendo en un sector emergente y con grandes perspectivas para el futuro.

---

1 El generador síncrono dispone de un imán en el centro que girará a una velocidad constante síncrona con la rotación del campo magnético, y el asíncrono girará ligeramente a menor velocidad que la síncrona del campo magnético.

3.2. Evolución histórica de la energía eólica en España

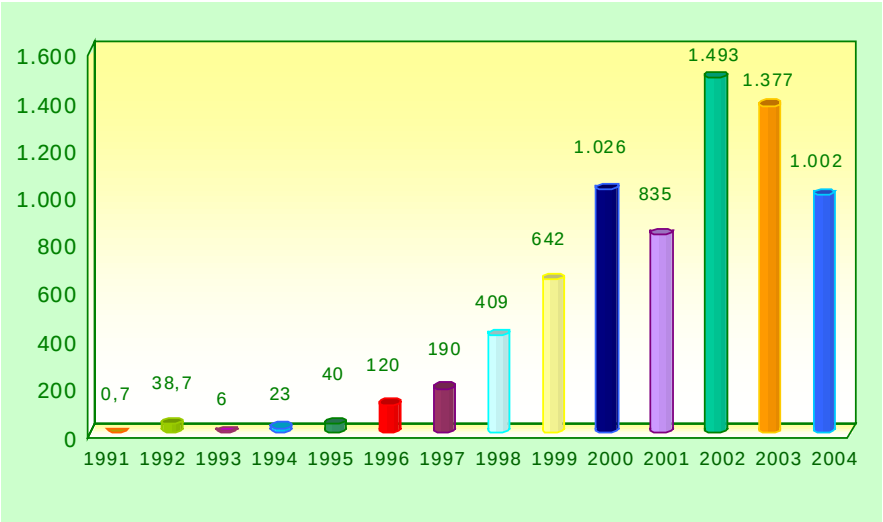
El impulso definitivo para el aprovechamiento del viento como fuente energética tiene su origen en la crisis energética de 1973 y el encarecimiento del precio del petróleo en el período 1973-1986. Este es el punto de inflexión para la aparición de una tecnología capaz de producir electricidad a precios competitivos con las fuentes energéticas tradicionales, partiendo de un medio caracterizado por ser natural, renovable y no contaminante.

En 1979, como se recoge en el Manual de Energía Eólica, el Ministerio de Industria y Energía, a través del Centro de Estudios de la Energía, puso en marcha el primer programa de investigación y desarrollo encaminado al aprovechamiento de la energía eólica para la obtención de electricidad. Un año más tarde se promulgó la Ley sobre Conservación de la Energía, de gran repercusión en el sector, dando lugar, entre los años 1981 y 1986, al desarrollo e instalación de máquinas de pequeña y mediana potencia. El primer paso fue el diseño y fabricación de una máquina experimental de 100 kW de potencia con un doble objetivo: utilizar la experiencia para facilitar su proyección a máquinas de mayor potencial (MW) y, por otra parte, que sirviera como prueba para el ensayo de nuevos diseños de componentes. Este primer generador estaba constituido por una turbina tripala de eje horizontal, de veinte metros de diámetro, que estaba diseñado para girar a 48 revoluciones por minuto y que fue emplazado, dadas las óptimas condiciones eólicas de la zona, en el Cerro del Cabrito, en Tarifa, tras un estudio previo de las curvas de potencial eólico en España, realizado por el Instituto de Técnica Aerospacial (INTA). Esta región se eligió por presentar un mayor número de horas de viento al año con un régimen de gran uniformidad y una intensidad de más de 500 W/m^2 de media anual.

La actividad de la Planta Experimental de Tarifa se inició en agosto de 1985, funcionando satisfactoriamente conectada a la red eléctrica pese a las limitaciones tecnológicas correspondientes a ese primer desarrollo nacional. Tenía algunos buenos criterios de diseño (como se ha demostrado posteriormente): palas de paso variable, revoluciones variables ante incremento del par torsor y asiento flexible del equipo motor sobre el bastidor. Fruto del interés de los estamentos públicos por el desarrollo de la energía eólica se puso en marcha en esos momentos el denominado Programa Energético UNESA-INI, que permitió el inicio del desarrollo tecnológico de los aerogeneradores

españoles con algunos de baja potencia (5, 14 y 30 kW), pero también con otros de una potencia mayor (150, 300 y 1250 kW), cuya consecuencia inmediata fue la fabricación de cinco máquinas de 20 kW que se ubicaron en el Ampurdán, dando lugar al primer parque eólico español, aunque este duraría pocos años. Entre 1986 y 1988 la Administración Española inició un programa de promoción institucional de pequeños parques eólicos configurados con máquinas de 30 kW, repartidos por toda la geografía española. Estas máquinas no contaban con ninguna novedad tecnológica, ya que eran turbinas tripalas según el concepto danés y no se planteó la posibilidad de adquirir conocimientos a partir del programa experimental ubicado en Tarifa.

Gráfico 3.1
Crecimiento de la Potencia eólica en España entre 1991-2004
(Megavatios)



Fuente: APPA.

Iniciada la década de los 90, se desarrollaron aerogeneradores españoles de 150 kW y 180 kW, dando comienzo a la competencia entre fabricantes españoles y a la implantación de las primeras instalaciones españolas de gran potencia. La aprobación en 1991 del Plan Energético Nacional recoge el objetivo de incrementar la producción realizada con energías renovables y propone una potencia instalada en el sector eólico de 168 MW para el año 2000. Desde los 7 MW instalados a finales de 1990, la potencia instalada ha crecido sustancialmente y durante los últimos años hay un creciente interés en el sector por parte de promotores, inversores e instituciones financieras en clara consonancia

con el mayor conocimiento de los recursos disponibles, la disminución del coste de las instalaciones, el avance de la tecnología y, principalmente debido a una legislación eléctrica muy favorable. Los primeros parques comerciales de España fueron promovidos en Andalucía por las sociedades “Plantas Eólicas del Sur” y “Energía Eólica del Estrecho”.

Dentro de este clima de desarrollo, en 1993 se instalaron las primeras unidades de 250 kW y 300 kW, de carácter nacional, que al año siguiente motivaron la creación de parques eólicos de mayor tamaño. Las iniciativas de apoyo de la Administración en este momento, en forma de legislación y tarifas adecuadas, unido al empuje de la empresa privada española y extranjera, permitió disponer de tecnologías desarrolladas al nivel de la industria internacional y también de precios más bajos.

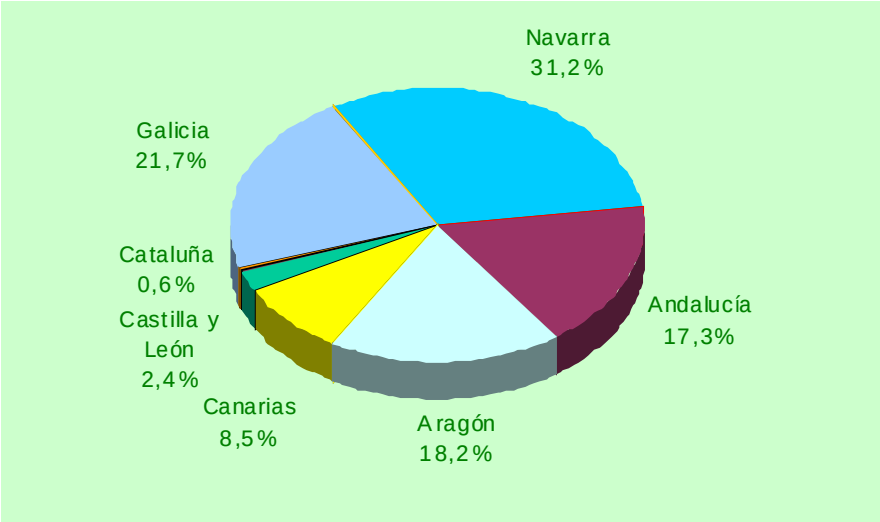
El punto de inflexión definitivo para el sector tuvo lugar en este momento, cuando tras años de estudios tecnológicos y tímidas incursiones en el desarrollo de proyectos, la andadura eólica persigue claros objetivos de rentabilidad, y se ve motivada por la elevada presencia de promotores, inversores y financiadores, y la casi total desaparición de subvenciones a fondo perdido. El avance tecnológico a partir de este momento fue extraordinario, así como la iniciativa inversora y el acondicionamiento y puesta en marcha de instalaciones eficientes. La colaboración entre empresas españolas, europeas y americanas ha permitido el desarrollo de una potente industria de aerogeneradores tanto con tecnologías foráneas como nacionales y su posterior implantación en los parques eólicos de todo el mundo. Como resultado de este proceso España se ha colocado a la vanguardia internacional tanto en tecnología como en potencia instalada, pese a algunos fracasos iniciales en las primeras tecnologías desarrolladas.

El Libro Blanco de la UE en 1996, resultado de los debates suscitados por el Libro Verde, fue el impulso definitivo para la energía eólica al establecer una estrategia y un plan de acción comunitarios para el uso de las fuentes de energía renovables. Las medidas que se incluyen pretenden reducir el consumo de las fuentes tradicionales teniendo como punto de partida que el 12 por ciento de la energía primaria y el 22,1 por ciento de la electricidad consumida en la Unión Europea proceda de fuentes renovables. Resulta innegable que esta aportación sólo se producirá con una mayor contribución de la energía eólica, que se convertirá en la auténtica protagonista de este proceso, lo que requiere el impulso de los proyectos de inversión destinados a la instalación de parques eólicos en

España. El objetivo concreto para la energía eólica es alcanzar 40.000 MW en el año 2020 en la Unión Europea, lo que significa producir el 3 por ciento de la generación eléctrica total prevista para ese año. La planificación propuesta se define en el marco de la UE, un contexto de liberación creciente hacia un Mercado único de la energía, donde se otorga a las energías renovables un tratamiento diferenciado.

El interés europeo por el fomento de las energías renovables se concretó en una contribución de 114 millones de euros en 1996, a través de inversiones directas del IDAE. Como consecuencia de esta situación, en abril de ese año había instalados en España 36 parques, con una potencia de 115 MW y en 1998, el sector eólico español empezaba a adquirir cierta relevancia, que se reflejaba en el empleo nacional proporcionando trabajo directo e indirecto en los sectores de promoción, implantación, fabricación, operación y mantenimiento de parques eólicos.

Gráfico 3.2
Energía eólica por CCAA en 1998



Fuente: Plataforma Empresarial Eólica.

Una de las carencias del área eólica en esos momentos era su concentración. Si bien la industria eólica comenzaba su desarrollo, éste se localizaba de forma significativa en apenas cuatro regiones y, por el momento, el resto aún no mostraba indicios de introducirse con garantías en el sector pese a su potencial disponible para esta actividad. La contribución de las Comunidades

Autónomas a la producción de energía eólica mostraba datos importantes en la zona norte, donde Navarra, con un 31,2 por ciento del total, Galicia y Aragón ostentan el liderazgo. Andalucía, perdida la hegemonía de los primeros años, se mantiene en cuarto lugar con un 17,3 por ciento de la energía eólica producida (ver gráfico).

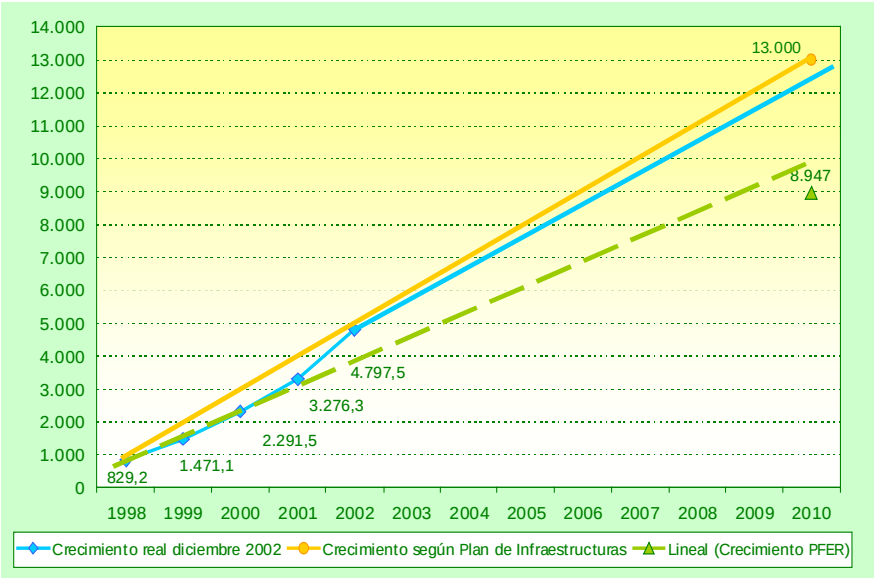
A partir de este año se producen dos novedades en materia reguladora de gran significación para el futuro del sector eólico. En primer lugar la entrada en vigor del Real Decreto sobre producción de energía eléctrica con recursos renovables, en un momento en el que la energía eólica representaba el 2 por ciento de la producción de energías renovables. En segundo lugar, la aprobación a finales de 1999 del **Plan de Fomento de la Energías Renovables para el período 2000-2010**. El Plan constituye una planificación de carácter indicativo que recoge los principales elementos y orientaciones para la articulación de una estrategia que logre que el crecimiento de cada una de las áreas de energías renovables pueda cubrir, en su conjunto, al menos el 12 por ciento del consumo de energía primaria en España en el año 2010, objetivo ya recogido por la Ley 54/1997 del Sector Eléctrico, lo que en términos absolutos supondría alcanzar, según el Plan, los 8.974 MW de potencia eólica instalada en ese año. La meta fijada, como ya se ha señalado, se encuentra en concordancia con lo establecido por la Unión Europea en el denominado Libro Blanco de las Energías Renovables.

El documento persigue por un lado una meta energética, ya que con la ejecución de este plan, además de cubrirse el 12,3 por ciento de la demanda total de energía en España con renovables, se busca alcanzar los principales objetivos trazados para la política energética nacional: la diversificación de las fuentes primarias para garantizar la seguridad en el suministro energético y la eficiencia en su utilización. Por otro lado, el Plan de Fomento se revela como un instrumento indispensable para alcanzar los compromisos adquiridos por España en el campo medioambiental, en concreto en materia de limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero. El Libro Verde marca la regulación sobre el comercio de los derechos de la emisión de estos gases en la UE y forma parte del conjunto de medidas encaminadas a cumplir los compromisos adoptados en el Protocolo de Kyoto, cuyo objetivo es doblar la cuota de consumo de energía primaria proveniente de energías renovables.

La puesta en marcha de las actuaciones para el desarrollo de este plan establece una base firme para el desarrollo de un nuevo panorama en el sector eólico en España. El análisis de la evolución de

algunos indicadores como la producción de energía y el nivel de inversiones en este campo constituyen una buena aproximación para valorar el comportamiento de la energía eólica ante estas nuevas políticas destinadas a fomentar las energías renovables. Por ello, considerando los resultados emitidos por la Administración referidos al primer tramo de aplicación del Plan de Fomento, que comprende el período 1999-2002, se concluye que la trayectoria seguida por la eólica es la que ha supuesto un mayor avance hasta el año 2002. Pese a que, desde una perspectiva general, no es posible adoptar una postura de optimismo sobre el grado de cumplimiento de las expectativas y del buen desarrollo de las actuaciones en el sector de las renovables, las previsiones en el sector eólico se han visto superadas ampliamente en aspectos como la potencia instalada, el número de parques eólicos establecidos o la energía generada en los mismos. Sobre el horizonte de las metas establecidas para el año 2006, con el fin de orientar el sector de las renovables a alcanzar los objetivos finales en el año 2010, el grado de cumplimiento de la energía eólica se encuentra por encima del resto de fuentes de energía y de la media del sector. En el período 1999-2002 la energía eólica ha alcanzado un 83,8 por ciento de los objetivos energéticos para el año 2006 (sólo superado por el área del biogás), así como un 74,2 por ciento en materia de inversiones, con un total acumulado hasta ese instante de 3.375 millones de euros.

Gráfico 3.3
Crecimiento real a diciembre de 2002 y comparativa con los objetivos del Plan de Fomento (Megavatios)



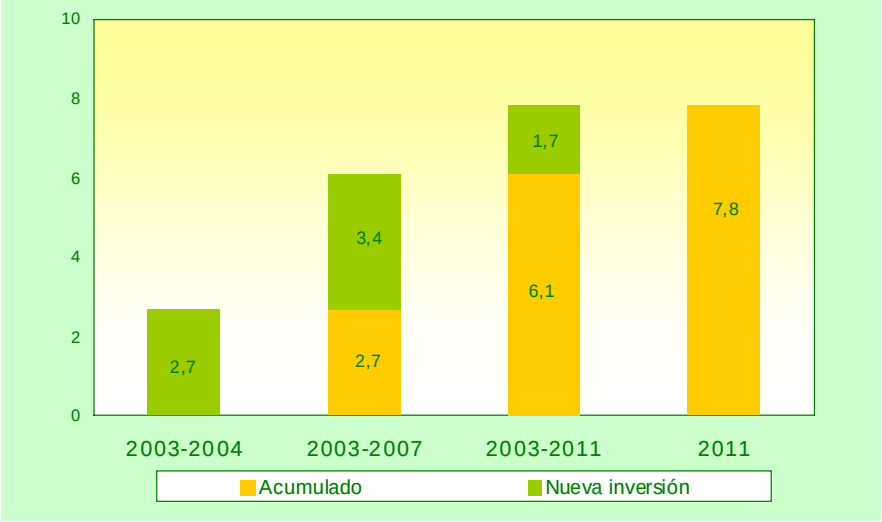
Fuente: IDAE y APPA.

Cuadro 3.1
Resultados sobre objetivos de energía eólica del Plan de Fomento de las energías renovables

Área tecnológica	Objetivos 1999-2006	Realizado 2002 s/obj 2006 (%)	Acumulado 1999-2002	% s/ objetivo 2006
(Millones de €)	4.549	28,9%	3.375	74,2%
(ktep)	986	33,6%	826,3	83,8%

Fuente: DGPEM.

Gráfico 3.4
Inversión estimada en generación eólica
2003-2011 (Miles de millones de €)



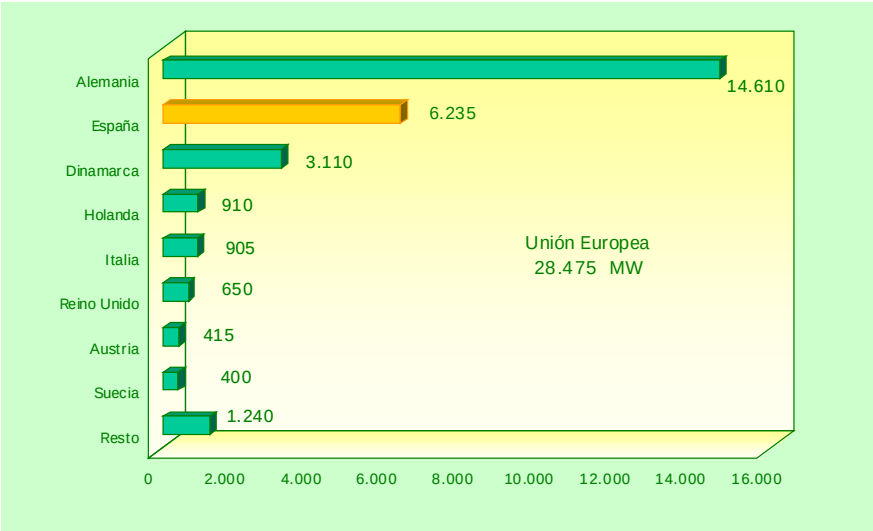
Fuente: MINECO, REE Y BCG.

A la luz de estos datos se confirma la importancia de la energía eólica para impulsar el sector de las energías renovables en el cumplimiento de sus objetivos a largo plazo. El objetivo es movilizar una inversión de 4.549 millones de euros, según el Estado, en el desarrollo eólico desde que se puso en marcha el Plan hasta el año 2006, cuya financiación corresponde en un 70 por ciento a fuentes privadas, un 17 por ciento a los propios promotores y el 13 por ciento restante a la concesión de ayudas públicas de procedencia nacional y comunitaria. Estos recursos contribuyen al fortalecimiento y conformación de un moderno tejido industrial para el sector a través del desarrollo y la puesta en el mercado de tecnologías propias que producirán unos efectos de importancia creciente sobre la

exportación, favoreciendo también de forma efectiva a la creación de empleo. En los años siguientes se pretende mantener ese nivel de inversiones para la industria eólica hasta el horizonte temporal marcado por los planes de desarrollo y fomento de las energías renovables. Así, las estimaciones en materia de inversión para el período 2003-2011 arrojan una cuantía total de 7.800 millones de euros distribuidos, de forma que se potencie con mayor intensidad el sector en el presente y con un menor peso de la inversión en los últimos años (ver gráfico).

En esta línea de análisis del sector hasta el momento, datos más recientes ofrecidos por APREAN a diciembre de 2004, señalan que España, con 8.263 MW instalados, es la segunda potencia mundial en energía eólica por detrás de Alemania con 16.600 MW y desbancando a los Estados Unidos con sus 6.800 MW que ocupa el tercer lugar. Esos 8.263 MW suponen más del 24 por ciento de lo que hay en toda la UE-15.

Gráfico 3.5
Potencia eólica instalada en la UE-15 a 31/12/2003
(Megavatios)

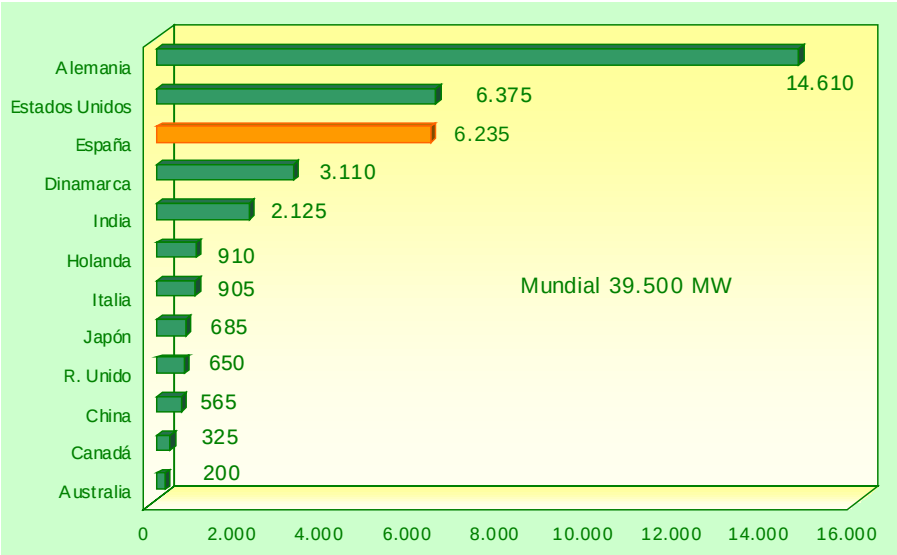


Fuente: IDAE Y EWEA.

Los parques eólicos españoles aportan un 6 por ciento de la electricidad que se consume, cuya significación se traduce en la capacidad para abastecer las necesidades domésticas de 3,4 millones de hogares de media aproximadamente, acompañada de un ritmo de crecimiento muy importante puesto

que la potencia eólica aumentó el último año en un 28 por ciento. El gobierno español espera que en el 2006 el 8 por ciento de la energía consumida en España sea renovable, y que en el 2010 la cifra llegue al 15 por ciento, superando las pretensiones europeas.

Gráfico 3.6
Potencia eólica instalada en el mundo a 31/12/2003
(Megavatios)



Fuente:IDAE Y EWEA.

En esta línea de desarrollo del sector de la energía eólica, también en fabricación España es uno de los referentes mundiales y, del mismo modo que sucede con el número de aerogeneradores instalados, se sitúa junto a la industria alemana y la estadounidense entre las tres más importantes. El trabajo pionero de las pequeñas y medianas empresas que apostaron por esta tecnología se ha visto apoyado por la inversión en I+D (según la Plataforma Empresarial Eólica, el sector invierte en investigación y desarrollo el 11 por ciento del valor añadido bruto de las empresas, cuando en España la media empresarial ronda el 1 por ciento). La continuidad en las medidas del Plan Energético propuestas por los partidos políticos gobernantes en los últimos años, centradas en las legislaciones de 1994 y 1997 favorecieron también este desarrollo, logrando alcanzar los 2.500 MW en el año 2000 cuando las primeras previsiones eran de 190.

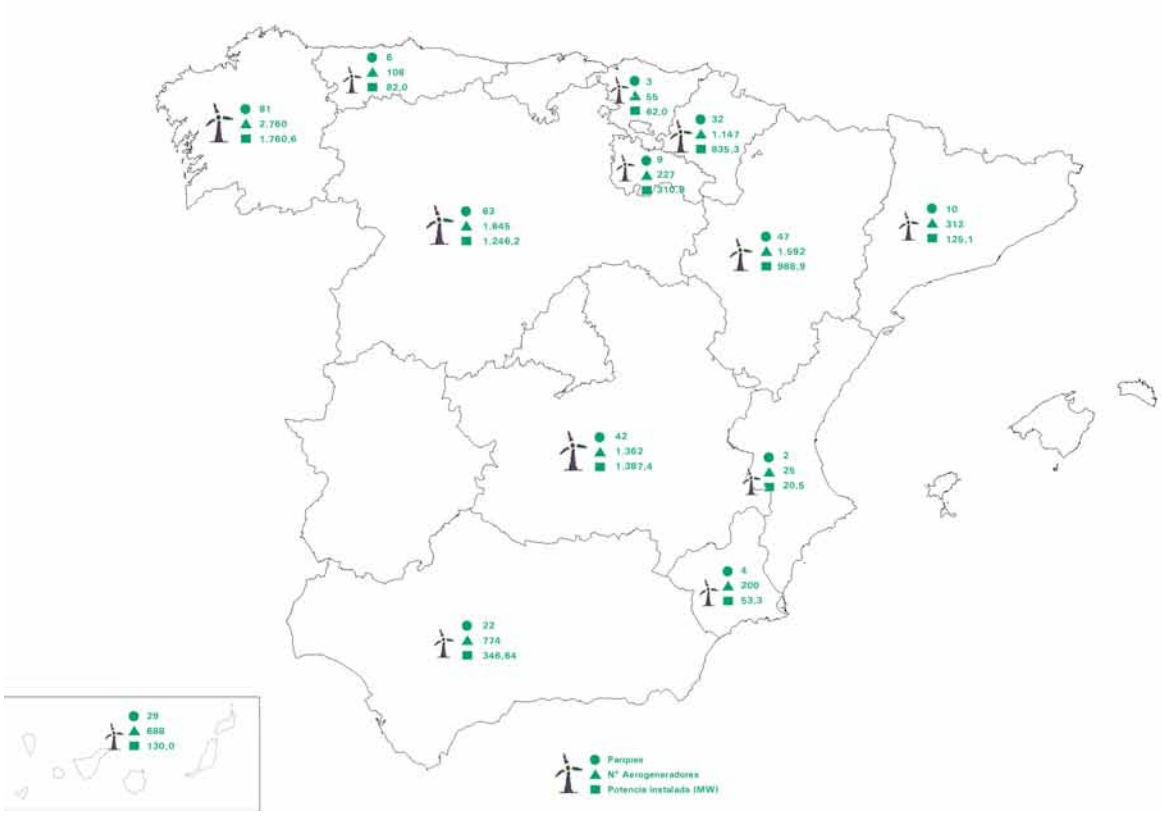
Desde el punto de vista regional, en los primeros años de desarrollo del sector, las comunidades con proyectos más ambiciosos se encontraban en Galicia, Andalucía, Canarias, Navarra

y Aragón, mientras que otras como Castilla La Mancha, Castilla y León y el País Vasco se ampararon en las subvenciones estatales debido a la pobre rentabilidad de las instalaciones proyectadas. Actualmente, el protagonismo de la eólica se reparte entre Galicia, Castilla-La Mancha, Castilla y León y Aragón (ver gráfico), resaltando como dato significativo que entre las tres primeras acaparan más del 50 por ciento de la energía eólica instalada en España.

Por tanto, puede concluirse que el impulso de España a la energía eólica, clara protagonista en el proceso de desarrollo de las energías renovables si se consideran las numerosas iniciativas que se han completado y los proyectos aún por realizar, ha sido muy importante. El desarrollo de las vías adecuadas en materia de regulación por parte de los países y regiones para tratar de cumplir los compromisos adquiridos con relación al ahorro de energía y al medioambiente, han marcado el camino para alcanzar los objetivos señalados. En este sentido es muy significativo el hecho de que en 1990 en España sólo había instalados 6 MW, cifra que se ha multiplicado por 1.000 en 14 años, destacando la progresión a partir de 1996, año en que se contaba sólo con 235 MW y a partir del cual se fue doblando la potencia, hasta alcanzar los 1.476 MW en 1999 (según datos de la APPA).

El éxito de la eólica, más allá del buen planteamiento del Plan realizado por parte del Gobierno, tiene tras de sí algunos otros factores destacables. Las autonomías, en el marco de cumplimiento de los objetivos acordados por la UE, el Estado español y el Protocolo de Kyoto han elaborado sus planes de desarrollo energético incidiendo especialmente en este tipo de energía y, conscientes de las posibilidades que se presentan en el sector, se han sumado al progreso de la energía eólica mediante medidas e iniciativas destinadas a reducir la dependencia energética, incrementando la potencia instalada y tratando de conseguir unos mayores niveles de producción eléctrica. Los objetivos establecidos por muchos de estos planes autonómicos han superado las previsiones del Plan Nacional en materia eólica, lo que ha llevado a realizar un planteamiento de revisión del mismo al alza, aprovechando la buena disposición de medidas y normativas que favorecen su evolución y el potencial eólico del que dispone España. Por otro lado, el rápido avance tecnológico y las posibilidades económicas que ofrece el sector, despiertan el interés de los inversores, dando lugar a la superación de los objetivos en unos niveles muy por encima de los marcados. Especialmente la participación de grandes empresas nacionales en el área de la energía, a través de inversiones en las regiones de

MAPA 3.1. MAPA EÓLICO NACIONAL (Diciembre 2004)



Fuente: Infopower, APREAN.

mayores posibilidades de instalación de aerogeneradores, contribuye en gran medida al aprovechamiento de esta fuente energética.

Esta situación se concretó en una revisión del Plan de Fomento de Energías Renovables, que se recoge en la Planificación Energética de los Sectores de la Electricidad y el Gas 2002-2011, donde cabe destacar la nueva distribución por regiones que se establece en materia de potencia eólica instalada prevista para el año 2011. El protagonismo de regiones como Castilla y León, Castilla-La Mancha, Andalucía y Galicia, que acaparan un importante número de proyectos se ve acompañado por el desarrollo de otras que por el momento no tenían una presencia relevante en esta industria como Madrid o la Comunidad Valenciana y que ya plantean un aumento en la instalación de parques eólicos.

Cuadro 3.2
Potencia instalada eólica prevista por CCAA. Año 2011

Comunidad Autónoma	Potencia Total (MW)
Andalucía	4.000
Aragón	3.200
Asturias	500
Cantabria	300
Castilla y León	6.579
Castilla La Mancha	4.452
Cataluña	1.073
Extremadura	-
Galicia	4.000
La Rioja	665
Madrid	50
Murcia	600
Navarra	1.536
País Vasco	250
Valencia	2.820
Total Peninsular año 2011	30.025

Fuente: Planificación de los sectores de la Electricidad y el Gas 2002-2011.

Más recientemente, el Gobierno ha hecho pública su intención de tener dispuesta, en el final de 2004 o al principio de 2005, una revisión completa y detallada del Plan de Fomento de Energías Renovables, emprendida por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio con la finalidad de revitalizarlo y dotarlo de mayor eficacia, al comprobar el bajo nivel de consecución de algunos de sus

objetivos. Esta reforma, se encuentra motivada por la percepción de que sin una modificación en el planteamiento establecido sobre determinadas áreas como la solar o la biomasa, no será posible el cumplimiento del objetivo primordial que se marcaba en que el 12 por ciento del consumo de energía primaria de España proceda de fuentes de energía renovables. La repercusión sobre los objetivos para determinadas energías como la eólica que continúa con su buen momento, será la de realizar una revisión al alza de los mismo, de manera que se elevará a 20.000 MW la potencia eólica instalada, desde los actuales 13.000 MW, cuando finalice la revisión de la estrategia, concretando la meta de multiplicar en más de tres veces la actual potencia eólica instalada en España. Como medida para impulsar el mayor desarrollo eólico, el Ministerio revisará el actual sistema de incentivos económicos a las energías verdes, que permite a sus productores vender su electricidad sumando una prima al precio de generación, posibilitando un mayor beneficio para los fabricantes de aerogeneradores y los grupos eléctricos nacionales. Además, este nuevo planteamiento en el documento, se encuentra respaldado por la reciente evolución al alza de los precios internacionales del crudo, que refuerzan la necesidad de trabajar en la promoción del consumo de energía alternativas. En las primeras consideraciones sobre la revisión se incluyen la identificación de agentes públicos y privados responsables de las medidas del Plan y la cuantificación de los recursos e inversiones que habrá que realizar para sacar adelante esta nueva estrategia.

Este planteamiento muestra la continuidad en el conjunto de actuaciones y proyectos, tanto presentes como futuros, destinadas a dotar a nuestro país de unas tecnologías limpias y autóctonas para generar energía, impulsando la reducción de emisiones contaminantes, además de reducir la dependencia exterior en el ámbito energético y contribuyendo a la construcción de un modelo energético sostenible.

*3.3. **El progreso tecnológico de la energía eólica en España***

La evolución que ha experimentado la tecnología eólica para la producción de energía eléctrica en las dos últimas décadas ha seguido un camino esencialmente basado en la optimización de los desarrollos tecnológicos existentes en los años ochenta y la aplicación de nuevas herramientas de diseño desarrolladas en los programas de I+D+i.

El progreso en la tecnología aplicada para la captación de energía eólica es perceptible, sobre todo, a través de la mejora de los aerogeneradores. Con la superación de unos inicios caracterizados por máquinas simples, de escasa potencia y con poca fiabilidad, se dio paso a aerogeneradores de una potencia nominal en torno a los 650 kW y un diámetro de rotor de mayores dimensiones, alcanzando los 45 metros. Este camino seguido durante veinte años ha desarrollado una tecnología eólica, tanto nacional como proveniente de transferencia extranjera, claramente madura para máquinas de media potencia, lo que ha permitido que España empezara a competir con garantía suficiente al nivel tecnológico de los países más avanzados en el sector. Esta situación de competencia entre fabricantes hizo que se trabajara especialmente en aspectos como la reducción de la emisión de ruido, la calidad de la energía entregada a la red, la búsqueda de nuevos materiales y, sobre todo, el desarrollo de máquinas de potencia superior a los 1.000 kW como objetivo inmediato de las tecnologías nacionales.

ESQUEMA 3.3. Evolución tecnológica de los aerogeneradores

INICIOS	TRANSICIÓN	PRESENTE
* ESCASA POTENCIA * POCA FIABILIDAD * COSTE ELEVADO	* MEDIA POTENCIA * INTERÉS POR: Calidad de suministro Reducción de la emisión de ruido * APARICIÓN DE COMPETENCIA	* POTENCIA ELEVADA * TAMAÑO MAYOR: Altura de torre y diámetro de rotor * CARACTERÍSTICAS: Tipo de generador: Asíncrono Sistema de Velocidad Variable Control de Potencia

Fuente: *Analistas Económicos de Andalucía*.

En la actualidad, el paso de los prototipos instalados con una potencia de 1,5 MW, los más vendidos en el año 2001, ha ido dejando su sitio a proyectos de máquinas de 2 MW. La tecnología más usada en las actuales instalaciones está constituida por aerogeneradores tripala a barlovento (más del 80 por ciento del total), con torre tubular y pudiendo alcanzar entre 60-90 m. de diámetro de rotor. Desde un enfoque técnico, se caracterizan también por ser de eje horizontal, de alta calidad de suministro eléctrico, bajo mantenimiento y una vida operativa superior a los 20 años. Estos diseños actuales de los aerogeneradores buscan la optimización del rendimiento energético de los emplazamientos con unos recursos eólicos concretos, por lo que el mercado admite modificaciones de altura de torre y diámetro de rotor, además de otras variaciones destinadas a la reducción del impacto visual y la disminución del ruido aerodinámico.

Hay que añadir que las investigaciones destinadas a alcanzar mejoras técnicas han motivado la incorporación de nuevos materiales en el proceso de fabricación. En el caso de las grandes máquinas se ha dejado a un lado la aplicación de madera, acero y aluminio para las palas de los aerogeneradores y se utilizan otros elementos como plásticos y resinas. Existe una tendencia clara hacia el uso de epoxy (generalmente resina de poliester) reforzado de carbono o de fibra de vidrio, cuyo uso se ha extendido en los últimos años. En cuanto a las turbinas pequeñas, es muy frecuente el uso de materiales plásticos, la mayoría inyectados, y solo algún fabricante usa madera.

La utilización en los últimos años de máquinas de gran tamaño ha permitido que se incremente la energía específica (kWh/m^2) por disponer de un mayor diámetro rotor y de una mayor altura de la torre (incremento de viento). Los cambios producidos en el tipo de generador permiten que hoy se hable de generadores doblemente inducidos y velocidad variable, dejando atrás los generadores síncronos, y de estudios sobre generadores de imanes permanentes multipolares. El control de la potencia generada por el aerogenerador se realiza esencialmente por dos métodos: control por pérdida aerodinámica y control por cambio de paso. A medida que aumenta el tamaño del mismo se va adoptando la tendencia de incorporar el cambio de paso y va desapareciendo la fabricación de paso fijo controlados por pérdida aerodinámica.

Asociada al tipo de generador tenemos sistemas de velocidad constante, de dos velocidades, de velocidad variable, y lo que se denomina como velocidad semivariable que se corresponde con

variaciones de velocidad en el entorno de un 10 por ciento respecto al valor nominal. Los sistemas que más han progresado en este sentido son los de velocidad variable, que suponen diseños con mejores características de comportamiento ante las bruscas variaciones de velocidad de viento, limitando el par y las cargas, reduciendo el ruido aerodinámico y mejorando la captura energética. Dentro de las diferentes opciones de velocidad variable, las dos más utilizadas son los generadores de inducción bobinados con doble alimentación y generadores síncronos multipolo de conexión directa.

El proceso de desarrollo de la tecnología eólica ha seguido un camino adecuado de adaptación a las necesidades de un sector en expansión. Prueba de ello es la situación que ocupa el sector eólico en nuestro país, que se encuentra entre los primeros a escala mundial por potencia eólica instalada, además de que las empresas de origen español dedicadas a la fabricación de aerogeneradores mantienen un elevado nivel competitivo frente a empresas extranjeras y desarrollan proyectos de relevancia en otros países. La mejora en las características de los aerogeneradores ha seguido una evolución basada sobre todo en el incremento de la potencia de los mismos desde los años 80, si bien se ha visto acompañada de mejoras en aspectos vinculados a éste como los sistemas de velocidad o los materiales empleados. Pero la trayectoria de progresión tecnológica, pese a ser un pilar fundamental, no puede asumir todo el peso para impulsar la energía eólica, por lo que debe ser acompañada de medidas reguladoras adecuadas.

La fabricación de máquinas más grandes y potentes, fruto de la investigación y mejora de los diseños, han aportado a la industria eólica algunos aspectos positivos para su desarrollo. En primer lugar, las economías de escala derivadas del incremento del tamaño de los aerogeneradores han dado lugar a una disminución del coste de los mismos a lo largo de los años con un precio por kW instalado que ha seguido una tendencia decreciente, situándose en la actualidad en torno a los 950 €/kW (cuando en el año 1984 ascendía a 1.800 € con máquinas de menor potencia) y acompañado por un incremento de la potencia de las máquinas y los parques eólicos. Este dato es más significativo si consideramos que dentro de la estructura de costes de inversión de un parque eólico, el asociado a los aerogeneradores supone en torno al 75 por ciento del total.

Los futuros desarrollos tecnológicos buscan la reducción de costes mediante la elección de conceptos simplificados como, por ejemplo, el uso de trenes de potencia modulares, diseños sin caja

de multiplicación, la reducción de cargas y desgastes mecánicos mediante articulaciones y sistemas de velocidad variable para reducir las fluctuaciones y mejorar la sincronización a la red. Se sigue una tendencia encaminada a conseguir trenes de potencia más ligeros y baratos.

Por otro lado, la investigación tecnológica contribuye al aumento del rendimiento pero no sólo por el uso de máquinas de una potencia mayor, sino porque el progreso en el estudio de factores como la ubicación o los avances en la aerodinámica han conseguido mejorarlo entre un 10 y un 45 por ciento. En España, el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (Ciemat) colabora con las investigaciones a través de varios proyectos con el apoyo institucional y económico del Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía (IDAE), encargándose de desarrollar fuentes energéticas alternativas, mejorar la utilización de los recursos y sistemas de generación de la energía y resolver los problemas de las empresas españolas en el ámbito de la energía y su repercusión en el medio ambiente.

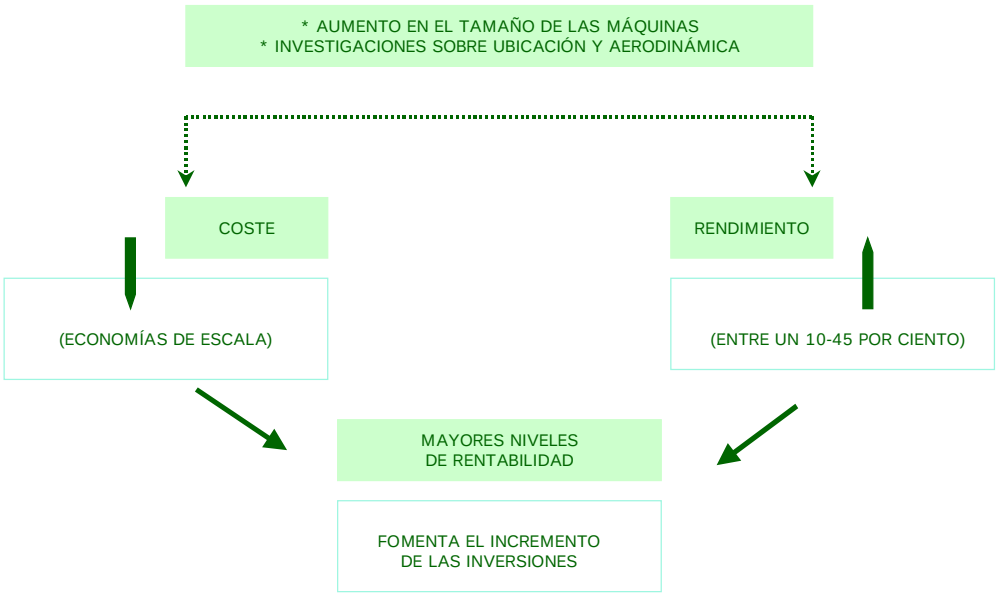
Por último, podemos afirmar que el alto grado de desarrollo alcanzado por la energía eólica en España ha sido posible por los aceptables niveles de rentabilidad que reporta la puesta en marcha de los proyectos de parques eólicos, aspecto en el que confluyen los dos puntos ya mencionados acerca de la disminución del coste y el incremento del rendimiento. Es indudable que el progreso en este sector se ha visto apoyado en los planteamientos establecidos por normativas nacionales, europeas y de carácter ambiental para cumplir objetivos como la protección de nuestro entorno o el ahorro de energía, pero las posibilidades de negocio que se desprenden del potencial existente en nuestro país ha sido un elemento determinante para su desarrollo.

La confianza depositada por personas y empresas en la obtención de beneficios mediante la producción de energía eléctrica a través de la eólica, han contribuido a que los objetivos establecidos en los planes energéticos nacionales y regionales de acuerdo con esta fuente renovable, se hayan visto sobrepasados con creces. Asimismo, se abren nuevas opciones de mercado con este tipo de energía, ya que la rentabilidad de las fuentes renovables ha animado a compañías como Iberdrola y Endesa a comercializar la electricidad procedente de estos recursos, que están libres de emisiones de dióxido de carbono y gases de efecto invernadero. De este modo se contribuye en cierta medida al proceso de

liberalización eléctrica a través de una oferta de electricidad generada a partir de energías renovables, y dirigida a cualquier consumidor interesado en contribuir con el medio ambiente.

Sin embargo, algunos datos muestran que pese a todo pueden existir casos en los que realizar inversiones en energía eólica no sea tan rentable. La información que se desprende de un estudio realizado por la Asociación de Productores de Energías Renovables así lo constata (Boletín APPA INFO Nº9 de diciembre de 2002), donde se pone de manifiesto que es falsa la idea instalada en ciertos ámbitos de que la energía eólica es una actividad con tasas de rentabilidad muy altas. Si bien es posible afirmar que determinadas instalaciones, que en su día pudieron elegir los mejores emplazamientos, tengan una buena rentabilidad, queda claro con este informe que la mayor parte de lo que se está instalando y, sobre todo, lo que debe instalarse todavía tendrá una rentabilidad muy moderada y los proyectos estarán permanentemente sometidos al riesgo de cambios regulatorios, subidas de tipos de interés e incógnitas, aún por despejar, como los gastos de mantenimiento cuando las máquinas vayan cumpliendo años.

ESQUEMA 3.4. Efectos del progreso tecnológico en energía eólica



Fuente: *Analistas Económicos de Andalucía*.

La obtención de rentabilidad a través de la explotación de un parque eólico se encuentra determinada por factores de diversa índole. En primer lugar, el progreso tecnológico ha repercutido en la eficiencia y el rendimiento en la manera en que permite la fabricación de aerogeneradores de mayor potencia, que tendrán la capacidad necesaria para sustituir a varios aerogeneradores más pequeños en su tarea de producción de energía, y contribuyendo a conseguir mejores resultados con un menor número de máquinas instaladas. Por otro lado, permite un mayor aprovechamiento de la energía mejorando las condiciones para el transporte hasta su destino final: el sistema de conexión a la red, ampliando las zonas de evacuación, reduciendo las pérdidas, etc.

Además, favorece la competitividad en el mercado de empresas españolas fabricantes de aerogeneradores que podrán posicionarse frente a las extranjeras con mayores garantías, aspirando a mayores beneficios y a una mayor cuota de mercado. También permite ampliar el número de localizaciones eólicas, ya que las máquinas más sofisticadas podrán captar los recursos eólicos de zonas aparentemente con menor potencial o de difícil acceso (por ejemplo los parques eólicos offshore).

Otro aspecto relacionado con la rentabilidad desde el punto de vista técnico, en este caso negativo, reside en la finalización del primer quinquenio de funcionamiento en muchos de los parques ya instalados, que pone de manifiesto el encarecimiento de los costes de mantenimiento para años sucesivos y la incertidumbre asociada a dichos costes, puesto que los fabricantes garantizan el mantenimiento a un precio cerrado hasta el quinto año pero no a partir del sexto.

En segundo lugar, los factores de localización inciden de manera importante en el rendimiento y el coste de un parque eólico, condicionando, por tanto, la rentabilidad del mismo. Especial relevancia tiene la disminución progresiva del recurso eólico en los emplazamientos libres en los que puedan instalarse nuevos parques, que se ve determinada por la orografía del terreno, y hace necesaria la utilización de aerogeneradores con mayores prestaciones, y por tanto más caros, con el fin de rentabilizar las inversiones. De esto se desprende que de un parque eólico con menor intensidad de viento, no sólo se producen menos kWh al año sino que las máquinas a utilizar son más caras y la inversión requerida será mayor, lo que repercute de un modo negativo en el objetivo de maximizar la rentabilidad.

Por último, haremos referencia a una serie de aspectos legales y de carácter administrativo que, pese a que se han contemplado de modo más exhaustivo en el capítulo inicial, por su influencia en la rentabilidad de los proyectos deben ser reflejados ahora.

En primer lugar hay que señalar que tras la incertidumbre retributiva existente en el sector para la generación en régimen especial en los últimos años, la entrada en vigor del R.D. 436/2004 ha dado lugar a un marco más favorable para el fomento de la industria eólica, con la vinculación de la evolución de los precios de las renovables, primas y precios fijos, a la Tarifa Media de Referencia. La estabilidad económica y retributiva, objetivo perseguido por los agentes vinculados al sector eólico que desde tiempo atrás vienen demandando un cambio regulatorio en este sentido, va a contribuir en gran medida para dar el impulso definitivo a esta actividad, que ahora contempla mayores posibilidades de eficiencia y tiene incentivos para la integración en el mercado y en la red eléctrica.

En segundo lugar, la política iniciada con el Plan Estratégico Regional de Educación Ambiental (PEREA) y seguida por las Autonomías de repercutir los costes de infraestructuras eléctricas a los promotores eólicos, además de los costes directos de conexión, no favorece los intereses de los inversores ante la implicación de un importante incremento de los costes de inversión y puede resultar un tema importante cuando los mejores emplazamientos den paso a otros de menor calidad de recurso eólico.

Por último, el retraso en los procedimientos administrativos relacionados con la conexión de los parques a las redes y necesarios para la obtención de las autorizaciones introduce incertidumbres adicionales e incrementa los costes asociados a los parques eólicos. También contribuyen a este retraso las diferencias entre las distintas normativas autonómicas, provocando que el tiempo medio para poner en marcha un proyecto eólico supere ya los cinco años.

Dejando a un lado la rentabilidad y retomando la importancia de la tecnología para la industria eólica, el futuro se encuentra marcado por el estímulo en el desarrollo del nuevo y ambicioso mercado de plantas eólicas en el mar, conocido como “offshore” o “mar adentro”, con unas perspectivas de instalación de más de 30 GW en la UE en los próximos años. Las previsiones incluidas en un estudio elaborado por Greenpeace indican que en el año 2020 España podría disponer de un potencial eólico

offshore de 25.520 MW instalados, lo que supondría una producción de electricidad equivalente al 35 por ciento de la demanda del año 2003 y un 16 por ciento superior a la producción de todas las centrales nucleares españolas en el mismo año. No obstante, no debe olvidarse que esta hipótesis de generación pasa inexorablemente por la mejora y rediseño de la capacidad de evacuación existente. El desarrollo de esta tecnología en los últimos años ha permitido que estas instalaciones se hayan convertido en una seria alternativa a tener en cuenta en el ámbito del fomento de las energías renovables.

Cuadro 3.3
Factores que influyen en la rentabilidad de un Parque Eólico

	POSITIVO	NEGATIVO
PROGRESO TECNOLÓGICO	- Mayor potencia de los aerogeneradores - Mejor aprovechamiento de la energía - Posibilita la instalación de proyectos en nuevas localizaciones - Mejora la competitividad de las empresas	- Incremento de los costes de mantenimiento
FACTORES DE LOCALIZACIÓN	- Proximidad de las zonas de evacuación - Condiciones óptimas en cuanto a la orografía y altitud	- Existencia de zonas con escaso recurso eólico, que requieren maquinaria de mayor coste
ASPECTOS LEGALES Y ADMINISTRATIVOS	- Planes de fomento de las energías renovables en el ámbito regional, nacional e internacional. - Nuevo marco retributivo (R.D. 436/2004)	- PEREA: aumento de costes de infraestructuras eléctricas a cargo de los promotores - Costes y retrasos administrativos

Fuente: *Analistas Económicos de Andalucía.*

A escala nacional se han elaborado varias propuestas de instalación de este tipo de parques eólicos marinos, como el proyectado entre Benicarló y Vinarós (Castellón) o la iniciativa planteada en el Delta del Ebro. Por otra parte existe un proyecto experimental de energía eólica mediante la

implantación de parques offshore en las islas Canarias, lugar idóneo por contar con unos vientos óptimos para el desarrollo de esta tecnología. El objetivo es comprobar como responden las máquinas ante condiciones de vientos constantes, moderados o fuertes, y así poder optimizar y ajustar las tecnologías.

En el ámbito autonómico, algunos estudios indican que la costa atlántica andaluza cuenta con áreas idóneas para la ejecución de proyectos offshore, tanto por recurso como por profundidad y características de los fondos, que podrían albergar una potencia notable en los próximos años. Esto ha motivado que cada vez aparezcan más propuestas de proyectos de parques eólicos de este tipo, entre los que pueden destacarse algunos recientes como el parque eólico marítimo del Cabo de Trafalgar, que ha sufrido alguna oposición basada en la idea de que la instalación de aerogeneradores en el mar acabaría con los caladeros, afectando concretamente a la ruta de los atunes durante su entrada al Mediterráneo. Por otro lado se encuentra el proyecto de parque eólico en el dique Juan Carlos I de Huelva, una ambiciosa obra de ingeniería compuesta por 58 aerogeneradores que irán instalados en espigones sobre el agua, paralelos al dique en una longitud de 10,5 kilómetros, con una potencia de 49,3 megavatios, y capaz de producir energía doméstica para toda la ciudad de Huelva. Este proyecto tiene la declaración de impacto ambiental favorable y la autorización administrativa de la Consejería de Empleo y Desarrollo Tecnológico y del Ministerio de Fomento, además de estar dentro de la Zona de Evacuación de Energía Eléctrica de Huelva.

Para que la aplicación de esta nueva tecnología alcance el éxito deseado hay que tener en cuenta algunas situaciones hipotéticas y efectos potenciales que pueden condicionarla (ver cuadro). Se trata de aspectos como la afección a la fauna marina, terrestre o aérea; la calidad del paisaje; el ruido de los aerogeneradores; los impactos de la instalación y la presencia de la línea de evacuación de electricidad en tierra; la restricción del tráfico marítimo de las embarcaciones de recreo; la eventual contaminación del agua por accidente; las zonas de mayor sensibilidad como rutas de navegación, pesca o valor ambiental o defensa; o las compensaciones económicas para actividades afectadas como la pesca, en definitiva factores que pueden influir en otros sectores y que pueden suponer un incremento en el coste de la explotación eólica. También se valoran aspectos positivos como son la producción de electricidad de forma más limpia, el menor impacto visual o el ahorro en la compra de espacio, pese a que se baraja un canon del agua y la inversión en conductos de evacuación es cara.

Cuadro 3.4 Repercusión del desarrollo de parques eólicos Offshore	
Ventajas	Inconvenientes
Producción de electricidad de forma más limpia	Afección a la fauna
Mayor recurso eólico	Mayor inversión y costes de mantenimiento
Menor impacto visual	Restricción al tráfico marino
Ahorro en la compra de espacio	Posible contaminación
	Compensaciones económicas sectores afectados

*3.4. **La conexión a red de la generación eólica***

3.4.1. Descripción del sistema eléctrico y adaptación de la generación eólica

La conexión a la red es un aspecto determinante en el proceso de integración de la generación eólica al sistema eléctrico, pero hay que tener en cuenta que el carácter aleatorio del viento impide la garantía de potencia, si bien sí puede garantizar niveles de producción en rangos de tiempo, lo que hace que este proceso en la energía eólica sea diferente al de otras fuentes energéticas. La importancia de los factores técnicos para el correcto funcionamiento del sistema, revela la necesidad de actuar con previsión para superar las dificultades que puedan aparecer en un contexto marcado por los objetivos de incremento en la aportación que debe realizar esta fuente al consumo de energía eléctrica.

Para conseguir identificar los problemas que pueden plantearse en relación con esta integración, será necesario en primer lugar, destacar las peculiaridades del sistema eléctrico para posteriormente considerar en qué manera puede verse afectado por una energía como la eólica, con sus características propias. Un rasgo esencial del sistema es que se tiene que cumplir en cada momento la igualdad entre la demanda y la generación, limitación debida a que, con los medios tecnológicos de

que se dispone en la actualidad, la energía eléctrica no se puede almacenar. En este sentido, el carácter variable de la demanda dificulta su predicción. A pesar de que se han logrado unos márgenes de acierto muy aceptables, es imposible hacer una predicción exacta, ya que la evolución diaria de la demanda y la generación se ve afectada por variaciones lentas y determinados picos a ciertas horas del día. Con objeto de corregir esta leves fluctuaciones, el ordenador del sistema automático de generación envía órdenes a ciertos generadores que están en generación secundaria (funcionan a media potencia) para conseguir que generen más o menos y compensar los desajustes.

Dada la lentitud de los cambios de la demanda, que permitirán el arranque y parada de los grupos de generadores, es imprescindible la utilización de generadores que sean los más adecuados desde el punto de vista de la eficiencia, y al realizar la elección de los mismos habrá que tener en cuenta que necesitarán un tiempo para desarrollar estas paradas y arranques, que dependerá de la tecnología. De acuerdo con lo anterior, el programa de generación se prepara con al menos un día de antelación teniendo en cuenta la demanda prevista, realizando un cálculo basado en el mismo día de la semana de años anteriores, corregida por la laboralidad y la temperatura.

Otra característica del sector eléctrico a tener en cuenta es que un 70 por ciento de la generación se hace con grupos de 500 MW de potencia y superiores, alejados de los centros de consumo bien por estar el recurso lejos (carbón e hidráulicas), bien por seguridad. Esta situación provoca el aumento de las pérdidas de transporte y una mayor fragilidad del sistema, al poder verse afectado gravemente por la pérdida de un grupo o una central.

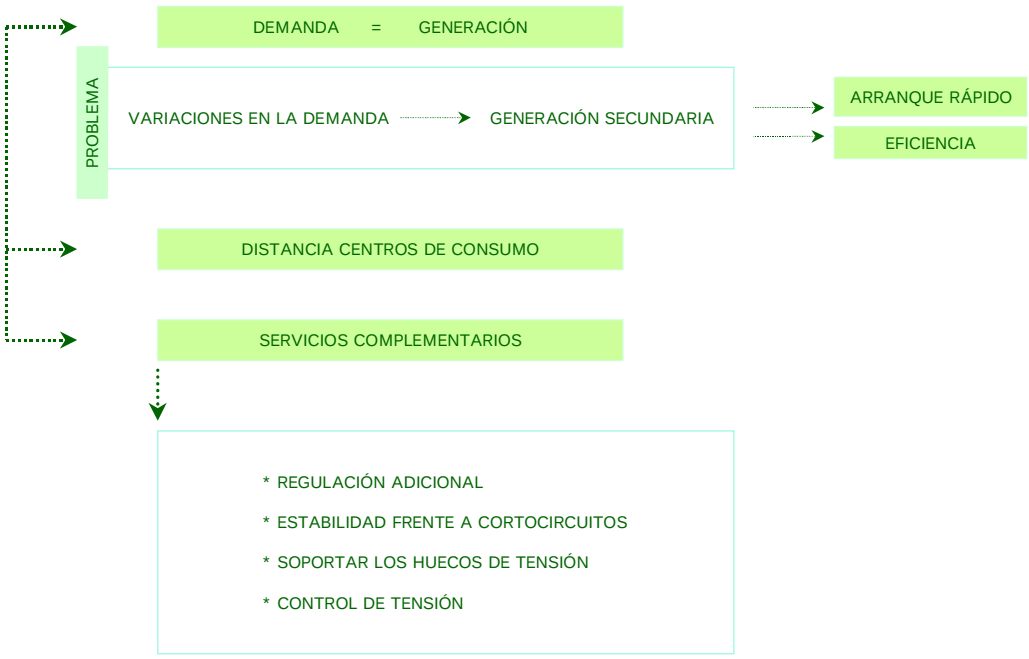
Por otro lado, además de la producción de energía, los generadores aportan otros servicios necesarios para la estabilidad y la seguridad del sistema, que son los que tendrían que aportar los aerogeneradores eólicos si participaran en un régimen de igualdad con respecto al resto de los productores.

En primer lugar, la participación de los servicios complementarios de regulación primaria, secundaria y terciaria se hacen muy necesarios frente al carácter variable de la demanda. La operación del sistema eléctrico consiste en entregar una energía controlada al consumidor manteniendo constante la frecuencia, que mide la igualdad entre generación y consumo. Para mantenerla estable es necesario

conseguir un perfecto balance entre la potencia generada y la potencia consumida, pero dado que las previsiones de ambas no se van a corresponder con la realidad, habrá que disponer de una reserva de generación que pueda absorber las variaciones de demanda que tengan lugar en el sistema.

En segundo lugar, el suministro de energía eléctrica a los consumidores se realiza a un rango de tensión fijado. El control de tensión de los nudos del sistema eléctrico, pese a tener unos límites menos estrictos que en el caso de la frecuencia, tiene que mantener constante la tensión de alimentación a los usuarios del sistema, lo cual depende en gran medida de la gestión de las redes de distribución.

ESQUEMA 3.5. Características del Sistema eléctrico



Fuente: *Analistas Económicos de Andalucía*.

En tercer lugar, la estabilidad del sistema se ve afectada cuando se produce un cortocircuito o falta en la red, ya que la corriente suministrada por los generadores aumenta de forma importante. Esto

pone en peligro a los propios generadores y otros equipos conectados a la red, por lo que tendrá que reducirse cuanto antes la corriente hasta valores cercanos al nominal desconectando los equipos en falta de la red y abriendo los interruptores de potencia que están a ambos lados del equipo en falta.

Por último encontramos otro servicio relacionado con la estabilidad que está referido a la aptitud del generador para soportar huecos de tensión. En las redes de transmisión se producen de forma habitual cortocircuitos con distinto grado de severidad, produciendo una caída de tensión brusca que se propaga por todo el sistema. Esto constituye un hueco de tensión que aumenta la velocidad del generador, pudiendo incrementar el ángulo de potencia del generador con la red y provocando la pérdida del sincronismo, lo que genera que actúen las protecciones y se desconecte del sistema.

Tras esta aproximación a las características del sistema eléctrico y a las situaciones más relevantes de su funcionamiento, nos centraremos en la manera en que la energía eólica se adapta a ellas para concretar su integración a la red. En este contexto, hay que matizar la percepción negativa que se tiene acerca de la participación de la energía eólica en la generación del sistema eléctrico por su impredictibilidad, puesto que la propia demanda eléctrica es también de naturaleza aleatoria, sujeta a variaciones impredecibles, disparo de grupos, averías no programadas, etc. Además en lo que al transporte se refiere es frecuente la aparición de disparos de líneas que hacen de la operación del sistema eléctrico un asunto altamente complejo.

Respecto al desarrollo de la propia energía eólica en este campo, hay que destacar los esfuerzos por reducir la impredictibilidad con el empleo de programas cada vez más fiables y con menores errores. Por otra parte, al estar distribuida, a este tipo de energía le afectan menos las faltas de líneas y su amplia implantación geográfica suaviza las variaciones de energía. Ante dificultades como posibles disparos de centrales eólicas, su reducido tamaño minimiza el impacto sobre la generación, aún en el caso de varias centrales acopladas a un mismo nudo.

Pese a estos factores positivos, hay que tener en consideración una serie de problemas de la eólica con relación a la conexión a la red. En lo referente a las dificultades que plantean las turbinas eólicas, cabe destacar que hasta hace poco las unidades eólicas eran tratadas por el gestor de la red como pequeños generadores que había que retirar en cuanto hubiera alguna perturbación en la misma

para no perjudicar su recuperación, pudiendo provocar la inestabilidad del sistema. Los códigos eléctricos de conexión de hace algunos años, entre ellos el vigente código español del año 1985, establecían que ante una tensión del 85 por ciento de su valor, los aerogeneradores tenían que desconectarse. Sin embargo, ante el aumento de la potencia eólica conectada, ello supondría que al producirse una falta, y con ello un hueco de tensión, si ésta era inferior al 85 por ciento de la nominal dispararían un número importante de parques eólicos conectados. Esta situación llevó a las compañías eléctricas a variar completamente su estrategia respecto a la generación, imponiendo que tenían que soportar los huecos de tensión, previamente establecidos, permaneciendo conectados y contribuyendo a la estabilidad de la red, lo cual supuso un enorme cambio de política respecto a las prestaciones de la eólica.

Se puede hablar en los mismos términos de la regulación de tensión, dado que, según los códigos de conexión existentes, actualmente se obliga a todos los generadores eólicos a participar en el control de potencia reactiva, cuyo objeto es mantener la tensión en un nivel estable que asegure una adecuada calidad de potencia. En cuanto a la participación de los parques en la regulación de frecuencia hay que señalar que la estrategia de explotación es la de obtener el máximo de potencia, lo que impide el control de la frecuencia, ocasionando que sólo sacrificando parte de la producción quede margen para la regulación. Por ello se debería evitar el uso de los parques para la regulación de la frecuencia, utilizando para ello las centrales hidráulicas o de gas.

Otro aspecto ampliamente expuesto por los gestores de la red y las compañías eléctricas es la dificultad de predecir y poder tener preparada la energía eólica necesaria un día antes para poder confeccionar los programas de producción. Este hecho se traduce en la imposibilidad de garantizar la potencia y que la explotación del sistema no pueda contar con su disponibilidad previa. Ante esto los promotores preparan junto a las compañías los programas de predictibilidad eólica que permitan indicar la producción que se puede conseguir para horizontes de 24 horas y superiores.

Por último, se buscan soluciones para incrementar la disponibilidad de la energía eólica, en torno al 20 por ciento de media anual sobre la potencia instalada, como las planteadas acerca de la ampliación de los intercambios entre redes nacionales posibilitando que exista un excedente de

energía eólica en otra parte de Europa, aunque para ello se hace necesario disponer de capacidad ociosa.

Da la impresión de que la energía eólica tiene unas características que la hacen altamente incontrolable y que tiene que reducir su crecimiento bajo el riesgo de poner en peligro la seguridad del sistema, pero es posible alcanzar un marco de estabilidad con el esfuerzo de los promotores, la industria eólica y la implantación de las medidas correctoras adecuadas para aprovechar plenamente las ventajas de la eólica sin causar problemas a la explotación de la red.

La mayor participación de la energía eólica en el sistema eléctrico es fruto de la adaptación de los planes nacionales a las directrices establecidas por la Unión Europea para tratar de conseguir que las fuentes de energía renovables tengan un mayor protagonismo en la generación de electricidad. El éxito de la energía eólica ha producido un espectacular incremento del número y potencia de sus instalaciones, con ambiciosas y prometedoras expectativas y ya se piensa en tener 50.000 MW instalados en Europa en 2010. La meta de tener un 12 por ciento de la producción de electricidad procedente de renovables se podría cumplir en España para el horizonte temporal establecido de acuerdo con el plan concretado en el informe de “Planificación de los sectores de la electricidad y el Gas” del Ministerio de Economía.

Este informe estima unos resultados acerca del potencial máximo de generación eólica para nuestro país en el horizonte temporal del año 2011. El estudio se lleva a cabo sometiendo el planteamiento inicial sobre la situación eólica nacional a una serie de perturbaciones como los cortocircuitos, la pérdida de generación síncrona o la variación en la velocidad del viento, teniendo en cuenta los criterios de funcionamiento de las protecciones del sistema. Se consideran además otras hipótesis que tienen influencia sobre el análisis: la distribución geográfica de los parques eólicos, la tecnología o características de los aerogeneradores y el intercambio previo con Francia en lo referente a importación de energía.

Como resultado del estudio, tras considerar las simulaciones y perturbaciones, se han determinado unas cantidades máximas de generación eólica vertida a la red tales que no reduzcan la

seguridad del sistema. Éstas dependen de la situación de demanda y de la temporización de la protección de mínima tensión asociada a los parques eólicos:

- Situación de punta: se considera que el límite de generación eólica inyectada en el sistema es de 10.000 MW (siempre que se temporice el disparo de los generadores eólicos por mínima tensión hasta 500 ms.).
- Situación de valle: dependiendo de la temporización de los relés de mínima tensión de los generadores eólicos, se considera admisible para una temporización de 500 ms un límite de generación eólica inyectada en el sistema de 3.000 MW, y para una temporización de 1s un límite de 5.000 MW.

La necesidad de salvaguardar la garantía de suministro, y especialmente la de no perder la interconexión eléctrica con Europa, exige la limitación de la producción eólica en las distintas situaciones horarias de operación. La consideración de dichas posibilidades de producción permiten dimensionar de forma preliminar la generación eólica admisible en el sistema eléctrico peninsular español en una potencia instalada máxima del orden de 13.000 MW, además de dotar a los parques eólicos del equipamiento que sea necesario para que su respuesta ante las perturbaciones de tensión en el sistema sea adecuada y no se produzcan desconexiones intempestivas.

Cuadro 3.5
Aporte de la energía eólica sobre la demanda total de energía para Andalucía y España

	2003	2010
ANDALUCÍA	237 MW x 2.300 horas = 0,5451 tWh 0,5451 tWh / 30,516 Twh = 1,8%	4.000 MW x 2.300 horas = 9,2 tWh 9,2 tWh / 35,48 tWh = 25,9 %
ESPAÑA	6.235 MW x 2.300 horas = 14,34 tWh 14,34 tWh / 237 tWh = 6,05%	13.000 MW x 2.300 horas = 29,9 tWh 29,9 tWh / 276 tWh = 10,8%

Fuente: IDAE, CNE y *Analistas Económicos de Andalucía*.

Con la potencia instalada que se pretende conseguir y se ajusta a las posibilidades de evacuación, de 13.000 MW para España y 4.000 para Andalucía en el horizonte del año 2010, y considerando un tiempo medio equivalente de funcionamiento de todos los parques de 2.300 horas al año, podemos estimar la contribución de la energía eólica al consumo de energía eléctrica para ese año. Si comparamos esos datos con los disponibles actualmente, observamos la evolución positiva de la eólica en materia de aporte energético bajo la hipótesis de cumplimiento de los mencionados objetivos de potencia instalada, establecidos en los Planes Energéticos nacional y regional.

El 10,8 por ciento a escala nacional, completado con la aportación de otras energías renovables, podría llegar al objetivo marcado por la Unión Europea de que el 12 por ciento de la energía consumida en ese año sea generada por fuentes renovables. Para el caso andaluz, el aporte de energía superaría con creces las previsiones consideradas, ya que si se logra el reto planteado de alcanzar los 4.000 MW de potencia instalada podría cubrirse la cuarta parte del consumo de energía eléctrica de la región. Aunque por el momento esta situación no parece fácil de conseguir, las metas recogidas en el LEAN son más ambiciosas que las marcadas en el ámbito europeo y nacional puesto que el objetivo andaluz es alcanzar que el 15 por ciento de la demanda proceda de fuentes renovables, superando la previsión de España y la UE ya mencionada, lo que permitiría a la región recuperar el liderazgo que ostentaba durante los inicios de la energía eólica en España.

Retomando la importancia de conocer los niveles de evacuación que el sistema puede tolerar, hay que señalar que la predicción no sólo se convierte en un requisito de los parques eólicos conectados a red, tanto si optan por participar en el mercado como si no lo hacen, sino que además contribuye a la mejora de la gestión de los mismos. Si se dispone de la previsión del viento de los próximos días es posible optimizar las tareas de operación y mantenimiento, evitando los costes asociados a las paradas en momentos de mucho viento. Se trata de uno de los elementos clave que minimiza algunas de las barreras técnicas que pueden condicionar el futuro desarrollo de la energía eólica y que será analizado por todos los agentes del sector.

Hasta el momento, REE planifica la generación y el consumo sin contar con la eólica. Toda la energía generada por la fuerza del viento que se produce se consume, pero no hay previsiones de cuánta se va a generar cada día en el futuro. Esta situación queda modificada a raíz de la entrada en

vigor del R.D. 436/2004 que obligará a los parques a anunciar con antelación cuántos kW van a producir (con una desviación máxima del 20 por ciento) para que su electricidad pueda ser ofertada en OMEL (Operador del Mercado Ibérico de Energía) y entre a formar parte de la planificación de REE.

3.4.2. Capacidad de suministro y evacuación en España y Andalucía: problemas de la red de transporte

Uno de los mayores problemas a los que se enfrenta el sector eólico es la evacuación de la energía eléctrica producida, agudizado por la falta de una infraestructura eléctrica adecuada que incrementa gravemente los costes de muchas instalaciones. La capacidad necesaria de la red de transporte debe evaluarse a través de criterios de seguridad, regularidad y calidad del suministro, valoración que no debe referirse únicamente a la capacidad actual de dicha red, sino que también contempla la posibilidad de que se refuerce la misma cuando el acceso de terceros así lo requiera.

El análisis sobre la capacidad de la red de transporte que recoge el documento de "Planificación de los Sectores de la Electricidad y el Gas 2002-2011" se centra en estudios de flujo de cargas, de cortocircuitos o de estabilidad, mediante los cuales se determinan las características básicas de la red. Estos análisis consideran escenarios sometidos a diversas condiciones, factores estacionales, hidrológicos, puntas horarias más representativas, planteando tanto la disponibilidad de todos los elementos del sistema como las indisponibilidades por fallo de equipos o mantenimiento, es decir, casos desfavorables pero razonablemente de aplicación. Los resultados de estos estudios hacen concluir que, debido a la variada casuística relacionada con la capacidad de red de transporte para asumir nueva generación y nueva demanda, las conclusiones deben tomarse con carácter general, no excluyendo la necesidad de realizar un análisis particular para cada solicitud de acceso a la red de transporte.

El estudio mencionado, que se recoge en el documento de planificación, se centra en el análisis de seis zonas para determinar los incrementos admisibles en la capacidad de evacuación y suministro previstos para el año 2002-2003, tratando de alcanzar mejoras en el funcionamiento de una red de mayores garantías para cubrir el consumo eléctrico. Se muestran para cada zona los valores medios de esos incrementos en el ámbito de 400 y 220 kW y un valor medio de los escenarios

considerados. Siguiendo esta estructura puede observarse que la Zona Sur, con sus trece nudos para una tensión de 400 kW, no se encuentra entre las mejores en cuanto a niveles adicionales de evacuación y suministro, del mismo modo que sucede con los 45 nudos de 200 kW en cuanto a capacidad adicional de suministro, si bien presenta mejores niveles con relación a otras zonas en cuanto a evacuación.

Cuadro 3.6
Capacidad de evacuación y suministro adicional media (MW)

Tensión	Zona (nº nudos)	Evacuación		Suministro
		Media de los escenarios		Media escenarios
		Sin TD	Con TD	
400 kW	Noroeste (18)	1.002	1.547	1.474
	Norte (21)	1.197	1.646	1.322
	Nordeste(21)	1.038	1.750	1.242
	Centro(15)	1.039	1.963	1.201
	Levante(17)	1.963	2.482	1.423
	Sur(13)	754	1.528	957
	Media 400 kW	1.178	1.816	1.286
200 kW	Noroeste (68)	344	466	426
	Norte (88)	538	686	423
	Nordeste (92)	453	567	333
	Centro (76)	424	642	194
	Levante (31)	645	791	419
	Sur (45)	495	643	169
	Media 200 kW	467	616	330

TD: teledisparo

Fuente: Planificación de los Sectores de la Electricidad y el Gas 2002-2011.

Al considerar la capacidad de evacuación se tiene en cuenta la posible introducción de un sistema conocido como teledisparo de generación, que permite el desacoplamiento instantáneo, parcial o total, de una central como actuación automática asociada a un eventual fallo de red de transporte y en prevención de sobrecargas en otros elementos de la misma.

Del estudio se desprende que, en el ámbito nacional, la capacidad de evacuación de nueva generación se sitúa en el entorno de los 1180 MW para 400 kW y de los 470 MW para 220 kW sin consideración de teledisparo, si bien la inclusión de este sistema permitiría aumentar esta capacidad de evacuación de generación en un 54 por ciento para los nudos de 400 kW y en un 325 para los nudos de 220 kW.

La comparación absoluta entre zonas arroja unos resultados desiguales que muestran que la zona Sur es la que resulta con menor capacidad de evacuación, especialmente en verano con valores medios inferiores a 750 MW en 400 kW y 500 MW en 220 kW, aunque las situaciones extremas de verano descienden a 400 MW en 400 kW. La diferenciación estacional permite concluir que el margen adicional del invierno con respecto al verano, es como promedio del orden del 50 por ciento.

Respecto a la capacidad de suministro suplementaria, se sitúa en el entorno de los 1280 MW para 400 kW y del orden de 330 MW para 220 kW. Estos valores promedio reflejan una capacidad del nivel de los 400 kW aún mayor que en evacuación y los resultados arrojan que las zonas de Levante, Norte y Noroeste son las que admiten un mayor crecimiento, mientras que la zona Sur, dado el elevado déficit energético existente, sería la que presentaría menos posibilidades.

En términos generales, considerando el promedio nacional peninsular, la red de 400 kW presenta una capacidad de evacuación de 2,5 veces la registrada en la red de 220 kW. Este ratio asciende a 3,5 veces para la valoración de la capacidad de suministro.

El desarrollo de las instalaciones eólicas en Andalucía se encuentra condicionado en este sentido por el límite de evacuación eléctrica para la región, que ronda una potencia de 2.500 MW, frente a los más de 6.000 que suman los proyectos propuestos o los 4.000 MW que se prevé instalar. Recientemente la Junta de Andalucía ha solicitado a Red Eléctrica Española (REE) un incremento en la capacidad de evacuación eléctrica de la comunidad que permita acoger a un mayor número de solicitudes para la instalación de parques eólicos y solares en la región. De este modo se puede facilitar la consecución de los objetivos establecidos por el Plan Energético de Andalucía en materia de renovables: conseguir que en el año 2010 el 15 por ciento de la energía total demandada por los andaluces tenga su origen en fuentes renovables, obteniendo en 2006 la cifra significativa de un 10,6

por ciento. Por otro lado también favorece que se pueda dar una mayor atención a los promotores que pretenden instalar parques eólicos en la región andaluza que cuentan con un gran número de solicitudes.

Para completar el estudio de los elementos relevantes que influyen en el funcionamiento de la red se hace una referencia a la red básica modelada, que incorpora a la red actual un conjunto de instalaciones que comprenden: las instalaciones decididas y en curso de ejecución, los desarrollos derivados de estudios precedentes y los derivados de necesidades de apoyo a la red de distribución y acceso a la red de transporte de nuevos consumidores y generadores, previstas por Red Eléctrica y los distintos gestores de distribución. De forma complementaria son evaluadas mediante estudios zonales particulares otras situaciones energéticas más desequilibradas geográficamente, que pueden dar lugar a mayores exigencias para la red y a la necesidad de refuerzos adicionales.

A partir de lo anterior se establece la evolución prevista en cuanto a demanda y generación para Andalucía y España para el período considerado por el documento de planificación:

Cuadro 3.7
Demanda y Generación de Energía en Andalucía y España 2002-2011

		2002		2004		2007		2011	
		Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Demanda Neta (MW)	Andalucía	5.084	5.333	5.349	5.585	5.847	6.172	6.440	6.813
	España	36.157	35.030	38.285	36.944	41.409	40.763	44.972	44.819
Potencia Generada (MW)	Andalucía	3.559	3.609	5.128	5.081	5.671	5.929	6.912	7.808
	España	36.337	35.237	38.374	37.098	40.647	40.453	44.356	44.604

Fuente: Planificación de los Sectores de la Electricidad y el Gas 2002-2011.

Debido a la elevada incertidumbre en la generación, se manifiesta un elevado equilibrio energético regional, que se traduce en una progresiva disminución relativa de las pérdidas de transporte a lo largo del horizonte de estudio. Así, la ratio entre las pérdidas y la demanda modelada evoluciona desde valores del 2,6 por ciento al inicio del horizonte hasta un 1,3 por ciento al final del mismo.

El análisis de la red básica hasta el momento proporciona la primera valoración sobre el comportamiento del sistema eléctrico en los escenarios de referencia. Cabe destacar los siguientes resultados:

- La red de transporte de 400 kW tiene un comportamiento generalmente adecuado a lo largo del horizonte de estudio.

- La transformación 400/220 presenta en líneas generales un comportamiento correcto, pese a que se observan problemas en algunas zonas que apuntan a la necesidad de transformación.
  En la zona de Andalucía, las sobrecargas aparecen en las unidades de D. Rodrigo, Caparacena, Tajo, Guillena y Guadame debido a la necesidad de evacuación de la nueva generación instalada en la zona oeste de Andalucía, con gran dependencia del perfil de generación.

- La red de 220 kW presenta en distintas zonas puntos débiles en áreas con grandes contingentes de generación y especialmente al suministro en áreas de fuerte concentración de consumos. Estas situaciones se presentan sobre todo en verano y en la segunda mitad del horizonte de estudio, por lo que el planteamiento de su resolución, que se llevará a cabo en estudios regionales, resulta pendiente de la configuración de la evolución energética en los próximos años. En concreto, los problemas detectados en Andalucía se resumen en: Alcores-Don Rodrigo, Algeciras-Casares/P.Real, Algeciras-Pinar, D.Hermanas – Quintos, Guadame-lancha, Tajo-Los Ramos/Polígono, Los Montes-Los Ramos, Alhaurín-Pinar, Costasol-Pinar/Alhaurín, Andújar-Guadame, Atarfe-Caparacena, Cartuja-D. Rodrigo/Paterna, Cádiz-P.Real/Pinar, D. Rodrigo-Dps Hermanas y D.Rodrigo-Quintos.

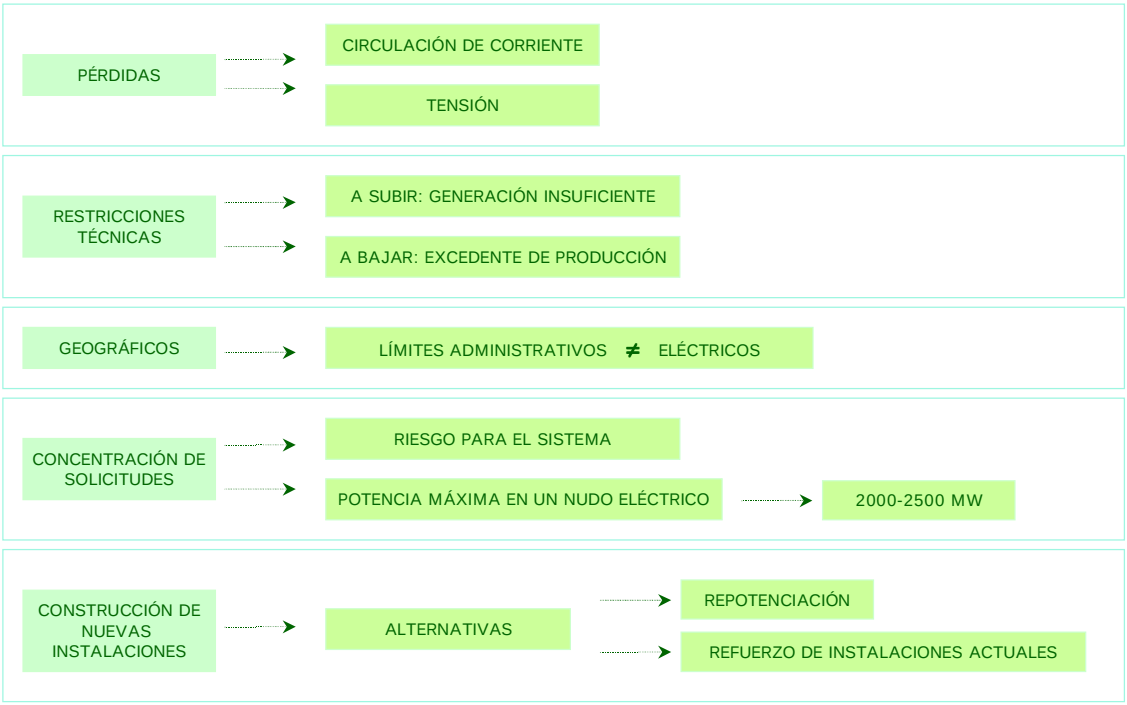
Con objeto de alcanzar cierta estabilidad en la red del sistema eléctrico, de modo que pueda afrontar con mayores garantías su labor de evacuación y suministro, se realizan estudios para evaluar la capacidad del mismo para soportar perturbaciones, sin que éstas provoquen graves repercusiones en su funcionamiento. Suelen analizarse frecuentemente las condiciones de estabilidad transitoria de las redes futuras previstas en los programas de desarrollo, teniendo en cuenta la respuesta del mismo ante dificultades como la pérdida de grupos generadores sin falta previa o los cortocircuitos trifásicos en las líneas de evacuación de grupos de generación importantes o bien en líneas de transporte con carga elevada. Además se evalúan las condiciones de estabilidad oscilatoria de las redes futuras previstas en los planes de desarrollo, pudiéndose limitar los flujos para garantizar una operación segura o bien proponer dispositivos estabilizadores del sistema eléctrico, considerando el sistema integrado europeo.

Al evaluar la capacidad de la red de transporte, en términos de capacidad de suministro y de evacuación, es importante tener presente la existencia de una serie de dificultades o deficiencias del sistema que llevan a tomar medidas tratando de actuar con previsión y rapidez para poder mejorar el funcionamiento del mismo. Algunas tienen relación con limitaciones en el sistema eléctrico dentro del ámbito material como las pérdidas de transporte, la construcción de nuevas instalaciones y las restricciones de carácter técnico. Por otra parte se encuentran aspectos formales como la no identificación de las áreas eléctricas con las administrativas (Comunidades Autónomas) o el gran número de solicitudes que se han de evaluar para tomar las decisiones definitivas de asignación e instalación de parques eólicos.

Como decíamos al considerar las limitaciones físicas, si valoramos el modo en que la eficiencia se ve afectada tanto por la ubicación de la generación como por el diseño general del sistema eléctrico, hay que considerar en primer lugar las pérdidas de energía registradas en la red de transporte desde una perspectiva técnica y económica. Se consideran significativas las pérdidas derivadas de la circulación de corriente por los conductores, pero no se tienen en cuenta las derivadas de la tensión a que están sometidos por ser de un orden de magnitud sensiblemente inferior en los diseños de líneas habituales en el sistema eléctrico peninsular español. La minimización de las pérdidas puede ser un criterio adicional a tener en cuenta en la planificación de la red de transporte que puede implicar la elección de una alternativa de desarrollo entre un conjunto de opciones.

Los factores más significativos que afectan a las pérdidas de transporte en relación con la ubicación de nueva generación son la zona eléctrica, el nivel de tensión y el perfil de generación de referencia. El estudio de planificación considera dos métodos para la estimación de estas pérdidas: el método marginal (a través de un procedimiento diferencial que se basa en el cálculo de coeficientes de sensibilidad de la potencia activa neta inyectada en cada nudo de la red) y el incremental (basado en el cálculo del incremento de pérdidas en la red de transporte al aumentar la generación en ciertos nudos de la red y disminuir la generación en el resto).

ESQUEMA 3.6. Dificultades del Sistema de Transporte de Red



Fuente: *Analistas Económicos de Andalucía*.

En segundo lugar, las restricciones que la operación del sistema eléctrico impone a la generación se basan en argumentos de índole técnica (funcionamiento seguro del sistema), y suponen un mayor coste global derivado del mayor precio del mercado. Conviene diferenciar entre las restricciones "a subir", generalmente por insuficiencia de generación local y en particular por falta de

recursos de generación de potencia reactiva, y las restricciones “a bajar” o congestiones, cuando se produce una incapacidad local o regional de evacuación de excedentes de producción.

Tradicionalmente, las restricciones técnicas han sido mayoritariamente del tipo “a subir”. Estas circunstancias se han concentrado en zonas de carácter sensiblemente deficitario (zona de Madrid, Barcelona, Andalucía, Levante) y en menor medida en zonas con alta dependencia de los recursos hidráulicos locales (sur de Galicia). Por ello, sería preferible que la ubicación de nueva generación se dirigiese a esas zonas, de manera que se asegure un mayor apoyo al perfil de tensión local, lo que en términos de mercado se traduce en fomentar una competencia local o zonal. Esto es especialmente relevante en las zonas de marcado carácter deficitario y margen razonable antes de que aparezcan las restricciones opuestas. Por tales motivos, y con carácter orientativo, las zonas preferentes son: Andalucía, Madrid, Levante (Com.Valenciana y Región de Murcia) y Barcelona.

La importancia de que el total de potencia instalada sea la adecuada reside en evitar que el problema se traslade al extremo opuesto, es decir, que un esfuerzo excesivo en el alivio de las restricciones “a subir” en una zona puede hacer surgir restricciones “a bajar”. La consideración de horizontes temporales más amplios y las elevadas expectativas de instalación de nueva generación requiere el reconocimiento de zonas geográficamente más extensas y el planteamiento de márgenes previsibles de intercambio entre ellas. Debido a la previsible expansión de la mayoría de las zonas, las limitaciones se establecen de acuerdo a los máximos excedentes previsibles en determinadas zonas o conjuntos de ellas.

En este sentido, el Gobierno andaluz reguló el procedimiento para autorizar la conexión a la red de transporte de nuevas instalaciones de producción de energías renovables mediante la Orden de las Zonas Eléctricas de Evacuación (ZEDE), que estableció la prioridad del acceso a las redes de distribución y suministro eléctrico en el territorio de la comunidad en las ZEDE de Huelva, Huéneja, Tajo, Arcos y Granada ajustándose a las limitaciones que estableció Red Eléctrica Española que impuso para la suma de las cinco una potencia máxima de 2.485,65 MW.

La identificación de estas zonas, su graduación o cuantificación de los márgenes de validez no es sencilla, ya que las eventuales limitaciones previsibles resultan variables, tanto con los perfiles

energéticos como con los numerosos escenarios futuros de evolución del parque de generación y de la red de transporte. A la incertidumbre derivada de la nueva generación de régimen ordinario hay que añadir la asociada a la generación eólica, teniendo ambas que compartir las eventuales limitaciones de la red de transporte.

Con objeto de maximizar las posibilidades de funcionamiento del mercado y de evitar en lo posible la aparición de eventuales congestiones de producción se considera la posibilidad de mecanismos automáticos de teledisparo o reducción de carga de grupos de generadores. Es una alternativa de actuación en los procedimientos de operación, permite una operación más flexible por cuanto que evita significativamente que la producción de los grupos esté condicionada previamente a la ocasional ocurrencia de un fallo de red.

Por último, para concluir con las limitaciones que se derivan de cuestiones físicas, hay que destacar que las crecientes dificultades que presenta la construcción de nuevas instalaciones, plantean como alternativa la repotenciación o refuerzo de instalaciones actuales (particularmente líneas eléctricas) con objeto de aumentar sus prestaciones. Estas mejoras se orientan a la transformación de las instalaciones para proveer una tensión de funcionamiento superior o bien a la consecución de una mayor capacidad de transporte.

La repotenciación de una línea requiere las necesarias actuaciones sobre la misma orientadas a la superación de la parte de la instalación que resulte limitativa:

- Renovación de la aparamenta que resulte limitativa en las posiciones extremas de la línea.
- Aumento de la temperatura de diseño (máxima de funcionamiento) de los conductores, lo que a su vez puede requerir el aumento de la altura (“recrecido”) de los apoyos o el “retensado” de los conductores.

Esto afecta sobre todo a líneas de transporte que se encuentran ubicada en zonas de alta concentración de generación de régimen ordinario o especial (presente o futura), alta concentración de demanda y a ejes de conexión entre comunidades.

En comparación con la construcción de nuevas líneas, este tipo de actuaciones representa una menor envergadura (tanto desde el punto de vista económico como de dificultad de ejecución), por lo que complementan el desarrollo de la red de transporte mejorando las prestaciones globales del sistema.

Por otra parte, desde una perspectiva formal, el primer problema de relevancia reside en la no coincidencia de los límites administrativos de las comunidades autónomas con los límites eléctricos de las zonas, supone una dificultad adicional porque genera problemas al definir las capacidades admisibles en escenarios actuales o futuros por zonas administrativas.

Hay que tener en cuenta que entre las distintas zonas eléctricas en el sistema peninsular español hay una fuerte interrelación, sin embargo las solicitudes de acceso por parte de nueva generación son claramente excedentarias desde la perspectiva de las previsiones de los agentes y de las Comunidades Autónomas. Existe la posibilidad de establecer limitaciones regionales de generación en algunas zonas, de carácter puntual y con minimización previsible mediante el desarrollo de la red y la aplicación de mecanismos de operación.

Concretamente la zona Sur, con carácter energético deficitario, presenta posibilidades de expansión del equipo de generación muy elevadas, que podrían llegar a plantear restricciones de evacuación regional en el largo plazo. En lo referente a las condiciones locales, y en relación con las previsiones, destacan las restricciones que la zona de Huelva presenta para la nueva generación como consecuencia del déficit de red de transporte que permanece hasta la realización de nuevos ejes de transporte, y en especial con un nuevo eje de 400 kW. Asimismo, la zona oriental presenta limitaciones estructurales para la conexión de generación eólica en el corto y medio plazo, que requiere un mallado adicional de la red de transporte.

La superación de esa situación deficitaria que sufre la región en la actualidad y su evolución hacia excedentes elevados exige el desarrollo de la red de transporte de 400 kW sur-centro. La valoración de las localizaciones geográficas preferentes de la nueva generación se muestra en la tabla adjunta, donde se evalúan los criterios que debe cumplir una zona apta en la instalación de nueva generación, estableciendo un orden de preferencia:

Cuadro 3.8 Localización geográfica preferente de la nueva generación			
Zona	Subzona	Potencia solicitada (MW)	Proridad Resultante
	Galicia	1.600	Baja
Noroeste	Asturias	1.200	Baja
	Castilla y León	1.600	Media
	Cantabria	1.220	Media
	País Vasco	2.750	Media
Norte	Navarra	800	Media
	Rioja	800	Media
	Aragón	3.200	Media
Nordeste	Cataluña	5.200	Alta
	C.Valenciana	4.400	Alta
Levante	Murcia	3.600	Alta
	Extremadura	-	Alta
Centro	Madrid	2.000	Muy Alta
	Castilla-La Mancha	800	Muy Alta
Sur	Andalucía	9.210	Muy Alta

Fuente: Planificación de los sectores de la Electricidad y el Gas 2002-2011.

La Zona Sur, Andalucía, se sitúa como líder en cuanto a potencia solicitada con una considerable diferencia sobre el resto de zonas, situación motivada por su elevado potencial en el sector. La prioridad resultante una vez analizados los criterios coloca a la región como uno de los puntos con mayores perspectivas de desarrollo en el futuro.

Hay que resaltar, por tanto, la necesidad de fomentar los mecanismos de coordinación entre las Comunidades Autónomas que permitan conseguir soluciones de desarrollo de red de la mayor eficiencia, incidiendo en las actuaciones orientadas a la evacuación de generación especial, destacando por su envergadura y previsión de evolución el desarrollo de la energía eólica. En este sentido, tanto la gestión por parte de Red Eléctrica de las solicitudes de acceso a la red de transporte como la participación en los distintos planes regionales, se enmarcan en un contexto de apoyo a la nueva generación y adecuación a los estudios locales y regionales llevados a cabo.

Dado que la utilidad de la red de transporte trasciende a los usuarios de una Comunidad Autónoma, los estudios regionales requieren ser complementados con una coordinación posterior que permita una asignación de posibilidades de evacuación con independencia de la localización administrativa de la subestaciones o infraestructuras de evacuación, sino teniendo en cuenta las posibilidades conjuntas.

El resto se presenta especialmente en dos frentes complementarios:

- En el corto plazo, la adopción de soluciones comunes y la adecuada asignación de posibilidades existentes y previstas de evacuación en una zona.
- En el medio plazo, la racionalización de los planes regionales en función de las posibilidades del sistema eléctrico peninsular.

En segundo lugar, es necesario plantear la elevada concentración de solicitudes de nueva generación que se desprenden de los estudios de previsiones en el sistema español. La concentración de generación en un nudo eléctrico supone un cierto riesgo para el sistema y, aunque la probabilidad de ocurrencia puede considerarse como reducida, la posibilidad real de dichos incidentes y especialmente la envergadura de las consecuencias aconsejan la limitación de dicha concentración como criterio de desarrollo. Sobre este tema, las limitaciones razonables que deberían establecerse para la producción máxima simultánea en un nudo eléctrico se sitúan en el margen 2000-2.500 MW según el informe de “Planificación de los sectores de la Electricidad y el Gas 2002-2011”, aunque la definición concreta de dicho máximo se encuentra sujeta a la ubicación del nudo eléctrico en cuestión.

Dentro de las zonas sensibles a esta situación cabe destacar en el ámbito andaluz la zona de Huelva, donde las solicitudes formales alcanzan los 2.000 MW en 400 kW, además de peticiones de información para potenciales solicitudes adicionales de más de 1.000 MW; Arcos de la frontera, donde sobre el mismo eje de doble circuito de 400 kW (Pinar-Tajo), y en emplazamientos muy próximos, confluyen solicitudes de 2.400 MW; y Pinar del Rey, en cuyo nudo de 400 kW confluye la solicitud de 800 MW y la generación actual de Los Barrios (más de 500 MW) así como la posibilidad de importación desde Marruecos (la instalación del segundo circuito en cable permitiría del orden de 900 MW). Hay que tener en cuenta la presencia adicional de más de 700 MW conectados actualmente en

Algeciras de 220 kW y 800 MW previstos de manera inminente en Pinar de 220 kW. En algunos de estos emplazamientos existen previsiones para la instalación de nueva generación eólica de una magnitud muy significativa, en particular la zona de Arcos de la Frontera - Pinar del Rey.

En este sentido hay que señalar que las elevadas previsiones de instalación de nuevos grupos de ciclo combinado tanto en la Bahía de Algeciras como en otras zonas de la provincia de Cádiz, así como Málaga, Sevilla y Huelva motivan la propuesta del refuerzo de los ejes de 400 kW en algunas de ellas.

Además se requiere el esfuerzo de la red de 220 kW de la zona sudoccidental con objeto de posibilitar la evacuación de generación eólica. En concreto, las actuaciones previstas, de acuerdo a lo contenido en el documento de "Planificación de los Sectores de la Electricidad y el Gas 2002 – 2011", son:

Pinar – San Roque 220 kW (1/2), Cartuja – Cádiz – P. Real 220 kW, P. Real – D. Rodrigo 220 kW, Cartuja – P.Real – Casares 220 kW, Pinar – Paterna – Cartuja 220 kW, Paterna – Parralejo 220 kW y Cartuja – P. Sta. María – P. Real 220 kW (1/2).

Las previsiones de nueva generación de ciclo combinado se traducen en nuevas subestaciones de evacuación (Arcos de la Frontera Norte y Sur conectadas a la línea D. Rodrigo – Pinar 400 kW), así como nuevos ejes de 400 kW (Palos – Guillena y arcos - Lucena) y nuevas líneas de 220 kW (Alhaurín – Tajo 220 kW (2º circuito)), Málaga – polígono 220 kW y entrada / salida en Polígono de Ramos – Tajo 220 kW, Quintos – Guadaira 220 kW, Torrearenillas – Rocío – Aljarafe 220 kW, entrada / salida en Colón de Santiponce – Torrearenillas 220 kW).

Por otra parte, las previsiones de nueva generación eólica apuntan a nuevas subestaciones en Huéneja (Caparacena – Litoral 400 kW), Lucena (Guadame – Tajo 400 kW), Campillos (Arcos – Lucena 400 kW), Berja (Orgiva – Benahadux 220 kW) y Huéneja – Baza – Úbeda / Vera 220 kW.

El previsible excedente de generación exige el refuerzo de los corredores actuales de 400 kW (2º circuito Guadame – Valdecaballeros, Litoral – Rocamora y Litoral – Hueneja- Caparacena- Tajo), así como la creación de nuevos ejes de 400 kW (previsible conexión del eje Guillen – Almaraz 220).

Las previsiones de generación eólica en la zona de Tarifa, exigen la creación de la nueva subestación de Puerto de la Cruz, con transformación 400/200 kW, cuya conexión se realiza desde la línea Pinar- Estrecho a 400 kW. Esta subestación puede permitir a su vez que se lleven a cabo los refuerzos previamente presentados asociados a la subestación de Pinar, en la que existen restricciones de viabilidad física. Además existe un programa de desarrollo en 220 kW para incrementar el mallado de Cádiz, ya comentado. Al que hay que añadir una nueva línea P.Cruz – Casares 220 kW y la instalación del segundo circuito Pinar – Estrecho.

Las instalaciones anteriores están asociadas en mayor medida a la evacuación de generación en régimen especial, pero también tienen influencia favorable en la alimentación de mercados. Sin embargo, están previstas algunas actuaciones cuya principal finalidad es dar apoyo al mercado como:

- Nuevas subestaciones conectadas a líneas existentes: Villanueva del rey & Casillas (Santiponce – Lanchas 220 kW), Orgiva (Benahadux - Gabias 220 kW), Aljarafe (Santiponce – Quintos 220 kW) y Olivares (Guadame – Atarfe 220 kW).

- Nuevas líneas Olivares – Úbeda 220 kW, Atarfe – Fargue – Orgiva 220 kW, Fargue – Caparacena 220 kW, Onuba – N. Tharsis 220 kW, Carboneras – Benahadux 220 kW (1/2) y Alcores - Sta. Elvira 220 kW.

- Nuevas conexiones de Casares (conectada a la línea Algeciras – Los Ramos 220 kW) y D. Rodrigo (conectado a la línea Aljarafe – Quintos 220 kW).

3.5. La energía eólica en Andalucía: condiciones para el desarrollo

Andalucía es una región con gran recurso eólico. La gran extensión de su costa, así como sus amplias zonas de montaña, permiten encontrar a lo largo de toda su geografía áreas con unas características climatológicas adecuadas para el aprovechamiento energético del viento. Existen además determinadas comarcas en las que, debido a sus especiales condiciones, el recurso eólico se extiende a grandes superficies, permitiendo la concentración de gran número de instalaciones en ellas. No obstante, la instalación de parques eólicos debe ser ordenada para la optimización del aprovechamiento del recurso, atendiendo a restricciones tales como los trazados de las redes eléctricas, la distribución de los centros de transformación, las capacidades de estas infraestructuras, los usos del suelo y sus limitaciones, y el interés público en general.

Andalucía produce hoy un escaso 3,8 por ciento de la energía eólica generada en España, una situación preocupante teniendo en cuenta que hace una década la región representaba el 73 por ciento del sector. A pesar de que Andalucía fue la región española pionera en la implantación de esta tecnología energética (Tarifa), la potencia eólica instalada a día de hoy alcanza cifras muy bajas, en comparación con las aportadas por el resto de Comunidades Autónomas, sobre todo si se compara a Andalucía con las CCAA de gran tamaño territorial.

La primera de las causas que han originado esta situación tiene que ver con la concesión de autorizaciones administrativas de parques eólicos. Cada Comunidad tiene autonomía en este aspecto, por tanto, aquellas CCAA que sean más ágiles en la concesión tendrán mayor probabilidad de que la implantación real de MW eólicos en su territorio se aproxime más a sus objetivos regionales que aquellas otras que presenten un ritmo de concesión de autorizaciones más lento. Andalucía se ha caracterizado por presentar un ritmo muy lento, sobre la base de una extrema cautela, ante los posibles conflictos que podrían surgir entre los intereses de desarrollo socioeconómico, los de conservación del medio natural y los de ordenación del territorio, entre otros.

La coordinación de la defensa de todos estos intereses es sin duda más compleja en una Comunidad Autónoma de gran extensión y población, como el caso de Andalucía, pero no imposible,

como lo prueba el hecho de que en otras CC.AA. de tamaño similar, aunque menos pobladas, se ha conseguido un elevado consenso entre todas las fuerzas sociales interesadas en la materia, alcanzando un desarrollo eólico más que notable. De ahí, que sea necesaria, por parte de la Administración, realizar un esfuerzo suplementario en aras de reducir la lentitud administrativa; racionalizar e integrar los requisitos que se exigen en las distintas Consejerías, unificando los criterios y coordinando las actuaciones; adecuar los recursos materiales y humanos a la urgencia extrema en la que se encuentra el sector para cumplir los objetivos del PLEAN y; por último, mantener una atención prioritaria en los asuntos de la energía eólica mediante la creación de comisiones mixtas, Administración-Promotores, que permitan resolver los impedimentos u obstáculos que se presenten.

Otro problema presente en Andalucía que está frenando el desarrollo de la energía eólica es la insuficiencia de las redes eléctricas y centros de transformación actuales, diseñados para la evacuación de la energía eléctrica producida en los parques eólicos de las comarcas de mayor recurso. La estimación sobre la capacidad de evacuación eólica en Andalucía realizada por Red Eléctrica Española apunta a un total de 2155 MW en el total de la región en el escenario temporal del año 2007, realizando para ello una serie de fuertes inversiones en el desarrollo de estas infraestructuras. Esta cifra contrasta con las previsiones realizadas desde la Junta de Andalucía (2700 MW en 2006 y 4000 MW en 2010), por lo que se plantean problemas a medio plazo en torno a la coordinación entre la potencia instalada y la capacidad de evacuación de la energía procedente del recurso eólico. Para paliar esta situación, se está trabajando conjuntamente entre APREAN, Junta de Andalucía, REE y Sevillana Endesa, a fin de acometer de inmediato las inversiones necesarias, con el ofrecimiento de los promotores eólicos reunidos en APREAN de anticipar una parte importante de los recursos financieros.

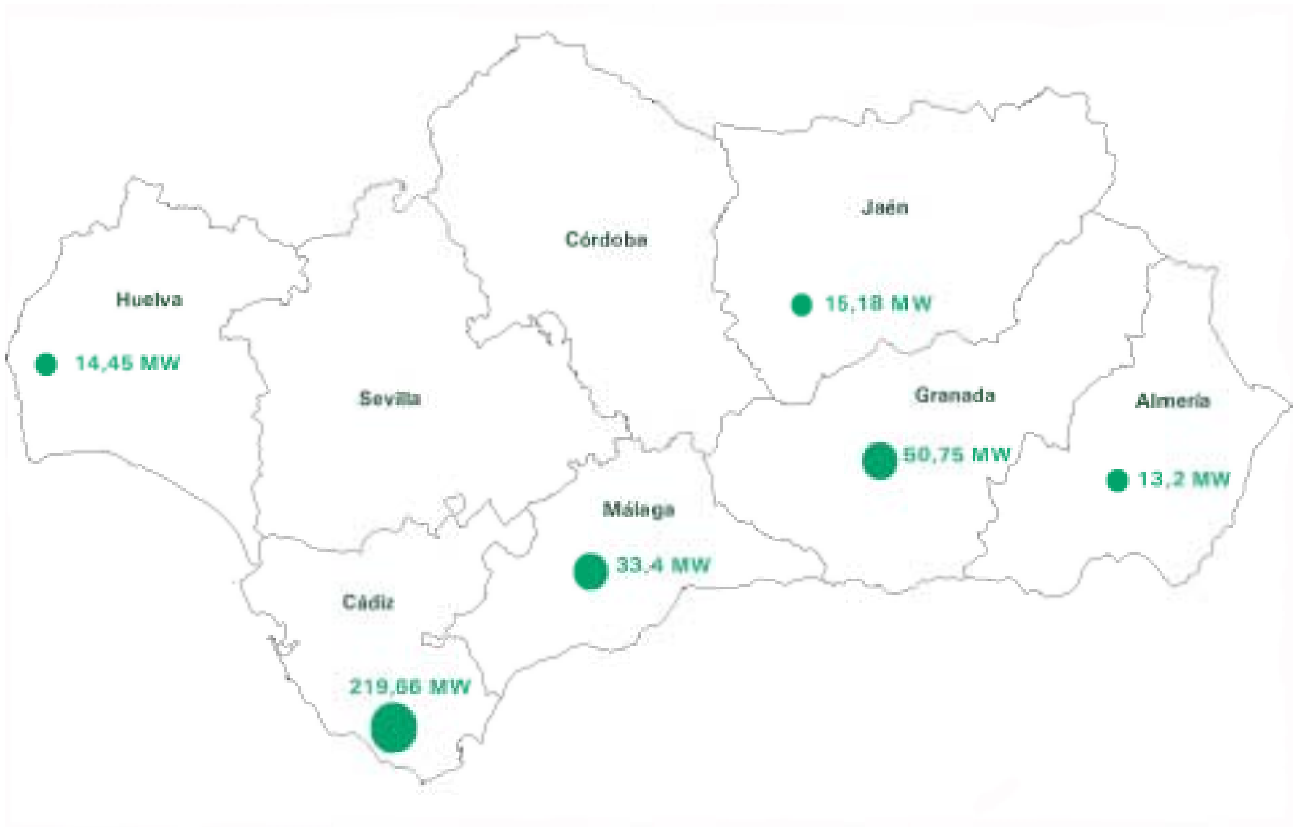
Por último hay que destacar las dificultades que originan las opiniones contrarias al desarrollo eólico que emanan tanto de individuos como de colectivos y están basadas en su impacto medioambiental. El sentido de estas manifestaciones surge de la falta información existente y cambia al conocer un parque eólico, cuando se adquiere el convencimiento de que el uso de la energía eólica es una de las maneras más eficaces de contribuir al desarrollo de nuestra sociedad con un mínimo impacto sobre la conservación del medio natural.

Cuadro 3.8 **Cumplimiento del PLEAN en eólica** (MW)						
	Objetivos PLEAN		Instalados real		Cumplimiento Real/PLEAN%	
	Anual	Acumulado	Anual	Acumulado	Anual	Acumulado
2000	-	-	-	147	-	-
2001	24	171	7,8	154,8	32,5	90,5
2002	157	328	28,8	183,6	18,3	56,0
2003	705	1.033	50,0	233,7	7,1	22,6
2004	750	1.783	112,6	346,3	15,0	19,4

Fuente: Plan Energético de Andalucía (PLEAN), APREAN y SODEAN.

Dejando atrás el déficit de infraestructuras (líneas de evacuación) y los recelos medioambientales acerca de los parques eólicos de otra época, el momento actual es el adecuado para la reactivación de este sector, puesto que se ve incentivado por el Plan Energético de Andalucía 2003-2006 con una clara apuesta por las fuentes renovables. Dadas las características geográficas y climatológicas de la región para el aprovechamiento energético del viento, este plan propone un objetivo para el sector de 2.700 MW instalados en el año 2006 y de 4.000 MW en 2010, objetivos que en la actualidad se presentan como lejanos, ya que, a final de 2004 hay 346,3 MW instalados, lo que representa un 19 por ciento de las previsiones efectuadas en el PLEAN. En cualquier caso, si se logran los niveles de potencia instalada se traducirían en una producción de energía en el año 2006 en torno a los 6.345 GWh. Aunque se ha señalado en el capítulo precedente, conviene recordar que la segunda fase del proyecto energético elaborado para Andalucía, que abarca el período 2003-2006, fue aprobada por el Consejo de Gobierno andaluz en abril de 2003, y recoge unas inversiones totales de 6.012,68 millones de euros (5.670,51 de carácter privado y 342,17 de ayudas públicas) con el objetivo de aumentar la aportación de las energías renovables al consumo energético desde el 5,7 hasta el 15 por ciento y alcanzar un ahorro del 7,5 por ciento sobre el consumo de energía primaria.

MAPA 3.2. **MAPA EÓLICO ANDALUCÍA 2004** (Potencia instalada Diciembre 2004)



Fuente: APREAN.

Potencia total Andalucía: 346,64 MW

Cuadro 3.9 Parque Eólico en Andalucía – diciembre 2004			
	Nº Parques Eólicos Andaluces	Nº Aerogeneradores instalados	Total MW
CADIZ	15	596	219.66
Tarifa	14	570	211,86
Barbate	1	26	7,8
MALAGA	1	46	33,4
Casares	1	46	33,4
ALMERIA	1	40	13,2
Enix	1	40	13,2
GRANADA	3	52	50,75
Loja	2	42	35,75
Lanjarón	1	10	15
JAÉN	1	23	15,18
Noalejo, Campillo de A, Valdepeñas	1	23	15,18
HUELVA	1	17	14,45
El Granado	1	17	14,45
TOTAL	22	774	346,64
Fuente: APREAN.			

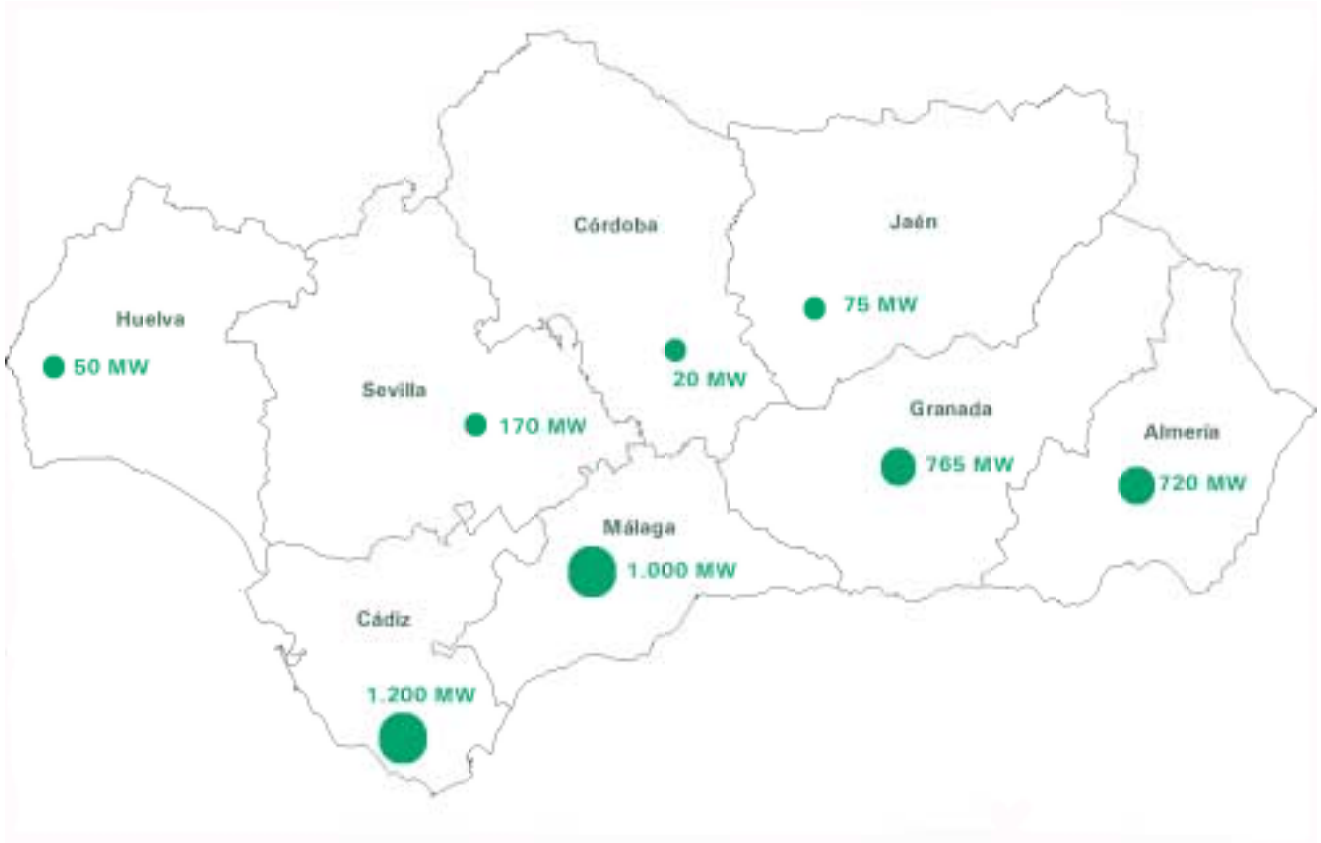
Entre las principales motivaciones que han llevado a establecer una política concreta para fomentar el uso de las renovables en la región, dando una clara importancia a la energía eólica en particular, se encuentra el alto grado de dependencia energética que sufre Andalucía. Al ser mayor la demanda que la oferta, debe importarse el 30 por ciento de la electricidad que se consume, razón por la que el Plan Energético de Andalucía pretende subsanar esta situación y ha fijado en 2010 la tasa de autogeneración eléctrica andaluza en el 118 por ciento, de modo que la Comunidad tenga capacidad exportadora. Para conseguir la meta de la autosuficiencia eléctrica, Andalucía debe explotar sus recursos, y en este sentido uno de los ejes básicos del PLEAN es la diversificación de fuentes (reducir la dependencia del petróleo incorporando energías renovables para garantizar el suministro), objetivo que se encuentra en concordancia con los dictados del Libro Blanco de la UE de aumentar la energía producida por fuentes renovables, de modo que representen el 15 por ciento de la energía primaria consumida en la región.

Estos objetivos de desarrollo parecen desmesurados ante la actual situación de la región andaluza, donde cada vez con más frecuencia se sufren cortes en el suministro eléctrico, si recordamos los casos acontecidos recientemente en Sevilla, Cádiz y Málaga. Es indudable que la contribución de energía producida a partir de renovables a la electricidad generada ayudaría a paliar esta situación, pero los datos que se desprenden del sector sobre el año 2003 no permiten ser muy optimistas puesto que la energía eólica, que debe convertirse en el pilar del aporte energético procedente de las fuentes renovables, sólo suministró el 1,9 por ciento de toda la energía generada en Andalucía, cuando el promedio nacional se situó en el 4,9 por ciento.

Por otra parte la importancia que cobra la energía eólica en Andalucía se acrecienta si consideramos el compromiso en el cumplimiento de los acuerdos del Protocolo de Kyoto por parte de España, que convierte a Andalucía, por su carácter de región más poblada y una de las más extensas, en protagonista para la consecución de los objetivos contraídos ante el gran potencial disponible en materia de energías renovables.

En definitiva, estas motivaciones convierten los objetivos establecidos en una necesidad que ayude al funcionamiento del sistema eléctrico regional, reduzca la dependencia energética y contribuya a evitar las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera. Al conjunto de medidas promovidas para alcanzar esa situación de futuro para la comunidad andaluza antes señalada, con relación a la eólica se han sumado cerca de 400 proyectos que supondrían la instalación de más de 6.000 MW. El desarrollo y aprovechamiento de esas iniciativas se ve limitado por las carencias existentes en la capacidad de evacuar la electricidad generada a la red de transporte con garantías de calidad y seguridad en el servicio, ya que la instalación de estos parques eólicos casi triplicaría la capacidad de evacuación disponible.

MAPA 3.3. **MAPA EÓLICO ANDALUCÍA 2010** (Potencia instalada prevista)



Fuente: PLEAN, 2003-2006.

Potencia total Andalucía: 4.000 MW

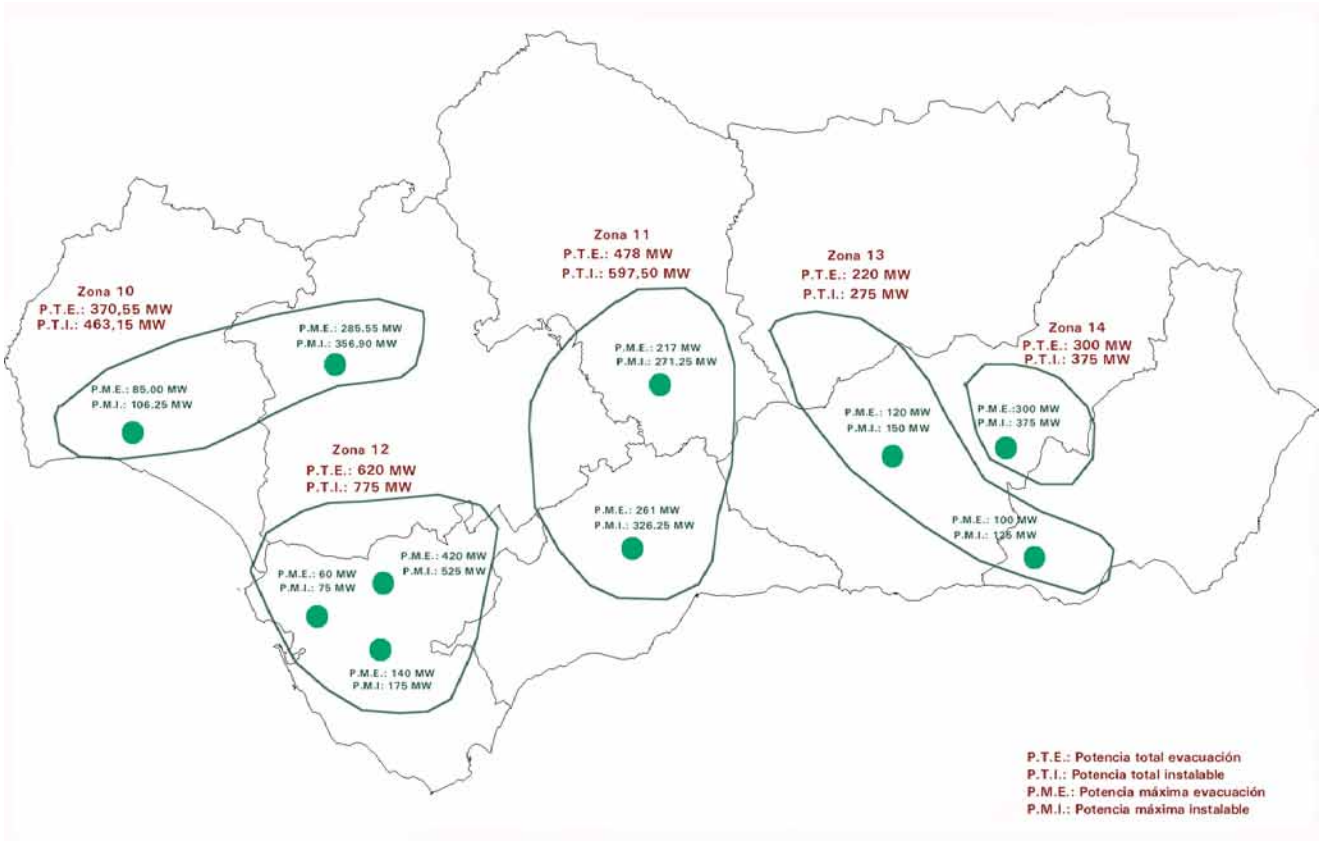
El límite de evacuación eléctrica para Andalucía ronda una potencia de 2.500 MW y recientemente la Junta de Andalucía ha solicitado a Red Eléctrica Española (REE) un incremento en la capacidad de evacuación eléctrica de la comunidad que permita acoger a un mayor número de solicitudes para la instalación de parques eólicos y solares en la región, contribuyendo a la consecución de que el 15 por ciento de la energía total demandada por los andaluces tenga su origen en fuentes renovables y proporcionando una mayor atención a los promotores que pretenden instalar parques eólicos en la región andaluza. Con las solicitudes consideradas por la Junta de Andalucía, el PLEAN prevé la siguiente estructura de potencia eólica instalada en el año 2010, basada en la tecnología de aerogeneradores actualmente disponible y en los prototipos en desarrollo, que presentan gamas de potencia unitaria entre 600 kW y 3.000 kW:

Cuadro 3.10
Potencia estimada en Andalucía. Año 2010

Provincia y Zonas	Potencia Estimada (MW)
Almería	720
Campo de Níjar	40
Filabres – Nacimiento	400
Las Estancias – Norte	250
Otros	30
Cádiz	1.200
Tarifa	575
Janda	450
Otros	175
Córdoba	20
Sierra Sur	20
Granada	765
Loja – Alhama	80
Guadix	325
Baza – Huescar	200
Motril – Guajares – Contraviesa	60
Resto	100
Huelva	50
El Granado	50
Jaén	75
Guadiana Menor – Sierra del Trigo	75
Málaga	1.000
Antequera – Guadalteba	700
Gaucín – Casares	75
Otros	225
Sevilla	170
Comarca Osuna – Sierra Sur	100
Otros	70
Total	4.000

Fuente: Plan Energético de Andalucía 2003 – 2006.

MAPA 3.4. ZONAS DE EVACUACIÓN DE ANDALUCÍA



Fuente: BOJA nº 116, 16 de Junio de 2003, APREAN.

La Junta de Andalucía ha puesto en marcha el procedimiento administrativo para la tramitación de los proyectos de parques eólicos de la Comunidad Autónoma mediante un proceso que requiere la concesión de permisos por parte de la Dirección General de Industria, Energía y Minas para los accesos de las instalaciones a la red. En este proceso se da la circunstancia de que aunque el Ministerio de Medio Ambiente tenga ya configurado el mapa eólico de varias provincias andaluzas y aprobados los estudios de impacto ambiental de algunos proyectos, puede ralentizarse el desarrollo de la energía eólica en Andalucía y la consecución de los objetivos fijados por el Plan de Fomento de las Energías Renovables debido a la delimitación de unas áreas denominadas Zonas Eléctricas de Evacuación (ZEDE) como resultado del sistema de priorización llevado a cabo por parte de la Consejería de Desarrollo Tecnológico. Las cinco zonas de evacuación permiten la instalación de 2.485,65 MW, aunque la capacidad máxima de evacuación a red queda limitada a 1988,55 MW (ver cuadro). Por tanto, dada la disponibilidad de infraestructuras de evacuación actual no parece posible que la Junta de Andalucía pueda alcanzar los objetivos previstos en el Plan Energético.

Cuadro 3.11
Potencia máxima de Evacuación en las Zonas Eléctricas de Evacuación en Andalucía

Zona Eléctrica de Evacuación	Potencia Max. Evacuación (MW)	Potencia Max. Instalable (MW)
Huelva	370,55	463,15
Huéneja	300	375
Granada	220	275
Arcos de la Frontera	620	775
Tajo de la Encantada – Campillos	478	597,50
Total	1.988,55	2.485,65

Fuente: Boletín Oficial de la Junta de Andalucía, nº 116 de junio de 2003.

Con relación a la limitación que supone ajustar las instalaciones a la conexión a la red eléctrica, el PLEAN ha proyectado una serie medidas encaminadas a solucionar los problemas relacionados con la infraestructura, centrando su atención en cuatro zonas por su elevada concentración de instalaciones y teniendo en cuenta las previsiones de potencia instalada por provincias señaladas anteriormente.

La primera, la zona de Tarifa, ya ha encontrado una solución de evacuación, a través de una nueva línea de 400 kW que utilizará los apoyos de la línea Pinar del Rey – Estrecho, punto desde el que se podrían evacuar hasta 750 MW.

En la comarca de La Janda existe un proyecto en ejecución de una línea de 220 kV, conectada a la línea Pinar del Rey – Cartuja, aunque esta línea, con capacidad para un máximo de 250 MW, será insuficiente para la evacuación del conjunto de la potencia prevista en la zona Una alternativa a esta línea sería la evacuación a 400 kV en la subestación prevista al sur de Arcos de la Frontera.

Para la zona de Antequera – Guadalteba existen dos soluciones de evacuación, que en función de la potencia final instalada se podrán utilizar como alternativas o de forma simultánea. Estas soluciones son la subestación de 400 kV de El Tajo de la Encantada (máximo de 375 MW), y una nueva línea prevista de 400 kV Arcos de la Frontera – Lucena, que podrá atender, además, a las promociones propuestas en la zona de Osuna (sur de Sevilla), con una capacidad máxima en torno a los 500 MW, compartida con la potencia eólica que se conectase en Arcos.

Por último, la zona de Huéneja – Guadix, plantea como única solución de evacuación la línea de 400 kV Caparacena – Litoral, que admitirá un máximo de 375 MW, lo que supone un límite para las instalaciones en la zona de las Hoyas de Baza y Guadix y de las áreas colindantes de Almería.

Para concluir, al hilo de lo ya comentado en el epígrafe anterior sobre la conexión a red, se recogen las actuaciones incluidas en la Propuesta de Desarrollo de la región para mejorar la capacidad de evacuación y suministro y dar un impulso más que necesario a la explotación eólica:

En 400 kV, se centra en el apoyo a la evacuación de nueva generación de régimen ordinario y especial mediante:

- Instalación de los segundos circuitos en las líneas Litoral – Rocamora y Pinar – Estrecho.
- Conversión a doble circuito de Lucena – Guadame (tramo norte de tajo – Guadame)
- Nuevos eje: Palos /Torrearenillas – Guillena y ArcosSur – Lucena

- Nuevas subestaciones conectadas a líneas existentes: Arcos Norte & Arcos Sur (Pinar – Cartuja), Lucena (Guadame – Tajo), Huéneja (Caparacena – Litoral), Puerto de la Cruz (Pinar Estrecho). Asimismo, nueva subestación Huelva (Palos/Torrearenillas).
- Instalación del segundo circuito en Valdecaballeros – Guadame 400 kV
- Transformación a 400 kV de la línea Almaraz – Mérida – Guillena 220kV
- Transformación a doble circuito de Litoral - Huéneja – Caparacena 400 kV
- Nueva subestación de Baza con 400 kV conectada mediante un nuevo eje a Hueneja 400 kV
- Conexión de Baza con Úbeda y Vera mediante sendos ejes en 220 kV
- Refuerzo de la interconexión con Marruecos con la construcción de un segundo cable submarino entre las subestaciones de Estrecho y Fardioua.

En 220 kV:

- Apoyo a zonas de mercado de andalucía por medio de:
    - Nuevas subestaciones conectadas a líneasexistentes: Villanueva del rey & Casillas (Santiponce – Lanchas) y Olivares (Guadame – Atarfe).
    - Nuevas líneas: Olivares – Úbeda, atarfe – Fargue – Orgiva, Carboneras – Benahadux, Fargue – Caparacena y nueva conexión de Casares conectada a la línea Algeciras – Los Ramos mediante una entrada/salida.

- Refuerzo del suministro y evacuación de Huelva con el nuevo eje Torrearenillas – Rocio – Aljarafe y la entrada /salida en Colón de Santiponce – Torrearenillas.
- Apoyo a la evacuación de nueva generación eólica y apoyo a la distribución mediante:
    - Nuevos ejes: Cartuja – P. Real – Casares, Cartuja – P.Sta. María – P. Real, Pinar – Paterna – Cartuja y Paterna – Parralejo.
    - Nueva subestación de Berja conectada a la línea Orgiva – Bennahadux.

Cuadro 3.12
Estimación económica de las actuaciones previstas en la red de transporte eléctrico
(Coste total en €)

	Coste Líneas (Millones €)					Coste Subestaciones (Millones €)					Coste Total Millones €)
	Tipo A	Tipo B1	Tipo B2	Tipo C	Tipo Ponderado	Tipo A	Tipo B1	Tipo B2	Tipo C	Tipo Ponderado	
Andalucía	91,39	164,66	75,68	50,11	178,15	97,22	128,21	52,52	18,66	157,636	335,78
España	945,06	818,01	286,92	638,3	1.251,13	1.159,73	904,83	297,61	197,97	1.469,48	2.720,61

Actuaciones tipo A: aprobadas sin ningún tipo de condicionante
Actuaciones tipo B1: condicionadas al cumplimiento de un solo hito para su aprobación definitiva
Actuaciones tipo B2: condicionadas al cumplimiento de dos o más hitos
Actuaciones tipo C: no se ha justificado la demanda que deben atender
Fuente: Planificación de los sectores de la Electricidad y el Gas 2002-2011.

Las perspectivas de desarrollo eólico para la región andaluza vienen respaldadas por el alto dinamismo, especialmente en los aspectos tecnológicos, que el sector ha mostrado en los últimos años y por el trabajo desarrollado durante el período de vigencia del anterior PLEAN (1995-2000). Los avances en los sistemas, las mejoras en eficiencia y las reducciones en los costes por aplicación de nuevos materiales podrían variar las previsiones realizadas, así como el desarrollo cada vez más firme de proyectos offshore, ya comentados en un apartado anterior, si bien en este caso habría que prever un aumento de la evacuación de la energía generada a través de subestaciones terrestres en Andalucía.

*3.6. **Conclusiones***

El sector de la energía eólica en España ha seguido una evolución muy positiva a lo largo de los últimos años y sigue manteniendo un paso firme hacia la consecución de los diversos objetivos que se han planteado en el cumplimiento de los compromisos adquiridos en el campo medioambiental.

Por un lado hay que destacar que dentro del clima reinante de fomento de la utilización de las energías renovables, la energía eólica se erige como principal protagonista y asume un peso cada vez mayor en el cumplimiento de las expectativas que todo el sector debe desarrollar. En este sentido, el impulso que para las renovables ha supuesto la puesta en marcha de diversos planes energéticos a escala europea, nacional y regional, ha tenido una mayor incidencia en la industria eólica fruto del enorme potencial del que España dispone. Los inicios inciertos en el desarrollo de la actividad eólica,

hace ya unos veinte años, han dado paso a un sector cada vez más consolidado y de relevancia no ya sólo en materia medioambiental, sino también desde una perspectiva económica, por un lado reduciendo el grado de dependencia en el abastecimiento de fuentes de energía y por otro contribuyendo en la generación de energía eléctrica a un nivel mayor.

Es innegable que el compromiso con el medioambiente adoptado en el Protocolo de Kyoto sentó una base importante para que países y regiones desarrollaran planes energéticos encaminados a la reducción de gases contaminantes y a una mayor utilización de las fuentes renovables, entre ellas la eólica. La contribución de la UE se concretó en el Libro Blanco y el Libro Verde que establecen las pautas a seguir por los países miembros y tienen como eje principal el objetivo de que el 12 por ciento de la energía consumida en el año 2010 proceda de fuentes renovables. A nivel nacional, el Plan de Fomento de las Energías Renovables concreta las actuaciones a desarrollar para alcanzar ese objetivo en España y se ve apoyado por los planes regionales, como el PLEAN 2003-2006 en el caso de Andalucía. La implantación del Plan Nacional para el período 2000-2010 ha posibilitado que la energía eólica esté creciendo por encima de las demás fuentes de energía, adaptándose a los objetivos previstos y, aunque el comportamiento de las renovables no ha sido todo lo positivo que cabía esperar, la eólica en particular ha superado ampliamente las expectativas en materia de instalación, número de parques y aerogeneradores. La previsión de potencia instalada para el año 2006 era de 5.550 MW y a finales de 2004 la cifra ya se situaba en 7.885,64 MW, lo que refuerza la opinión de que se superará con seguridad la previsión para el año 2011 que se establece en 13.000 MW. Tanto es así, que hay un firme proyecto de revisión de estas cifras para ese horizonte temporal de manera casi inmediata, para introducir objetivos más ambiciosos elevando las pretensiones de potencia instalada hasta los 20.000 MW.

En lo referente al entorno cercano, España es el segundo país con mayor potencia instalada en la UE, únicamente superada por Alemania y se ha colocado a la vanguardia internacional tanto en tecnología como en potencia instalada. Este crecimiento de la energía eólica está soportado en un elevado volumen de inversiones que, en el contexto del nuevo marco que regula las energías de régimen especial, hacen que las nuevas tecnologías asociadas a esta fuente de energía estén en continuo proceso de desarrollo e innovación. En torno a esto se están llevando a cabo adelantos en aspectos como la mejora de los diseños para reducir el mantenimiento, la búsqueda de la potencia

unitaria óptima, los equipos para instalaciones offshore o la predicción meteorológica. Por otro lado, la adecuada política tarifaria contribuye a la consideración de que serán herramientas útiles para mejorar la competitividad de la energía eólica frente a las fuentes de energía tradicionales.

Más allá del aspecto energético, la búsqueda de rentabilidad por parte de empresas y promotores de parques eólicos ha encontrado en este campo una buena oportunidad de negocio. Actualmente, la entrada en vigor de una legislación acorde a las necesidades de un sector cambiante, se ha constituido en la base para que los agentes puedan desarrollar su actividad con mayores garantías. Es necesario ser prudente en este aspecto y no puede generalizarse la idea de alcanzar la máxima rentabilidad en cualquier explotación eólica, puesto que, como ha quedado claro, los proyectos de nueva instalación deben adaptarse a nuevos emplazamientos y circunstancias de diversa índole que condicionan su éxito, pudiendo presentar niveles menores de beneficio. Pese a ello, es cierto que la nueva situación que ofrece el R.D. 436/2004, reduce la incertidumbre en la rentabilidad de las explotaciones eólicas e impulsa que nuevos agentes se interesen por esta actividad.

Por otra parte, hemos analizado como el progreso tecnológico ha contribuido de forma decisiva en el proceso que la energía eólica está viviendo. Los altos niveles de inversión en I+D+i por parte de las empresas han generado resultados importantes hasta el punto de colocar a las empresas españolas a la vanguardia del sector, compitiendo con fabricantes de primer nivel internacional. Estas mejoras tecnológicas han contribuido al incremento en el rendimiento de los parques, lo que unido a la reducción del coste de las máquinas ocasionado por el desarrollo de economías de escala, ha posibilitado un incremento en las cotas de rentabilidad de la industria eólica.

Además, la energía eólica tiene un peso importante en la economía española, ya que contribuye de manera considerable al crecimiento económico español al tratarse de una industria líder mundial, con un gran potencial exportador, generadora de empleo, y que contribuye intensamente a la inversión en I+D en España y a la formación de capital productivo.

Pese a este momento de bonanza, un límite importante se encuentra, en la conexión de la generación eólica a la red del sistema eléctrico. En este sentido, se trabaja desde diversos frentes para tratar de mejorar el transporte de la energía, condicionado por la capacidad del sistema para resolver

los problemas que se puedan plantear y que generalmente están asociados a la estabilidad del mismo. El trabajo conjunto de la Administración, Red Eléctrica Española y los responsables de las instalaciones tiene como reto alcanzar esa estabilidad de forma que se pueda conseguir no sólo incrementar la potencia de evacuación sino también favorecer la internacionalización de las empresas nacionales. La solución reside en la capacidad de los agentes para actuar en los momentos críticos y lograr que las características de las máquinas contribuyan a prestar apoyo al sistema, sobre todo en los períodos críticos de baja demanda. Siguiendo esta línea se trabaja en sistemas de alimentación que permitan que el sistema siga operando durante los huecos de tensión. Esta situación confirma el mayor protagonismo de la red de transporte, que se consolida ante la importancia de obtener generación eléctrica a partir de nuevas fuentes de energía para favorecer una mayor flexibilidad del suministro en nuestro país, diversificando los recursos utilizados y reduciendo el déficit energético.

Hay que destacar de acuerdo con lo anterior, que el problema de los límites en la capacidad de evacuación y suministro exigen la necesidad de trabajar en la mejora de la coordinación entre las comunidades autónomas. Como se ha destacado con anterioridad la no coincidencia de los límites geográficos y los administrativos establecen zonas de evacuación comunes y crean vínculos respecto a la red eléctrica, por lo que será necesario superar esas dificultades de forma conjunta. La consecuencia fundamental es que esos límites ponen freno al desarrollo del gran número de iniciativas planteadas en el sector, un problema que afecta de manera especial a Andalucía ubicada en la zona Sur, con cinco nudos de evacuación y una potencia cercana a los 2.500 MW pero insuficiente para las metas de desarrollo y para aprovechar su potencial.

Esta situación se agudizará especialmente en Andalucía con la próxima instalación de parques eólicos en el mar, una industria emergente, que pese a dificultades relacionadas con su ubicación, hasta el momento tiene como limitación principal la relacionada con la evacuación de la energía generada. En este contexto, la Junta de Andalucía está realizando esfuerzos para conseguir una mayor concesión en la capacidad de evacuación por parte de Red Eléctrica Española, un aspecto fundamental para impulsar de forma definitiva el papel de las renovables en Andalucía para que la región se incorpore de un modo definitivo a las primeras posiciones en el ámbito nacional.

Los últimos datos procedentes de la Plataforma empresarial Eólica confirman el camino seguido por el sector eólico y auguran la consolidación de los objetivos marcados. Según esto, la producción eólica habrá abastecido al 6,5 por ciento de la demanda eléctrica española durante 2004 y la relevancia económica de este sector se cuantifica en la concesión de empleo directo a 25.000 personas y un incremento de 34.000 más hasta el horizonte del Plan Nacional, marcado en el año 2011. Dada la capacidad productiva y el ritmo inversor existente, el sector puede asumir la instalación de 2.500 MW anuales y hacer frente al potencial eólico terrestre de España con la tecnología actual, cifrado en 30.000 MW. De este modo, las expectativas que ofrece la energía eólica y los resultados esperanzadores que se están obteniendo desde el punto de vista empresarial, ahora sí apoyados por una regulación favorable, aseguran un buen futuro para el sector en España, donde cada vez más regiones se inician en su desarrollo gracias al desarrollo tecnológico y la capacidad inversora.

Desde el punto de vista de Andalucía, el marco establecido por el actual PLEAN, 2003-2006 junto al camino marcado por el anterior PLEAN 1995-2000, ha sentado las bases para reimpulsar la industria eólica en la región, y aunque no se han cumplido los ambiciosos objetivos hasta el momento, el plan propone un objetivo para el sector de 2.700 MW instalados en el año 2006 y de 4.000 MW en 2010, objetivos que en la actualidad se presentan como lejanos, ya que, a final de 2004 hay 346,3 MW instalados, lo que representa un 19 por ciento de las previsiones efectuadas en el PLEAN, el sector está dotado de una base adecuada para alcanzarlos, tanto por el potencial existente en la región como por la contribución del sector privado.

Como ya se ha destacado la superación de los límites de evacuación y los retrasos administrativos se sitúan como la principal dificultad para el desarrollo. De ahí, que sea necesaria, por parte de la Administración para resolver las trabas e impedimentos que atenazan el desarrollo de la energía eólica en Andalucía. El avance en este sentido, el impulso de la actividad inversora apoyado en la regulación actual y la localización de nuevas zonas de recurso eólico (mediante la tecnología offshore) son el fundamento para alcanzar los objetivos de Andalucía en el campo de las fuentes renovables, donde, como sucede en el plano nacional, la energía eólica debe jugar su papel de liderazgo.

CAPÍTULO 4

IMPACTO ECONÓMICO DEL SECTOR EÓLICO EN ANDALUCÍA:

REPERCUSIONES MACROECONÓMICAS, SECTORIALES Y SOCIALES

4. IMPACTO ECONÓMICO DEL SECTOR EÓLICO EN ANDALUCÍA: REPERCUSIONES MACROECONÓMICAS, SECTORIALES Y SOCIALES

4.1. La situación de partida: Industria y vínculos sectoriales

Para comprender con mayor exactitud la relevancia que puede alcanzar el desarrollo previsto del sector eólico en Andalucía, tanto en términos cuantitativos como cualitativos, es necesario adquirir una visión de conjunto de la situación de partida de la economía andaluza, especialmente en lo relacionado con la industria y el desarrollo tecnológico de la región.

En 2003, la población de Andalucía alcanza los 7.606.848 habitantes, la más poblada de España (17,8 por ciento del total). La población empleada asciende, en el período señalado, a 2.596,1 miles de personas, lo que representa el 15,36 por ciento del empleo total en España. Estos trabajadores generaron un VAB (en euros corrientes) de 91.029,5 millones de euros, en torno al 13,61 por ciento del total nacional. No obstante, en términos relativos, la economía andaluza presenta un notable retraso respecto a la media nacional. En términos per cápita, el VAB por habitante en Andalucía se cifra en torno a 11.967 euros frente a los 15.656 euros obtenidos para el ámbito nacional. En otras palabras, el VAB per cápita medio de los andaluces es alrededor de un 76,4 por ciento del español, lo que pone de relieve el diferencial de desarrollo existente entre ambos territorios.

La estructura productiva se caracteriza por el elevado peso del sector primario, 2,5 puntos porcentuales más en comparación con España, el escaso peso o debilidad del sector industrial que contribuye con el 12,3 por ciento al VAB andaluz, casi 10 puntos menos que lo contabilizado en España, y por el contrario la mayor contribución de la construcción y los servicios al VAB en Andalucía que en España.

Gráfico 4.1
Estructura productiva

Fuente:INE. Contabilidad Regional de España 2003.

De la estructura manifestada se pueden obtener algunas consideraciones. En primer lugar, refleja que la tendencia generalizada en las economías desarrolladas a la reducción del sector primario ha sido menor en Andalucía. En segundo lugar, la pérdida de peso relativo de la industria ha sido más intensa en el ámbito andaluz que en otras economías. Por último, el mayor peso de los servicios se corresponde con actividades relacionadas con el comercio y el turismo, y no con servicios avanzados prestados a las empresas.

El menor grado de desarrollo de la economía andaluza en comparación con la española encuentra su principal justificación en el menor desarrollo de su tejido productivo. La debilidad empresarial se manifiesta en dos elementos, por un lado, una menor densidad empresarial en la región que en España, 54,8 empresas por habitante frente a 65,9 respectivamente (CBA 2004), y por otro, por la menor dimensión de la empresa regional, lo que se traduce en una menor capacidad para innovar y competir. Este menor espíritu empresarial se ha justificado por factores institucionales y culturales, lo que no ha impedido la incorporación de una nueva clase empresarial más innovadora y la existencia de núcleos espaciales con elevado dinamismo económico (Ferraro, 2000).

En lo que concierne expresamente al ámbito industrial, la distribución por ramas de actividad revela las características más relevantes del sector. Se constata la alta especialización en el subsector de alimentación, bebidas y tabaco que aporta el 21,5 por ciento del VAB industrial y el 2,4 por ciento del VAB total andaluz. A continuación la rama de energía eléctrica, gas y agua es la más destacada, el 12,4 por ciento de la industria y el 1,4 del total. Otras actividades destacadas son la industria de minerales no metálicos, las extractivas, la metalurgia y la fabricación de material de transporte.

Cuadro 4.1
Estructura industrial por ramas
(Porcentajes s/valores en 2001)

	Andalucía		España		Andalucía sobre España	
	%VAB Industria	%VAB total	%VAB Industria	%VAB España	Especialización (%And/Esp)	Especialización relativa (*)
Industria incluida la energía	*100,0*	*11,1*	*100,0*	*22,9*	*8,5*	*-11,8*
Energía	*20,4*	*2,3*	*15,4*	*3,5*	*11,3*	*5,0*
Extracción de p energéticos, otros minerales y refino de petróleo	8,0	0,9	4,7	1,1	14,4	3,3
Energía eléctrica, gas y agua	12,4	1,4	10,7	2,4	9,9	1,8
Industria	*79,6*	*8,8*	*84,6*	*19,4*	*8,0*	*-5,0*
Alimentación, bebidas y tabaco	21,5	2,4	12,5	2,9	14,6	8,9
Textil, confección, cuero y calzado	4,5	0,5	6,3	1,4	6,1	-1,8
Madera y corcho	1,9	0,2	2,1	0,5	7,7	-0,2
Papel; edición y artes gráficas	5,1	0,6	7,7	1,8	5,6	-2,6
Industria química	7,4	0,8	8,0	1,8	7,8	-0,6
Caucho y plástico	3,3	0,4	4,3	1,0	6,5	-1,0
Otros productos minerales no metálicos	9,0	1,0	7,1	1,6	10,9	1,9
Metalurgia y productos metálicos	8,1	0,9	11,3	2,6	6,1	-3,3
Maquinaria y equipo mecánico	3,3	0,4	6,2	1,4	4,5	-2,9
Equipo eléctrico, electrónico y óptico	4,5	0,5	6,2	1,4	6,2	-1,7
Fabricación de material de transporte	7,4	0,8	9,0	2,1	7,0	-1,6
Industrias manufactureras diversas	3,8	0,4	4,0	0,9	8,1	-0,2

(*) Diferencias del porcentaje que representa la rama o subsector en el total de la industria entre Andalucía y España. Valores positivos indican especialización relativa de Andalucía, negativos de España. El total de la industria está calculado respecto de la participación en el VAB total de cada ámbito.
Fuente: *Analistas Económicos de Andalucía* a partir de la información del INE.

Desde una óptica comparada, en términos de especialización, se observa que la rama de alimentación y bebidas es la que mayor participación tiene en el VAB de la actividad en España, un 14,6 por ciento, seguido de las actividades extractivas con el 14,4 por ciento, ambas por encima de lo que representa la industria andaluza en la española, aunque por debajo de la participación del VAB

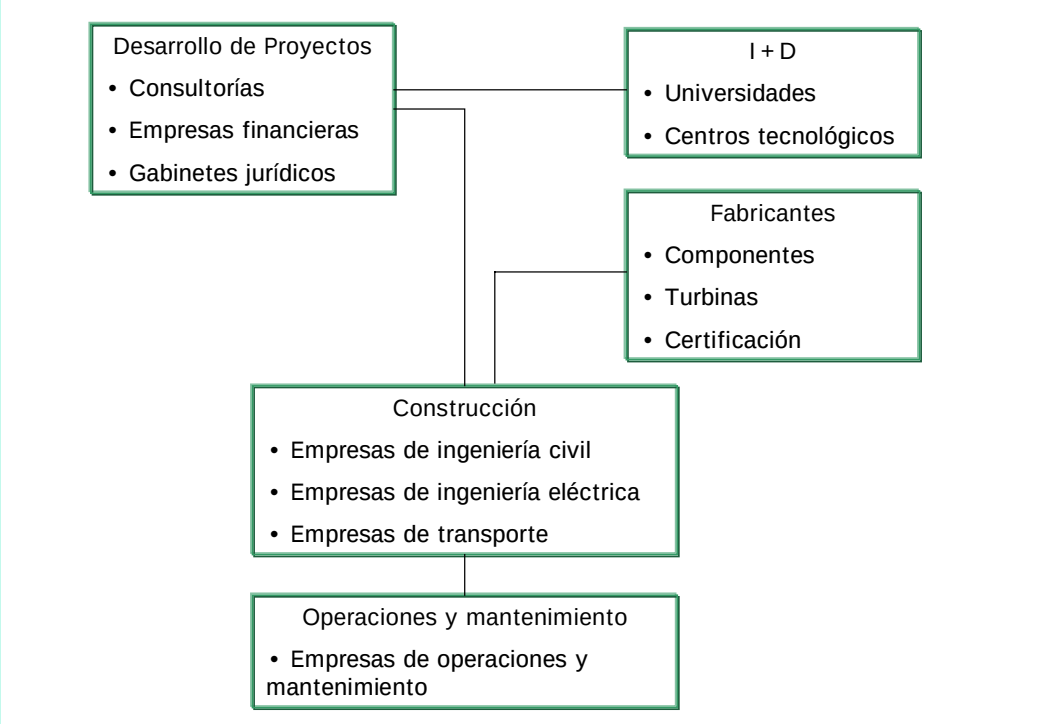
total andaluz en el nacional. En estas mismas circunstancias se encuentran otras ramas relevantes, caso de la energía eléctrica, gas y agua, y la fabricación de productos minerales no metálicos.

En términos de especialización relativa, diferencia entre la participación de una rama concreta en el VAB de la industria de Andalucía y España, se observa, de nuevo, la mayor especialización del subsector de alimentación y bebidas en Andalucía, unos 8 puntos por encima de la española, y del subsector energético, 5 puntos por encima, si bien, en éste el mayor protagonismo recae en las extractivas. Algo más de especialización muestra, igualmente, la fabricación de productos minerales no metálicos.

De lo anteriormente expuesto se pueden extraer dos consideraciones. La industria andaluza muestra una estrecha relación con el sector primario y la construcción, ya que los sectores con mayor especialización se nutren de los vínculos que mantienen con estos, ya sea para proveerse de materia prima (industria alimentaria) o para abastecer al sector construcción (industrias extractivas y de productos minerales no metálicos). En segundo lugar, se aprecia que la mayor especialización industrial se encuentra en ramas de actividad de demanda y contenido tecnológico bajo.

La incidencia que las inversiones previstas en el sector eólico pueden tener sobre la industria andaluza es muy positiva por diferentes razones, y se deriva de la estructura anteriormente mencionada y de las propias relaciones económicas que se dan entre las empresas que operan en la industria de la energía eólica. El esquema anexo muestra las distintas actividades implicadas en la industria eólica, del que se extraen dos aspectos relevantes. El primero que las actividades relacionadas con el sector eólico son muy variadas, van desde consultorías, actividades de I+D, de construcción, metalúrgicas, equipos eléctricos, electrónicas, de transporte, etc. En definitiva, los vínculos de la actividad eólica con el resto de sectores productivos es muy elevado, por lo que la capacidad de arrastre del sector en el conjunto de la economía es muy importante, de ahí que inversiones o fomento de la actividad eólica tengan una importante repercusión en el conjunto de la economía donde se realizan. El segundo que el sector eólico involucra actividades e industrias de alto contenido tecnológico, por lo que su desarrollo y expansión representan una oportunidad sin precedentes para incrementar y consolidar estas actividades en Andalucía.

ESQUEMA 4.1. Empresas que operan en la industria de energía eólica



Fuente: Martínez et alia, 2002.

La incidencia que el desarrollo de la industria eólica en Andalucía tendrá sobre otros sectores y actividades dependerá del grado de desarrollo que éstas hayan alcanzado en la región y de su vinculación con el tejido socioproductivo, como puede ser generación de empleo, inversiones en I+D, políticas de formación, etc. Descendiendo a aspectos concretos, se aprecian los siguientes elementos singulares: En primer lugar, la construcción de los parques eólicos lleva incorporado un apreciable porcentaje del gasto total (entre el 10 y el 15 por ciento) en obra civil, por lo que supone un incentivo para el importante sector construcción andaluz, muy desarrollado y con gran capacidad técnica y productiva.

Estrechamente relacionados con la construcción, la extracción de áridos y la industria de productos minerales no metálicos (cementos, cerámicas, materiales construcción, etc.) registrarán un importante aumento en su cartera de pedidos al amparo de la construcción de los parques. Esta industria goza de un desarrollo y capacidad tecnológica de alto nivel en Andalucía, por lo que un

incremento en su volumen de negocio debe observarse como una oportunidad para ganar tamaño y mejorar la calidad de sus productos a medio plazo, con la consiguiente mejora en su nivel competitivo.

En segundo lugar, en lo que respecta a las actividades relacionadas con la fabricación de aerogeneradores y sus componentes, la información que proporciona el IDAE refleja que no existen, radicadas en territorio andaluz, fabricantes de aerogeneradores, que como es sabido es el elemento básico de la construcción de parques y del negocio eólico. En este sentido, la pérdida en términos de producción y empleo para el conjunto de la economía andaluza y, especialmente, para el sector industrial, que supone la inexistencia de esta actividad es muy relevante y, con urgencia, no debería desdeñarse la vinculación de los proyectos futuros a las sinergias que se derivan de la implantación de los fabricantes en suelo andaluz.

La situación puede resultar incomprensible si se constata que las actividades y tecnologías relacionadas con la fabricación de aerogeneradores están, en la actualidad, representadas en Andalucía por medio de grupos industriales de gran prestigio. Nos referimos a la especialización en la fabricación de productos metalúrgicos y eléctricos, de transformados metálicos, de maquinaria y de material de transporte. En cualquier caso, a pesar de las carencias observadas en el estado actual, las perspectivas de desarrollo industrial propiciado por el negocio eólico pueden ser muy relevantes en estas áreas.

En tercer lugar, una vez que la inversión eólica en Andalucía se vaya consolidando se reforzará el privilegiado papel que la industria de generación eléctrica tiene en la Comunidad que, como se ha señalado, goza de un alto grado de especialización en la región, y posibilita la modernización de la industria de generación y distribución de energía, al tiempo que, aprovechando la solidez industrial adquirida, se pueden obtener ventajas comparativas que permitan la internalización de las actividades.

Por otro lado, existe una amplia evidencia de que en las regiones donde se han ubicado los fabricantes de aerogeneradores se ha producido un desarrollo endógeno de las actividades industriales relacionadas que ha posibilitado la transferencia de tecnología hacia empresas de ingeniería y de servicios de apoyo, con amplios efectos positivos sobre la economía de esas regiones. Junto a esto, hay que hacer mención a la importancia que la investigación y desarrollo tienen sobre el sector eólico, ya

que parte del éxito alcanzado en los últimos años se debe a este factor. La inversión en I+D de los fabricantes españoles es superior a la media de las empresas españolas, así como de otros sectores innovadores tales como los equipos eléctricos y electrónicos, la industria química y farmacéutica y la industria informática.

4.2. Evaluación del impacto económico del sector eólico

La construcción, conservación y explotación de infraestructuras ha correspondido, tradicionalmente, al sector público, caso de las redes viarias, ferroviarias, de energía, etc. A partir de los años ochenta como consecuencia de los problemas de las haciendas públicas y por motivos ideológicos y de eficiencia económica se ha procedido una creciente participación del sector privado en sectores usualmente reservados a la iniciativa pública (De Rus, 2000).

Los cambios tecnológicos experimentados en los últimos 25 años explican en gran medida las modificaciones registradas por algunas actividades o sectores económicos que han registrado profundos cambios en su estructura de mercado. El ejemplo más paradigmático se encuentra en las telecomunicaciones y, en la actualidad, este proceso ha irrumpido con fuerza en el sector eléctrico fruto de las mejoras técnicas que permiten, por una parte, producir electricidad en plantas mucho más pequeñas que las existentes en la actualidad, y por otra, por la irrupción de nuevas formas de generar electricidad con recursos menos contaminantes, autóctonos y renovables. Fruto de esta liberalización, extendida por todo el mundo, se han producido ganancias de eficiencia en estos sectores.

La contribución de los bienes públicos al desarrollo regional y al crecimiento económico ha formado parte corriente del trabajo de los economistas, debido a la relevancia e impactos de los efectos que las provisiones de bienes públicos tienen sobre el conjunto de una economía. La construcción de infraestructuras económicas genera efectos locales y regionales beneficiosos a corto plazo y su impacto sobre la actividad económica es muy relevante bien sea por la que se genera de forma directa como inducida.

No obstante, estos análisis no evalúan la rentabilidad social que tienen estos proyectos de inversión, se limitan a valorar los efectos sobre la producción y el empleo regional, y olvidan el beneficio social. En el caso de las inversiones en generación eléctrica eólica se pueden reseñar, el efecto medioambiental positivo neto que tiene la energía eólica, la reducción de la dependencia energética exterior, las mejoras en la distribución o en el mallado de la red de distribución eléctrica que permitirá la electrificación de zonas rurales o aisladas. Estos beneficios señalados pueden tener o no un componente monetario cuantificable, pero independientemente de ello, representa un beneficio para la región donde se realiza la inversión.

En contrapartida, por el lado de los costes, también existen elementos de difícil cuantificación, si bien, el criterio más racional sería el de determinar el coste de oportunidad de destinar los recursos a otro proyecto. En el caso de los proyectos eólicos, se podrían señalar el coste de oportunidad de destinar los emplazamientos de los parques a otras actividades, o simplemente el coste de oportunidad de inversiones alternativas. En el caso de la generación de electricidad se aúnan dos elementos, por un lado, el componente social y público que contiene el bien o servicio de disponer de electricidad, y por otro, la realización de las inversiones por parte de la iniciativa privada, por lo que el componente de rentabilidad económica prima sobre el de rentabilidad social a la hora de evaluar un proyecto concreto de inversión.

En cualquier caso, ello no es óbice para que la rentabilidad social o beneficio social de los proyectos eólicos esté ampliamente avalada. Se habían reseñado las externalidades positivas de la generación eólica en cuanto a emisiones de CO_2 y de gases contaminantes y, en general de tipo ambiental, valoradas por la metodología de los ecopuntos. Igualmente, al existir un mercado de emisiones con sectores afectados y precios por emisión, se puede valorar económicamente el ahorro en costes de emisión que representa la generación eólica frente a la producción eléctrica mediante centrales térmicas.

Otras externalidades positivas se encuentran en el impulso sobre la industria regional que puede suponer la consolidación de una industria de generación eólica por dos motivos fundamentales,

la adquisición del know-how necesario para desarrollar tareas específicas de la construcción y mantenimiento de los parques, y los vínculos de los organismos y centros de investigación con una industria que demanda un alto nivel tecnológico.

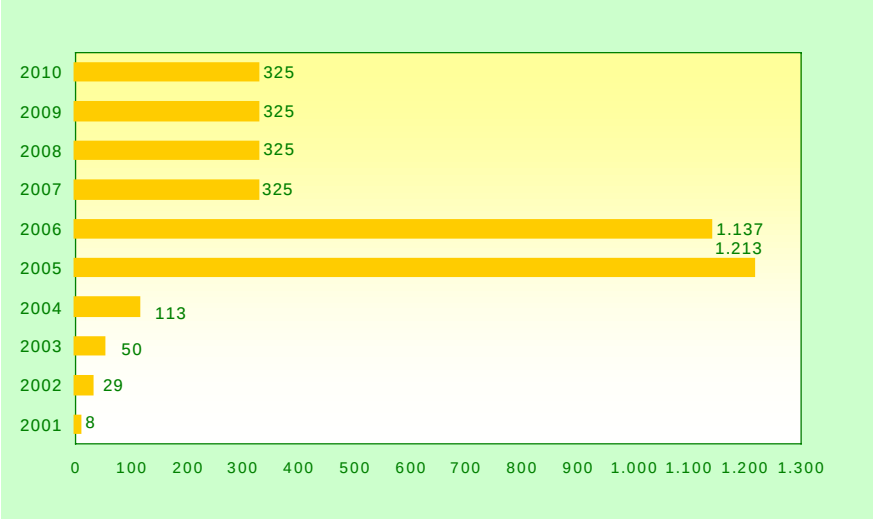
En razón de lo anteriormente expuesto el análisis del impacto económico y social de la aplicación del Plan Energético de Andalucía en su vertiente eólica vendrá dado por elementos interrelacionados pero independientes en su determinación, como son; en primer lugar, el relacionado de manera estricta con la inversión en la construcción de los parques; en segundo lugar, el que se obtiene fruto de la actividad de generación eólica y de la generación de rentas públicas y privadas (tasas municipales y alquileres de terrenos) en las zonas rurales; y en tercer lugar, el derivado de los beneficios sociales o externalidades, caso de los ahorros en el mercado de emisiones, de los ahorros en consumo de petróleo.

4.2.1. La inversión programada en energía eólica: Producción y empleo generados

Desde la entrada en vigor del Plan de Fomento de las Energías Renovables 2000-2010 y su posterior asunción en la política energética de Andalucía, las previsiones de potencia eólica instalada que recoge el PLEAN para el período 2001-2006 apenas se han cumplido en un 5 por ciento. Para ser más precisos, hasta el año 2000, se contabilizaban 150,3 MW instalados por lo que, a efectos de inversión concerniente al PLEAN, se considerarán los 3.849,7 MW que completan las previsiones de 4.000 MW hasta 2010.

Con objeto de ser lo más realista posible se ha realizado la distribución temporal de la potencia instalada en el período atendiendo a los siguientes criterios. Entre 2001 y 2003 se considera la potencia realmente instalada y de la que se disponen los datos ciertos, en total 86,7 MW. Para el resto del período de vigencia del PLEAN, entre 2004 y 2006, se distribuyen entre los tres años el resto de la potencia estimada que se preveía en el Plan Energético, unos 2.463 Mw, si bien, para 2004 el reparto se hace considerando la última información disponible en cuanto a potencia instalada. Por último, para el período 2007-2010, plazo de finalización del Plan Nacional, se adjudican a partes iguales los 1.300 MW que completarían los 4.000 MW que se planificaron en el Plan Energético de Andalucía.

Gráfico 4.2
Periodificación de la potencia eólica instalada
(Estimación en MW)



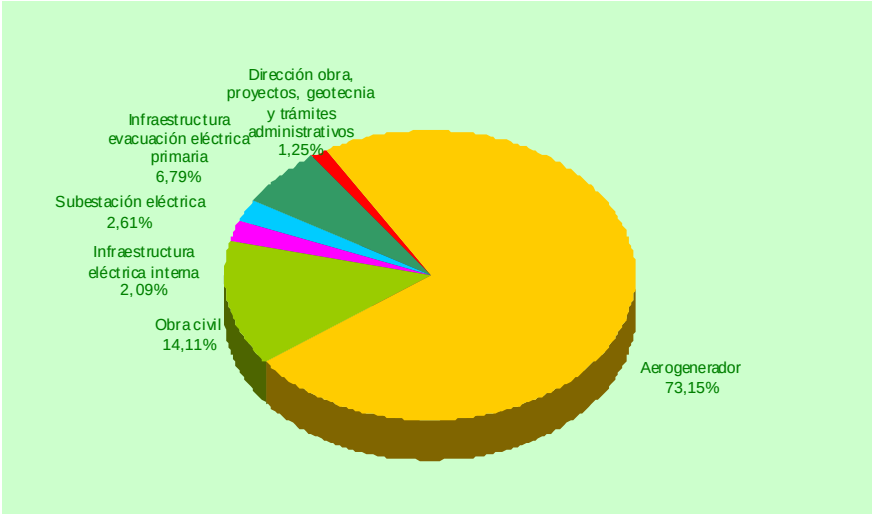
Fuente: Estimación a partir de la previsión del Plan Energético de Andalucía 2003-2006.

La distribución anterior refleja que el retraso en la aplicación del Plan, en lo que se refiere a la potencia eólica instalada, es muy relevante y, dado el esfuerzo inversor y técnico que habría que realizar en 2005 y 2006, parece improbable que se puedan alcanzar las previsiones originales para el conjunto del período. Una hipótesis más factible podría ser la de repartir la potencia pendiente de instalar entre 2005 y 2010, para permitir un plazo de ejecución de las inversiones más realista. En cualquier caso, para el análisis, se mantiene la opción inicial sobre la base de que aún es posible cumplir con las expectativas.

Una vez determinado, con criterios energéticos, el alcance de los proyectos de inversión en energía eólica es necesario calcular cuál es el esfuerzo económico que representarán los 3.849,7 MW adicionales que se conectarán a la Red Eléctrica de la Región. La disparidad de emplazamientos donde se ubicarán los parques, con singularidades orográficas o requerimientos técnicos diferentes, determinarían valores unitarios de inversión distintos para cada parque. Para salvar esta complejidad, máxime cuando la mayor parte de la inversión está por realizar, se ha optado por calcular un valor medio unitario por MW instalado en función de las inversiones conocidas por el sector en otros parques instalados.

La información suministrada por APREAN sitúa el precio medio del MW instalado en 957 mil euros, de los cuales, en torno a 700 mil euros, el 73,2 por ciento de la inversión total, corresponden a la partida del aerogenerador, en la que se incluyen tanto el propio molino como el transporte y montaje de éste en su emplazamiento definitivo. Tras ésta, la partida más relevante es la relacionada con la obra civil necesaria para la instalación de los aerogeneradores y las líneas internas y de evacuación, importe que se estima alrededor de 135 mil euros por MW instalado, el 14,1 por ciento del monto total de un proyecto de parque eólico. Como se aprecia en el gráfico adjunto, el resto de partidas son cuantitativamente menos importantes, destaca la infraestructura de evacuación eléctrica, casi el 7 por ciento del total, y son de menor repercusión los gastos de servicios de consultoría, dirección de obra, administrativos, etc., que en conjunto apenas alcanzan el 1,25 por ciento de la inversión total.

Gráfico 4.3
Gastos de inversión de parque eólico por conceptos



Fuente: *Analistas Económicos de Andalucía* a partir de la información de APREAN.

Una primera revisión de las cifras refleja el enorme volumen de inversión acumulado para el conjunto del período, 3.684,2 millones de euros, destacando el período 2004-2006 en el que, si se cumplen las previsiones, se ejecutará el 64 por ciento de la inversión total. Para obtener una percepción ajustada de la magnitud de la inversión y del alcance económico que puede representar resulta adecuado compararlo con otras inversiones públicas de gran relevancia realizadas en Andalucía como son la A-92 y la todavía inconclusa línea AVE Córdoba-Málaga.

Cuadro 4.2
Inversión prevista por períodos
(Miles de euros en valores constantes de 2004)

	Precio unitario (miles euros/MW)	2001-2003 (86,7 MW)	2004-2006 (2.643 MW)	2007-2010 (1.300 MW)	Total (3.849,7 MW)
Aerogenerador	700,0	60.690	1.724.100	910.000	2.694.790,0
Obra civil	135,0	11.705	332.505	175.500	519.709,5
Infraestructura eléctrica interna	20,0	1.734	49.260	26.000	76.994,0
Subestación eléctrica	25,0	2.168	61.575	32.500	96.242,5
Infraestructura evacuación eléctrica primaria	65,0	5.636	160.095	84.500	250.230,5
Dirección obra, proyectos, geotecnia	9,1	789	22.413	11.830	35.032,3
Tramites administrativos y otros	2,9	251	7.143	3.770	11.164,1
	957,0	82.972	2.357.091	1.244.100	3.684.162,9

Nota: Aerogenerador incluye elevación, montaje y transporte.
Fuente: *Analistas Económicos de Andalucía* a partir de la información de APREAN.

Respecto a la primera, obra emblemática por lo que representa para la vertebración económica y territorial de Andalucía, el importe actualizado de la inversión a diciembre de 2003 se sitúa en torno a los 1.395,23 millones de euros, lo que representa alrededor del 38 por ciento de la inversión prevista en el sector eólico. En cuanto al AVE, obra que simboliza la modernidad y el progreso tecnológico, la inversión acumulada hasta 2007 se estima que ascenderá a 2.579 millones de euros, aproximadamente el 70 por ciento de la eólica. En resumen, estas dos infraestructuras de gran significación económica y social para Andalucía representan en conjunto una cuantía inversora similar a la que desembolsará el sector eólico hasta 2010, evidenciando de manera incontestable la magnitud y alcance que tendrá el programa eólico en la región.

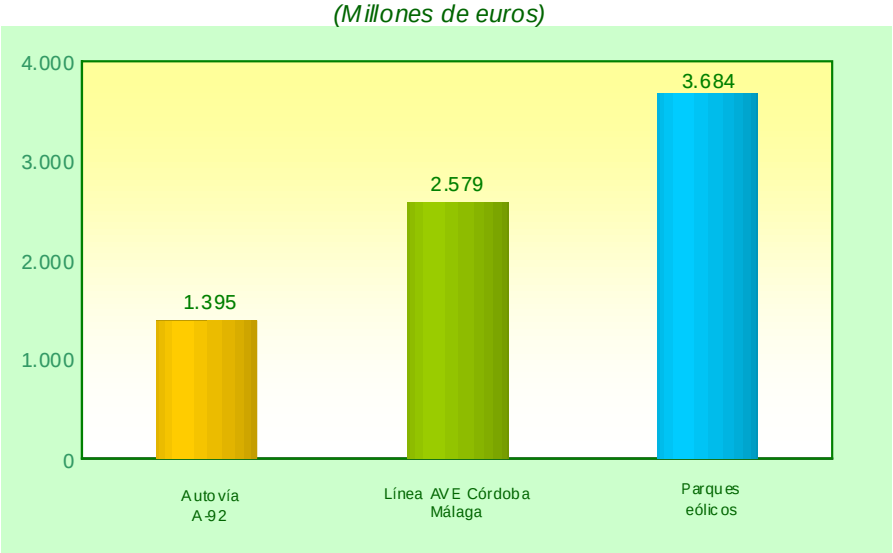
Una vez conocida la estructura básica del proceso inversor eólico y el monto total de éste, se puede proceder a estimar el impacto económico total que la inversión tendrá sobre la economía regional. Para ello, es procedente emplear el modelo Input-Output que permite estimar la producción y el empleo que se obtienen en una economía a partir de un impulso en la demanda vía inversión y/o actividad (para más precisiones conceptuales ver Aixalá y otros, 2003).

Los proyectos de inversión tienen la capacidad de estimular el crecimiento de la producción y el empleo de un área o región tanto por la propia inversión inicial como por los efectos de arrastre que se producen entre los distintos sectores implicados en el proyecto y que generan más producción y

empleo derivados de la inversión inicial. Para analizar tales efectos se va a emplear el Marco Input-Output de Andalucía para 1995 que recoge las relaciones entre las distintas ramas de actividad de la economía regional.

Una primera revisión de las cifras refleja el enorme volumen de inversión acumulado para el conjunto del período, 3.684,2 millones de euros, destacando el período 2004-2006 en el que, si se cumplen las previsiones, se ejecutará el 64 por ciento de la inversión total. Para obtener una percepción ajustada de la magnitud de la inversión y del alcance económico que puede representar resulta adecuado compararlo con otras inversiones públicas de gran relevancia realizadas en Andalucía como son la A-92 y la todavía inconclusa línea AVE Córdoba-Málaga.

Gráfico 4.4
Alcance de la inversión eólica
(Millones de euros)



Nota: Inversión A-92 a diciembre de 2003, e inversión acumulada AVE hasta 2007.

Fuente: *Analistas Económicos de Andalucía*.

La nueva potencia instalada en virtud de las previsiones del PLEAN asciende a 3.847,7 MW, lo que se traduce, como ya se ha señalado, en una inversión directa de 3.684,2 millones de euros. El impacto que esta inversión tendrá sobre la economía andaluza, en términos de producción, se eleva hasta los 4.694,5 millones de euros que se corresponden con los ya mencionados de la inversión inicial más los 1.010,3 millones de euros del efecto indirecto producido sobre los distintos sectores económicos como consecuencia de la inversión original.

Cuadro 4.3
Efectos económicos de las inversiones en energía eólica en Andalucía, 2001-2010
(Miles de euros)

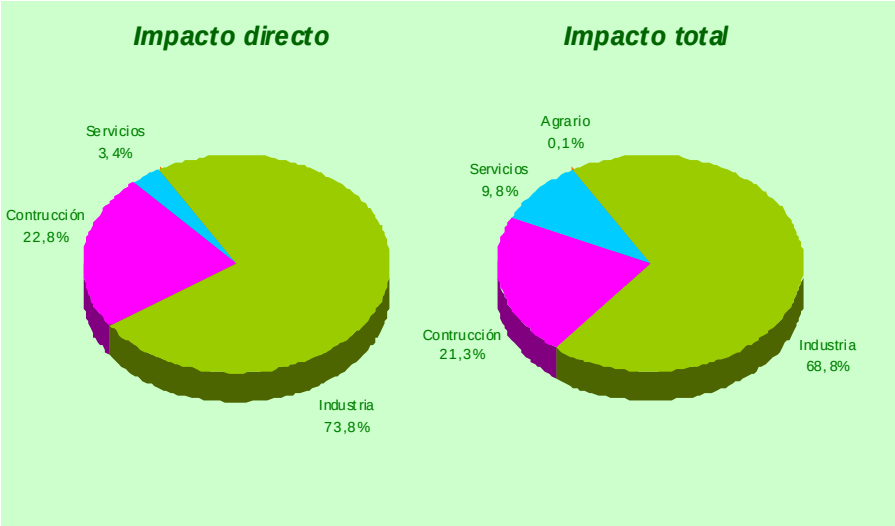
	Producción			Empleo		
	Efecto directo	Efecto indirecto	Total	Efecto directo	Efecto indirecto	Total
Sector agrario	0,00	3.325,57	3.325,57	0	120	120
Sector industrial	2.717.888,20	511.496,78	3.229.384,98	28.507	4.671	33.178
Sector construcción	839.234,60	160.189,26	999.423,86	13.156	2.813	15.969
Sector servicios	127.040,10	335.291,32	462.331,42	2.477	5.785	8.263
Total	3.684.162,90	1.010.302,92	4.694.465,82	44.141	13.388	57.529

Nota: Efectos estimados para una potencia nueva instalada de 3.847,7 MW.

Fuente: *Analistas Económicos de Andalucía* y Marco Input-Output 1995 (IEA).

La estructura de partida de la inversión permite diferenciar la importancia relativa de los efectos encuadrándolos en el sector al que se dirigen. Dada las características de la inversión, que se destina principalmente a equipamiento industrial, a instalaciones y a obra civil, los sectores más beneficiados se ubicarán en las actividades industriales y en la de construcción. En concreto, el efecto total sobre la industria se eleva hasta los 3.229,4 millones de euros, lo que representa algo más de dos tercios del efecto total (68,8 por ciento), de ahí las importantes implicaciones que la energía eólica puede generar en el impulso de los sectores industriales de la región.

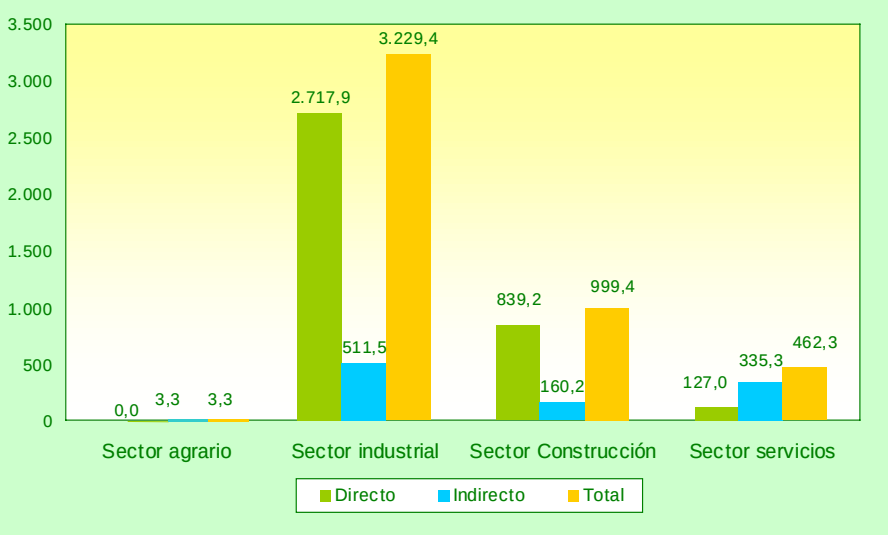
Gráfico 4.5
Impacto económico de la inversión eólica



Nota: Efectos estimados para una potencia nueva instalada de 3.847,7 MW.

Fuente: *Analistas Económicos de Andalucía* y Marco Input-Output 1995 (IAE).

Gráfico 4.6
Impacto económico de la inversión eólica
(Millones de euros)



Nota: Efectos estimados para una potencia nueva instalada de 3.847,7 MW.
Fuente: *Analistas Económicos de Andalucía* y Marco Input-Output 1995 (IAE).

Por lo que respecta a la construcción, su implicación en el proceso inversor es, igualmente, muy relevante, de ahí que la producción total que puede generar la concreción de los proyectos eólicos ascendería a 999,4 millones de euros, el 21,3 por ciento del total. Sensiblemente menor es la implicación que registra el sector servicios, en torno al 9,8 por ciento, lo que se traduce en 462,3 millones de euros de efecto sobre las actividades de servicios implicadas. Por su parte, los impactos que se producen en el sector primario son comparativamente irrelevantes.

Se había señalado anteriormente las diferencias en cuanto a intensidad en la potencia instalada que se prevén hasta 2010. Estas diferencias provocan que la importancia de los impactos económicos que se produzcan varíen considerablemente en cada período. Así pues, lo realmente invertido entre 2001 y 2003, unos 83 millones de euros, dada su escasa cuantía ha tenido unos efectos sobre la producción relativamente modestos, 105,7 millones de euros, si se considera el impacto esperado para todo el período, en torno al 2,3 por ciento de la producción generada total.

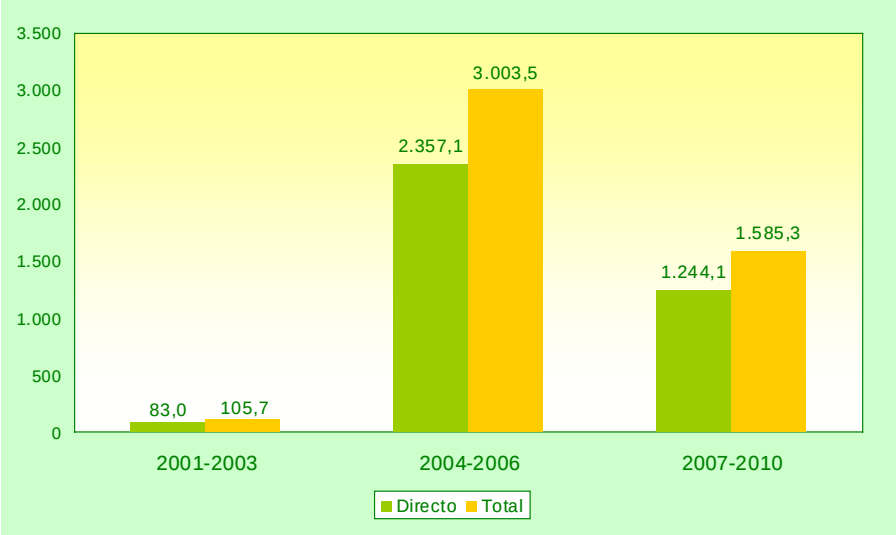
Cuadro 4.4
Efectos económicos de las inversiones en energía eólica en Andalucía, distribución por períodos
(Miles de euros)

	Producción			Empleo		
	Efecto directo	Efecto indirecto	Total	Efecto directo	Efecto indirecto	Total
2001-2003	82.971,90	22.753,27	105.725,17	994	302	1.296
2004-2006	2.357.091,00	646.381,82	3.003.472,82	28.241	8.566	36.806
2007-2010	1.244.100,00	341.167,83	1.585.267,83	14.906	4.521	19.427
Total	3.684.162,90	1.010.302,92	4.694.465,82	44.141	13.388	57.529

Nota: Efectos estimados para una potencia nueva instalada de 3.847,7 MW.
Fuente: *Analistas Económicos de Andalucía* y Marco Input-Output 1995 (IEA).

De cumplirse las expectativas del PLEAN es, en el período 2004-2006, cuando se llevará a cabo la mayor parte de la inversión en energía eólica, que supondrán una producción total en la economía andaluza de 3.003,5 millones de euros, el 64 por ciento del impacto total. En el último intervalo, 2007-2010, se completará la potencia instalada prevista con un efecto acumulado sobre la producción de 1.585,3 millones de euros, un tercio de los efectos totales que se producen a lo largo del período.

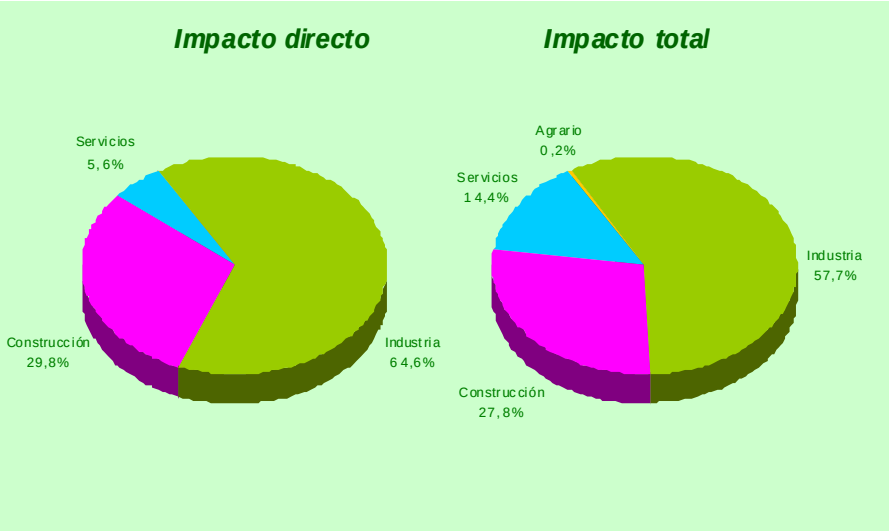
Gráfico 4.7
Efectos sobre la producción por períodos
(Millones de euros)



Nota: Efectos estimados para una potencia nueva instalada de 3.847,7 MW.
Fuente: *Analistas Económicos de Andalucía* y Marco Input-Output 1995 (IAE)

La inversión en el sector eólico produce, al mismo tiempo, efectos sobre el empleo regional en términos de creación o mantenimiento de puestos de trabajos, lo que representa un efecto de indudable alcance por la repercusión directa sobre las economías familiares de las personas afectadas. De manera global, el trabajo asociado a la inversión directa asciende a 44.141 empleos de duración anual, al tiempo que otros 13.388 empleos más se obtendrían de los impactos indirectos ocasionados por la inversión, de tal forma que se totalizarían unos 57.529 empleos.

Gráfico 4.8
Empleo por grandes sectores

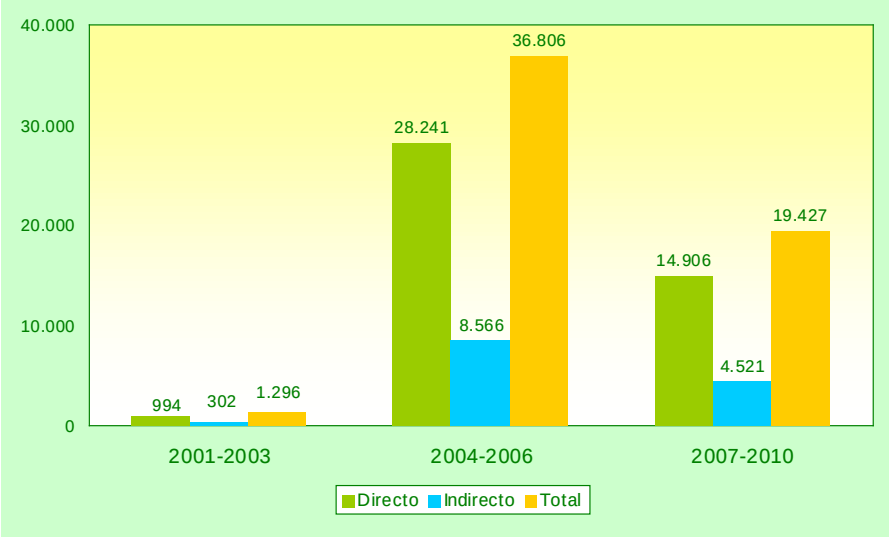


Nota: Efectos estimados para una potencia nueva instalada de 3.847,7 MW.
Fuente: *Analistas Económicos de Andalucía* y Marco Input-Output 1995 (IAE).

La repercusión del empleo sobre los sectores económicos se distribuye en consonancia con los efectos sobre la producción comentados previamente. En concreto, la industria regional es la más beneficiada de los proyectos de parques eólicos, de tal forma que 33.178 empleos se crearían para atender a la demanda de bienes que requiere la instalación de los parques, de éstos, 28.507 se crearían por necesidades de la inversión directa y el resto, por los efectos inducidos entre las distintas ramas de actividad. Para el sector construcción, la creación de empleo asciende a 15.969 puestos de trabajo de duración anual, y en los servicios unos 8.263 nuevos empleos serían necesarios en el conjunto del período.

Al igual que lo señalado en los efectos sobre la producción, el empleo se crea de acuerdo a la inversión realizada en cada intervalo temporal. Por ello, en el intervalo 2001-2003, que se corresponde con la inversión efectivamente realizada, la repercusión en términos de empleo es comparativamente modesta, 1.296 empleos de duración anual creados. En el siguiente tramo temporal, 2004-2006, se concentra la parte más significativa de la generación de puestos de trabajos, 36.806 empleos, de los cuales 28.241 se crearían por efecto exclusivo de la inversión directa. Por último, en el intervalo final, hasta completar la inversión prevista, se generan otros 19.427 empleos de duración anual.

Gráfico 4.9
Empleo generado por periodos (2001-2010)
(Empleos)



Fuente: *Analistas Económicos de Andalucía* y Marco Input-Output 1995 (IAE).

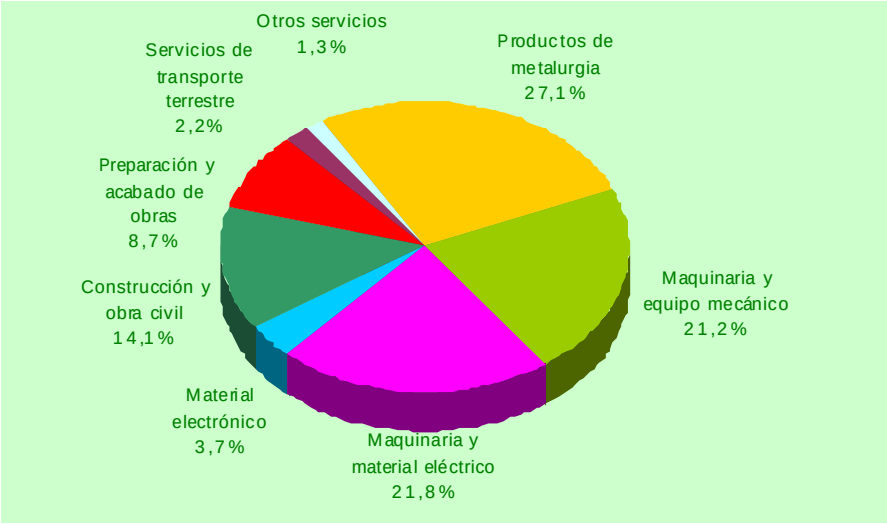
En definitiva, los efectos económicos que la realización del PLEAN en su vertiente eólica tendrá para Andalucía son de gran magnitud tanto en términos de producción como de empleo para el conjunto del período de aplicación. De estos, la mayor parte se concentran en la inversión directa efectivamente realizada y, el resto, aunque de menor cuantía, procedentes de los efectos inducidos sobre otras ramas de actividad, también, generan una repercusión económica estimable. No debe olvidarse que al tratarse del impacto que se deriva de un proceso inversor, cuando este se reduce o se acaba, los efectos económicos producidos, igualmente, se minoran o desaparecen. En cualquier caso, la experiencia y el know-how que se adquiere por parte de las empresas que participan en los

proyectos permite penetrar en otros mercados que se encuentren en procesos de expansión de la energía eólica, lo que redundaría en la consolidación de las actividades implicadas y en el mantenimiento de los puestos de trabajo a medio y largo plazo.

4.2.2. Impactos sectoriales de la construcción de parques eólicos

El apartado anterior ha permitido evaluar la trascendencia económica que las previsiones de inversión en el sector de la energía eólica tendrán sobre la economía regional de manera global y diferenciando por grandes sectores y períodos inversores. Para profundizar en el análisis sectorial el Marco Input-Output de Andalucía 1995 desagrega los vínculos intersectoriales de la economía regional hasta 89 ramas de actividad, lo que permite una valoración más precisa del alcance de la inversión eólica en las distintas actividades, especialmente en la industria y servicios, ya que, por lo que se refiere a la construcción apenas se consideran dos ramas diferentes.

Gráfico 4.10
Inversión por ramas de actividad



Nota: Otros servicios incluye servicios jurídicos, de contabilidad, técnicos de arquitectura e ingeniería, ensayos, administración y otros servicios a las empresas.
Fuente: *Analistas Económicos de Andalucía* y Marco Input-Output 1995 (IEA).

La mayor desagregación del impacto económico de la inversión eólica debe partir de una análisis más pormenorizado de los costes necesarios para la instalación y puesta en servicio de los

aerogeneradores y que se ha obtenido gracias a la colaboración de APREAN y de algunos de sus miembros. La partida de mayor importe, la del aerogenerador, que importa en torno a 700 mil euros por MW de un parque puede desglosarse en distintas subpartidas. En concreto, se puede diferenciar el propio bien de equipo que supone en torno al 93 por ciento del coste del aerogenerador, del transporte del equipo, un 3 por ciento del total, y la instalación y montaje, un 4 por ciento del total. En cuanto al propio aerogenerador una parte corresponde a productos de metalurgia (29 por ciento), a equipamiento eléctrico y electrónico (27 por ciento) y a equipamiento mecánico (29 por ciento), hasta totalizar el 93 por ciento señalado.

En las partidas de infraestructura eléctrica interna, de evacuación y de subestación eléctrica consideramos que el coste se divide a partes iguales entre la instalación y el equipamiento industrial necesario para realizar el trabajo. Por último, los gastos relativos a los estudios de evaluación, ingeniería, trámites jurídicos, etc., se asignan a las ramas de servicios jurídicos (el 8,3 por ciento), servicios de arquitectura e ingeniería (73,0 por ciento), servicios de administración (5,2 por ciento) y otros servicios a las empresas (13,6 por ciento), hasta completar la totalidad de esta partida.

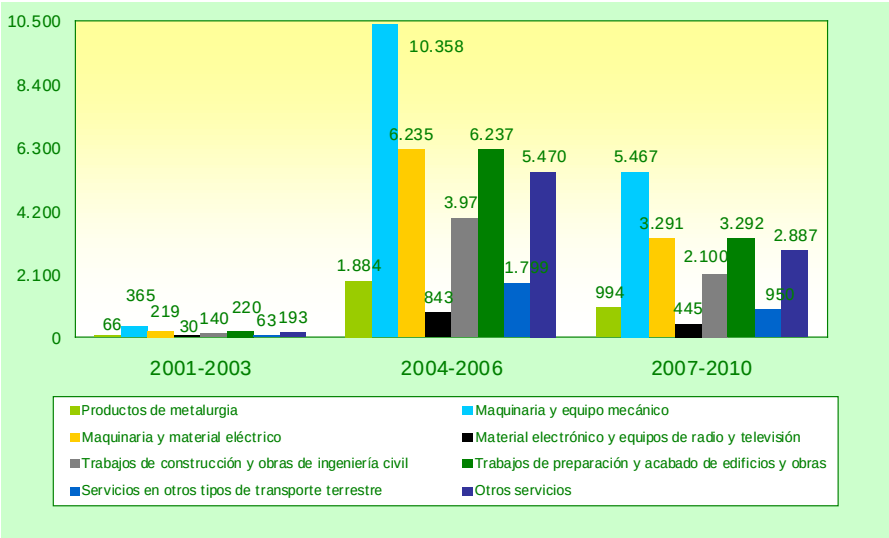
Como consecuencia de la asignación realizada de los costes de inversión en un parque eólico entre las distintas ramas de actividad directamente implicadas, se pueden obtener los impactos sobre la producción y el empleo en cada una de las actividades, y diferenciando, como se hizo anteriormente, entre impactos directos e indirectos. Los resultados obtenidos revelan que las ramas destinatarias de la inversión directa, además de los 3.684,2 millones de euros que se corresponden con el monto total de la inversión, también obtienen otros 465,5 millones de euros de producción adicional como consecuencia de los efectos indirectos inducidos por los vínculos productivos entre las distintas ramas. En consecuencia, los 544,8 millones de euros que completarían el efecto total se generan en actividades adicionales que no han sido destinatarias de la inversión inicial, si bien, en muchas de ellas el impacto sobre la producción y el empleo que reciben es muy significativo.

Cuadro 4.5
Efectos económicos de la instalación de parques eólicos en Andalucía, 2001-2010
(Miles de euros)

	Producción			Empleo		
	Efecto directo	Efecto indirecto	Total	Efecto directo	Efecto indirecto	Total
Productos de metalurgia	997.072,30	112.795,51	1.109.867,81	2.646	299	2.945
Maquinaria y equipo mecánico	781.489,10	56.837,12	838.326,22	15.092	1.098	16.190
Maquinaria y material eléctrico	804.587,30	20.848,63	825.435,93	9.500	246	9.746
Material electrónico y equipos de radio y televisión	134.739,50	5.080,15	139.819,65	1.270	48	1.317
Trabajos de construcción y obras de ingeniería civil	519.709,50	77.386,90	597.096,40	5.413	806	6.220
Trabajos de preparación y acabado de edificios y obras	319.525,10	82.802,36	402.327,46	7.743	2.006	9.749
Servicios en otros tipos de transporte terrestre	80.843,70	65.321,88	146.165,58	1.555	1.257	2.812
Servicios jurídicos, de contabilidad, etc.	3.826,60	22.879,04	26.705,64	72	433	506
Servicios técnicos de arquitectura e ingeniería, ensayos, etc.	33.723,37	4.608,29	38.331,66	635	87	722
Otros servicios a las empresas	6.259,61	16.928,53	23.188,15	151	408	559
Servicios de Administración	2.386,81	0,00	2.386,81	63	0	63
Resto ramas productivas	0,00	544.814,52	544.814,52	0	6.700	6.700
Total	3.684.162,90	1.010.302,92	4.694.465,82	44.141	13.388	57.529

Fuente: *Analistas Económicos de Andalucía* y Marco Input-Output 1995 (IEA).

Gráfico 4.11
Efectos sobre el empleo total por periodos y ramas industriales
(Empleos)



Fuente: *Analistas Económicos de Andalucía* y Marco Input-Output 1995 (IAE).

Para una mejor compresión de los efectos derivados de la inversión eólica en las distintas ramas, se ha procedido a agrupar por un lado las actividades de la construcción con las ramas industriales directamente relacionadas con ésta, es decir, aquellas que incrementan su producción por la demanda que reciben principalmente de la construcción. En concreto se consideran la extracción de áridos, la fabricación de cemento, cal, etc., los productos cerámicos, ladrillos, etc., y los productos del vidrio y la piedra. Para la industria se incluyen el resto de ramas industriales, y en los servicios las ramas que tienen esta consideración.

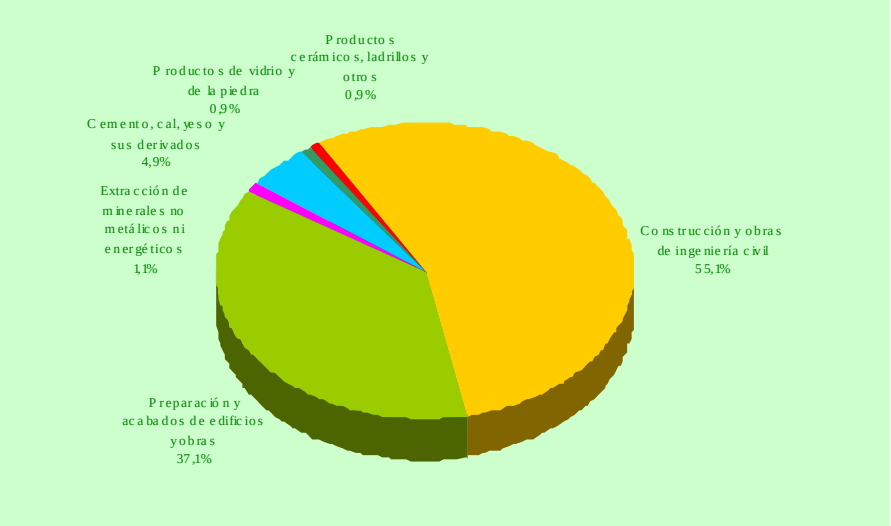
Por lo que se refiere a la construcción y actividades industriales relacionadas, el volumen de negocio o producción generada por la inversión eólica se puede cifrar en 1.083,9 millones de euros, de los cuales el 55,1 y el 37,1 por ciento corresponde a la producción total generada en las obras de ingeniería civil y en la preparación y acabados de obras, circunstancia lógica por ser estas ramas las destinatarias de la inversión directa. En el grupo de obras de ingeniería civil, las actividades implicadas son entre otras, la construcción de tendidos eléctricos, la construcción de caminos y vías, el montaje de estructuras metálicas, las obras de cimentación y las obras de edificios necesarios para el parque y la infraestructura eléctrica. Por parte de la preparación y acabados de obras, se pueden señalar las excavaciones y movimientos de tierra, las instalaciones eléctricas, otro tipo de acabados y el alquiler de maquinaria de construcción con operarios.

Cuadro 4.6
Efectos económicos de la inversión eólica en Andalucía, 2001-2010:
Construcción e industria relacionada

	Producción (miles de euros)			Empleo		
	Efecto Directo	Efecto indirecto	Total	Efecto directo	Efecto indirecto	Total
Construcción y obras de ingeniería civil	519.709,50	77.386,90	597.096,40	5.413	806	6.220
Preparación y acabado de edificios y obras (instalaciones)	319.525,10	82.802,36	402.327,46	7.743	2.006	9.749
Extracción de minerales no metálicos ni energéticos	0,00	11.462,87	11.462,87	0	123	123
Cemento, cal, yeso y sus derivados	0,00	53.605,74	53.605,74	0	383	383
Productos cerámicos, ladrillos y otros	0,00	9.604,28	9.604,28	0	226	226
Productos de vidrio y de la piedra	0,00	9.842,00	9.842,00	0	184	184
Total (1)	839.234,60	244.704,15	1.083.938,75	13.156	3.728	16.884

(1) Incluye las ramas industriales directamente relacionadas con el sector de la construcción.
Fuente: *Analistas Económicos de Andalucía* y Marco Input-Output 1995 (IEA).

Gráfico 4.12
Impacto total sobre la producción en la construcción e industria relacionada



Nota: Incluye las ramas industriales directamente relacionadas con el sector de la construcción.
Fuente: *Analistas Económicos de Andalucía* y Marco Input-Output 1995 (IEA).

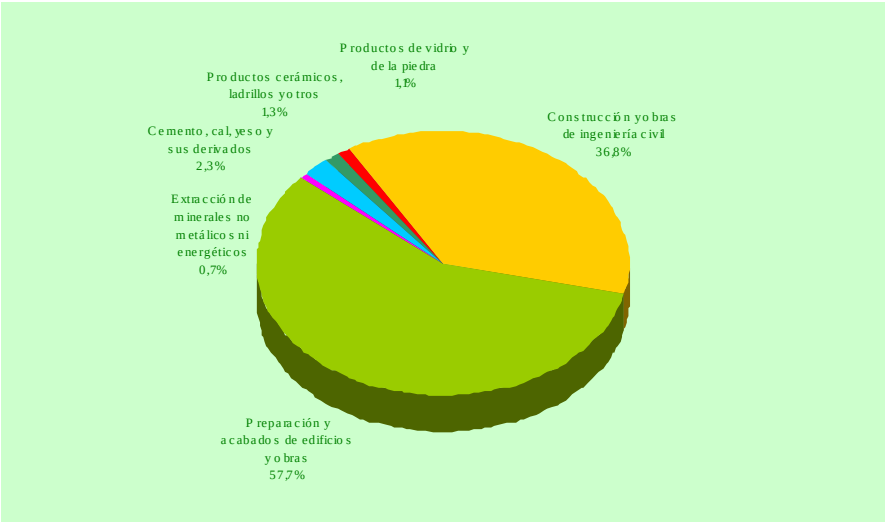
Junto al importante número de actividades encuadradas en la construcción que se beneficiarán de un volumen de negocio superior a los 1.000 millones de euros entre 2001 y 2010, existen otras series de actividades, en este caso industriales, que recibirán un fuerte impulso en su demanda como consecuencia de las necesidades, fundamentalmente, del sector construcción. El impacto global de estas actividades, 84,5 millones de euros, aunque comparativamente menor, no deja de tener una importancia notable para la industria afectada.

La industria extractiva, fundamentalmente la de áridos, recibirá una demanda de 11,5 millones de euros, procedente de las empresas de construcción o de las industrias cementeras, de productos cerámicos o de la piedra. Respecto a la industria de cementos, cal, hormigones, prefabricados de estos materiales, etc., la demanda ascenderá a unos 53,6 millones de euros, una cifra muy relevante que supondrá una inyección económica para el sector de gran importancia. La fabricación de productos cerámicos, ladrillos, etc., y la de productos del vidrio y de la piedra, recibirán un aumento de su negocio de en torno a 9,6 y 9,8 millones de euros, respectivamente.

La repercusión en términos de empleo sobre la región de las actividades de la construcción e industria relacionada es de gran magnitud. En total se generarían 16.884 empleos de duración anual

entre 2001 y 2010, correspondiéndole 6.220 a construcción y obra civil, 9.749 a preparados de obras e instalaciones, y 915 a las actividades industriales relacionadas directamente con la construcción. Debe recordarse que los empleos creados lo son por efecto exclusivo de la inversión y desaparecen cuando la inversión se ejecuta. Al mismo tiempo, dada las diferencias temporales en la ejecución de la inversión, aquellos períodos con mayor intensidad inversora se beneficiarán de mayor número de empleos creados.

Gráfico 4.13
Impacto total sobre el empleo en la construcción e industria relacionada



Nota: Incluye las ramas industriales directamente relacionadas con el sector de la construcción.

Fuente: Analistas Económicos de Andalucía y Marco Input-Output 1995 (IEA).

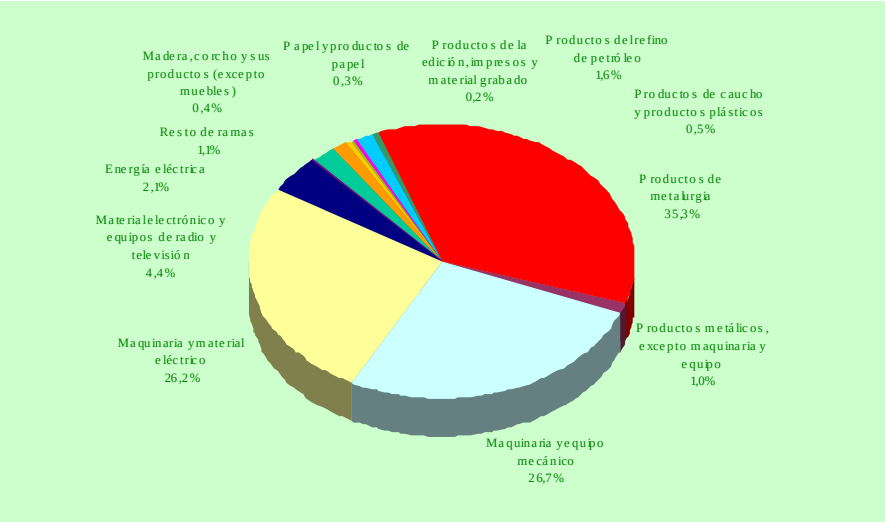
El segundo grupo que se analiza, el de las actividades industriales (excluida las relacionadas con la construcción), es el de mayor repercusión económica conjunta derivada de las previsiones de potencia instalada en energía eólica. Como se ha señalado anteriormente, la mayor parte de la inversión prevista en el sector eólico y, por consiguiente, en la industria se corresponde con los bienes de equipo en forma de aerogeneradores que se instalan en los parques. No obstante, es conocido que en la actualidad no existen fabricantes de aerogeneradores radicados en suelo andaluz, si bien, partes sustanciales pueden ser fabricados y encargados a las empresas radicadas en la Comunidad.

Cuadro 4.7
Efectos económicos de la instalación de parques eólicos en Andalucía, 2001-2010: INDUSTRIA

	Producción (miles de euros)			Empleo		
	Efecto directo	Efecto indirecto	Total	Efecto directo	Efecto indirecto	Total
Madera, corcho y sus productos (excepto muebles)	0,00	13.155,03	13.155,03	0	361	361
Papel y productos de papel	0,00	10.577,08	10.577,08	0	63	63
Productos de la edición, impresos y material grabado	0,00	7.038,81	7.038,81	0	164	164
Productos del refino de petróleo	0,00	48.870,95	48.870,95	0	34	34
Productos de caucho y productos plásticos	0,00	16.854,69	16.854,69	0	198	198
Productos de metalurgia	997.072,30	112.795,51	1.109.867,81	2.646	299	2.945
Productos metálicos, excepto maquinaria y equipo	0,00	31.603,65	31.603,65	0	702	702
Maquinaria y equipo mecánico	781.489,10	56.837,12	838.326,22	15.092	1.098	16.190
Maquinaria y material eléctrico	804.587,30	20.848,63	825.435,93	9.500	246	9.746
Material electrónico y equipos de radio y televisión	134.739,50	5.080,15	139.819,65	1.270	48	1.317
Vehículos de motor, remolques y semirremolques	0,00	1.187,19	1.187,19	0	14	14
Energía eléctrica	0,00	66.682,02	66.682,02	0	192	192
Resto de ramas	0,00	35.451,05	35.451,05	0	335	335
Total (1)	2.717.888,20	426.981,88	3.144.870,08	28.507	3.755	32.263

(1) No incluye las ramas directamente relacionadas con el sector de la construcción.
Fuente: *Analistas Económicos de Andalucía* y Marco Input-Output 1995 (IEA).

Gráfico 4.14
Impacto total sobre la producción en la industria



Nota: No incluye las ramas industriales directamente relacionadas con el sector de la construcción.

Fuente: *Analistas Económicos de Andalucía* y Marco Input-Output 1995 (IEA).

En cualquier caso, ya se había señalado, si la demanda de estos bienes se deriva en su totalidad fuera del ámbito andaluz, los efectos sobre el sector industrial se reducirían apreciablemente, sobre todo en las ramas de maquinaria y equipo mecánico, material eléctrico y electrónico, y metalurgia. A pesar de ello, se parte de la hipótesis de que la producción de estos bienes se realiza en Andalucía en su totalidad. La rama metalúrgica, desde la óptica de la producción, es la que registrará un mayor impacto, 1.109,9 millones de euros, en torno al 35,3 por ciento de la industria (excluida la relacionada con la construcción). Esta industria tiene una fuerte tradición en Andalucía, contando, según el DIRCE 2004, con 130 empresas (el 7,4 por ciento de las existentes en España), de las cuales, el 5,4 por ciento tienen más de 100 trabajadores, a lo que deben añadírsele otros establecimientos de grandes empresas del sector, radicados en Andalucía, aunque su sede social se encuentre fuera de la Comunidad, lo que refleja el potencial de producción de estas actividades en la región.

Por su parte, las ramas de maquinaria y equipo mecánico y de material eléctrico experimentarán un incremento en su volumen de negocio entre 2001 y 2010 de 838,3 y de 825,4 millones de euros respectivamente. En el caso de la rama de maquinaria y equipo mecánico, el 9,1 por ciento de las empresas están radicadas en Andalucía, 1.351 empresas, de las cuales 13 tienen más de 100 trabajadores, lo que pone de relieve el potencial productivo de esta rama en la región, y por lo tanto, la capacidad para incorporar un incremento en la demanda de la magnitud que produciría la inversión eólica. La rama de maquinaria y material eléctrico goza de una menor implantación en Andalucía, el 6,3 por ciento de las empresas son andaluzas, 199 empresas, de las cuales 2 tienen más de 100 empleados. En cualquier caso, en ambas ramas existen otros establecimientos empresariales radicados en la región con capacidad para compartir la carga de trabajo que se puede generar con los proyectos eólicos.

El resto de ramas industriales registrará un menor impacto en su producción como consecuencia de las inversiones en parques eólicos. Los fabricantes de material electrónico pueden alcanzar un aumento de su volumen de negocio de en torno a 138,9 millones de euros, mientras que el resto del impacto sobre la producción de las ramas industriales es de menor cuantía y se debe en su totalidad al efecto de arrastre de la inversión inicial sobre otras actividades industriales.

Gráfico 4.15
Impacto total sobre el empleo en la industria

Nota: No incluye las ramas industriales directamente relacionadas con el sector de la construcción.

Fuente: *Analistas Económicos de Andalucía* y Marco Input-Output 1995 (IEA).

Por lo que se refiere al empleo, el impacto sobre las actividades industriales (excluidas las incluidas con el sector construcción) asciende a 32.263 empleos de duración anual entre 2001 y 2010, de los cuales, en torno a la mitad, 16.190 empleos, se crearán en la rama de maquinaria y equipo mecánico. Tampoco es desdeñable la generación de empleo en la fabricación de maquinaria y material eléctrico, 9.746 empleos, el 30 por ciento de estas actividades, y en la metalurgia, 2.945 empleos, siendo para el resto de actividades industriales el impacto sobre la generación de empleo de menor cuantía en comparación con las anteriores.

El último grupo que se analizará se corresponde con las actividades incluidas en el sector servicios. Entre estas actividades, la del transporte es la que contabilizará un mayor aumento de la producción en el período 2001-2010, unos 146,2 millones de euros, de los cuales, 80,8 millones se corresponden con el servicio directamente relacionado con el transporte de los aerogeneradores y los 65,3 millones de euros restantes con el transporte generado por los vínculos entre las distintas ramas productivas, caso de transporte de materiales de construcción, material eléctrico o de otros productos. Otras actividades de servicios con cierta relevancia en su impacto sobre la producción total son, la de comercio al por mayor, 47,4 millones de euros, la de servicios técnicos de ingeniería, etc., 38,3 millones de euros, y la de servicios jurídicos.

Gráfico 4.16
Impacto total sobre la producción en los servicios

Fuente: *Analistas Económicos de Andalucía* y Marco Input-Output 1995 (IEA).

Cuadro 4.8
Efectos económicos de la instalación de parques eólicos en Andalucía, 2001-2010: SERVICIOS

	Producción (miles de euros)			Empleo		
	Efecto Directo	Efecto indirecto	Total	Efecto directo	Efecto indirecto	Total
Servicios de reparación de vehículos de motor	0,00	8.262,93	8.262,93	0	185	185
Servicios de comercio al por mayor e intermediarios	0,00	47.394,86	47.394,86	0	763	763
Servicios de comercio al por menor y reparación de efectos personales y domésticos	0,00	11.079,55	11.079,55	0	350	350
Servicios en otros tipos de transporte terrestre	80.843,70	65.321,88	146.165,58	1.555	1.257	2.812
Servicios anexos a los transportes	0,00	16.382,17	16.382,17	0	223	223
Servicios de correos y telecomunicaciones	0,00	23.367,77	23.367,77	0	338	338
Servicios de intermediación financiera	0,00	17.678,05	17.678,05	0	202	202
Servicios de alquiler de maquinaria, equipos y otros efectos	0,00	7.702,30	7.702,30	0	116	116
Servicios de informática	0,00	13.058,62	13.058,62	0	162	162
Servicios jurídicos, de contabilidad, etc.	3.826,60	22.879,04	26.705,64	72	433	506
Servicios técnicos de arquitectura e ingeniería, ensayos, etc.	33.723,37	4.608,29	38.331,66	635	87	722
Otros servicios a las empresas	6.259,61	16.928,53	23.188,15	151	408	559
Resto de ramas	2.386,81	80.627,34	83.014,16	63	1.262	1.325
Total	127.040,10	335.291,32	462.331,42	2.477	5.785	8.263

Fuente: *Analistas Económicos de Andalucía* y Marco Input-Output 1995 (IEA).

Gráfico 4.17
Impacto total sobre el empleo en los servicios

Fuente: *Analistas Económicos de Andalucía* y Marco Input-Output 1995 (IEA).

Respecto al empleo, el subsector transporte es el que presenta un mayor potencial para generar puestos de trabajo, 2.812, un tercio del total de los servicios, seguidos del comercio al por mayor y los servicios de ingeniería. En cualquier caso, dentro del proceso inversor, con excepción del transporte, las actividades de servicios implicadas tienen una repercusión más moderada tanto en términos de producción como de empleo, en comparación con otras ramas productivas.

4.2.3. La actividad de generación eólica: Impactos sobre los sectores productivos y el medio rural

Una vez que se haya realizado el proceso inversor en los parques eólicos los impactos sobre la producción y el empleo de la inversión desaparecen y, en su lugar, comienza la actividad de generación de energía eléctrica con una incidencia sobre la actividad económica de naturaleza y cuantía diferentes. Aplicando el Marco Input-Output de Andalucía para 1995 se puede obtener la incidencia que la producción de electricidad de los parques eólicos tendrá sobre la producción y el empleo de Andalucía.

Para estimar la facturación por MW de la energía eólica se ha partido de dos supuestos. El primero que el número de horas anuales con viento en condiciones de producir energía es de 2.300 horas[1], estimación obtenida a partir de fuentes consultadas del sector, y segundo, que el precio al que se factura en todo el período es el que determina como precio fijo el R.D. 436/2004, por lo que, a todos los efectos, independientemente del período de cálculo, se interpretan los resultados como si se hubiesen calculado a euros constantes de 2004.

Cuadro 4.9
Facturación y alquiler por MW
(Euros)

Viento (horas)	2.300
Potencia Instalada (MW)	1
Potencia Generada (kWh)	2.300.000
Facturación	
Precio kWh	0,0649
Facturación 1 MW	149.270
Alquiler	
Precio Propietario	3%
Alquiler por MW	4.478,1

Fuente: *Analistas Económicos de Andalucía*, APREAN y RD.436/2004.

Manteniendo el criterio empleado en los dos apartados anteriores en cuanto a la potencia instalada en los distintos períodos se obtienen los distintos importes de la facturación eólica, recogida como efecto directo, y los efectos de arrastre que se originan sobre otros sectores productivos, recogidos en los efectos indirectos, siendo la suma de ambos el efecto total sobre la producción en la economía andaluza. Para 2003, sobre la base de la potencia realmente instalada, el impacto sobre la economía regional de la actividad de generación eólica se cifra en unos 49,2 millones de euros que proporcionan en torno a 194 empleos de duración anual.

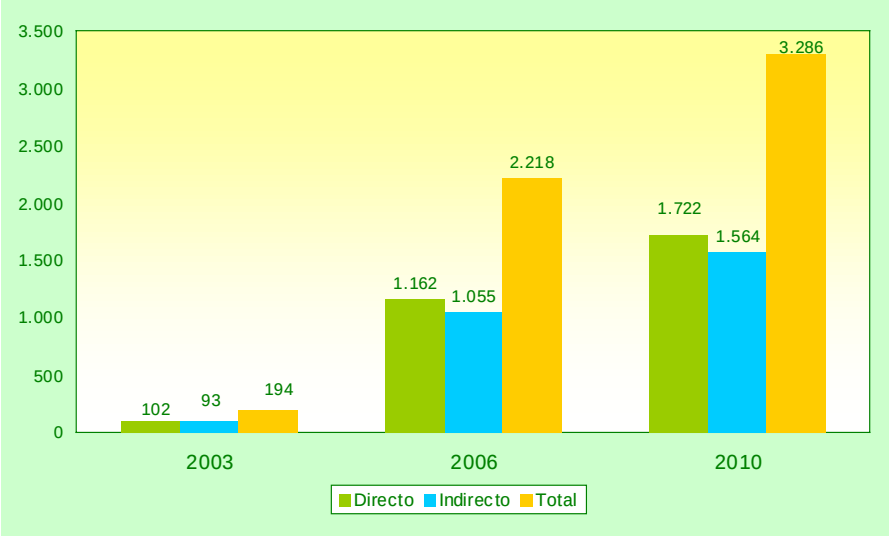
[1] Otros estudios, como el de Olmos et alia, 2000, consideran 2.400 horas de viento disponible, y el Plan de Fomento considera

Cuadro 4.10
Efectos económicos por energía generada

	Producción (miles de euros)			Empleo		
	Efecto directo	Efecto indirecto	Total	Efecto directo	Efecto indirecto	Total
2003	35.332,21	13.890,30	49.222,51	102	93	194
2006 (p)	402.984,22	158.426,87	561.411,09	1.162	1.055	2.218
A partir de 2010 (p)	597.035,22	234.714,95	831.750,17	1.722	1.564	3.286

(p) Estimación en función de la potencia instalada prevista en el PLEAN 2003-2006.
Fuente: *Analistas Económicos de Andalucía* y Marco Input-Output 1995 (IEA).

Gráfico 4.18
Empleo generado por la actividad eólica
(Empleos en el año de referencia)



Nota: Estimación en función de la potencia instalada prevista en el PLEAN 2003-2006.
Fuente: *Analistas Económicos de Andalucía* y Marco Input-Output 1995 (IAE).

Para los períodos posteriores, tomando como referencia las previsiones del PLEAN, la actividad eólica puede generar una producción total en 2006 de unos 561,4 millones de euros que supondrían empleo para 2.218 trabajadores. Una vez completados la instalación de los 4.000 MW previstos por las autoridades energéticas de Andalucía, en 2010, la producción de energía eólica alcanzará los 597,0 millones de euros que junto con el efecto de arrastre sobre otras actividades de 234,7 millones de euros generarán un efecto sobre la producción de la región de 831,7 millones de euros.

unas 2.175 horas en sus cálculos.

Lo más significativo de la generación eléctrica mediante energía eólica es que la actividad se mantiene a lo largo del tiempo, no desaparece, por lo que los efectos sobre la producción y el empleo permanecen en el tiempo, de ahí la importancia de alcanzar un nivel de producción energética que permita abastecer las necesidades de Andalucía y, en la medida de lo posible, exportar energía a otras regiones, ya que, los beneficios económicos de la generación permanecerían en la región. Los efectos sobre el empleo a partir de 2010, fruto de la industria de generación eólica, son muy relevantes, unos 1.722 empleos se derivan de la propia actividad energética y alrededor de 1.564, de los vínculos con otras actividades productivas, de tal forma que el impacto permanente sobre el empleo en Andalucía ascendería a 3.286 puestos de trabajos.

Se había comentado previamente que la generación de energía eólica, independientemente del propio proceso de la actividad empresarial y los efectos de arrastre sobre otros sectores productivos, origina efectos relevantes sobre las economías, fundamentalmente rurales, de las comarcas donde se emplazan los parques. En concreto, se hace referencia a los ingresos que se perciben en la zona vía alquileres y a tasas e impuestos locales. En conjunto, según fuentes del sector, los ingresos anuales por estos conceptos se pueden estimar en unos 7.000 euros por MW instalado.

Cuadro 4.11
Ingresos en las economías locales

	Euros/MW	Instalado	Total (miles euros)
Ingresos privados y públicos anuales			
Alquileres, cánones, IAE, etc.	7.000	4.000	28.000

Fuente: *Analistas Económicos de Andalucía*, APREAN y PLEAN, 2003-2008.

Así pues, los ingresos anuales que pueden percibir los ayuntamientos merced a los parques eólicos instalados en Andalucía ascienden a 28 millones de euros anuales. Dado que una parte importante de los emplazamientos se radican en municipios rurales con poca población, resulta claro que el impacto sobre las arcas públicas de esos municipios será muy relevante. En buena lógica, los ayuntamientos destinarán esos ingresos a mejorar las infraestructuras y servicios públicos locales con la consiguiente mejora del bienestar social de los habitantes de las localidades beneficiadas.

A estos ingresos privados y públicos que tendrán efectos positivos sobre las rentas de las comarcas rurales y, en consecuencia, tendrán un efecto positivo sobre el conjunto de la actividad económica de estas localidades, hay que añadirles las actuaciones de tipo social y cultural que en ocasiones realizan las empresas promotoras eólicas. Por citar un ejemplo, la cesión de los caminos realizados para actividades de ocio, o la aportación de los estudios medioambientales, paisajísticos, arqueológicos, o sobre la flora y fauna realizados a centros de documentación para su uso por los organismos o personas interesadas.

4.3. ***Beneficio social de la energía eólica: Evaluación para el caso de Andalucía***

4.3.1. Externalidades de la energía eólica

Independientemente de los efectos positivos, de mayor o menor cuantía, que sobre la producción y el empleo tienen las inversiones en infraestructuras productivas y la correspondiente actividad que se genera por éstas, es necesario señalar y cuantificar cuál es la ganancia social de producir energía mediante la tecnología eólica en sustitución de otras tecnologías energéticas. La determinación de este beneficio social, si lo hubiere, permite considerar si la generación de energía utilizando el viento como recurso es socialmente preferible al empleo de los métodos convencionales, mediante centrales térmicas de carbón y/o petróleo.

El análisis de la rentabilidad social de la energía eólica debe considerar, en comparación con la energía convencional, tanto los beneficios y costes medioambientales, los daños sobre la salud, y los beneficios sobre la seguridad y diversificación energética. Por lo tanto, se obvian los beneficios sobre la economía y el empleo que se han analizado profusamente en este capítulo, y aspectos relacionados con el mayor o menor coste para producir una unidad de energía, ya que al ser la actividad de generación de índole privado, la rentabilidad de ésta, como coste de oportunidad de producir con una alternativa u otra, no afecta al objeto del análisis que se va a efectuar.

ESQUEMA 4.2. Externalidades de la Generación Eléctrica

CATEGORÍA DEL IMPACTO	CONTAMINANTES	EFECTOS
Salud humana Mortalidad	PM_{10}, SO_2 NOX, O_3 Benceno Benzo-[a]-pyrene 1.3 – butadieno Partículas diesel Ruido Riesgo de accidente	Reducción de la esperanza de vida Cánceres Pérdida de bienestar, impacto sobre la salud Riesgo por accidente en el lugar de trabajo y desplazamiento de la energía
Salud humana Morbilidad	PM_{10}, O_3, SO_2 PM_{10}, O_3 PM_{10}, CO Benceno Benzo-[a]-pyrene 1.3 – butadieno Partículas diesel PM_{10} O_3 Ruido Riesgo de accidente	Admisiones en hospitales por causas respiratorias Restricción de actividad Paro cardíaco congestivo Riesgo de cáncer Admisión en hospital por causas cerebro.vasculares Bronquitis crónica Tos crónica en niños Tos en asmáticos Deficiencias respiratorias Ataques de asma Infarto de miocardio Angina de pecho Hipertensión Perturbaciones en el sueño Riesgo por accidente en el lugar de trabajo y desplazamiento de la energía
Material de construcción	SO_2, Depósito de ácido Partículas de combustión	Desgaste de edificios (acero, piedra caliza, mortero, arenisca, pintura, etc) Contaminación de edificios
Cosechas	NOX, SO_2 O_3 Acidificación	Alteraciones en la producción de cereales, tubçerculos, etc. Alteraciones en la producción de cereales, tubçerculos, etc.
Calentamiento Global	CO_2, CH_4, N_2O N, S	Efectos globales sobre la mortalidad, morbilidad, impactos sobre la costa, la agricultura, la demanda de energía e impactos económicos como consecuencia del cambio climático
Pérdidas del Bienestar Ecosistemas	Ruido Acidificación Nitrogenización	Pérdidas del bienestar debido a la exposición al ruido Acidez y eutrofización

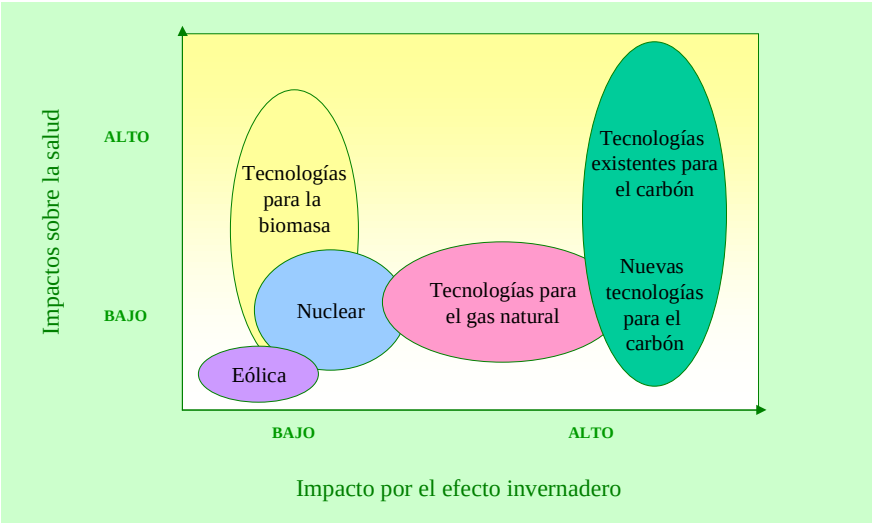
Fuente: Comisión Europea (2003): "External Costs: Research results on socio-environmental damages due to electricity and transport".

La producción de energía tiene sus principales costes externos[2] en los daños sobre la salud y sobre el medioambiente. Entre los primeros, se consideran tanto los que producen la muerte como enfermedades en los humanos, y en los segundos, los impactos sobre las cosechas, sobre los materiales, los efectos sobre los ecosistemas y el calentamiento global. El cuadro adjunto recoge de forma exhaustiva los costes externos derivados de la energía, incluyendo desde la obtención del combustible o recurso empleado hasta la producción eléctrica. Los daños provocados así como los causantes de éstos son diversos, desde la emisión de contaminantes atmosféricos CO_2, SO_2, etc., hasta

2 Se consideran costes externos a los efectos perjudiciales de cualquier índole que recibe una persona o grupo de éstas como consecuencia de la actividad que realizan otras.

los accidentes o el ruido que originan una amplia gama de enfermedades, la muerte de personas, pérdidas económicas, reducción del bienestar de los ciudadanos, cambio climático, etc.

Gráfico 4.19
Costes externos de la energía



Fuente: Comisión Europea (2003): "External Costs: Research results on socio-environmental damages due to electricity and transport".

La energía eólica provoca unos costes externos muy reducidos en comparación con otras formas de producción, dándose la circunstancia de que una parte importante de los efectos son de carácter local, consecuencia del emplazamiento, siendo casi nulos, comparativamente hablando, los que tienen una dimensión global[3] y, en consecuencia, afectan a personas y territorios alejados del área donde se produce la energía. Esta es una característica de gran trascendencia desde una óptica social, ya que, en el caso de la energía eólica, las áreas que sufren el impacto medioambiental del emplazamiento son, al mismo tiempo, las que se benefician de las rentas públicas y privadas generadas por la utilización del territorio donde se ubica el parque.

3 Keith et alia (2004), sugieren que si la potencia instalada a nivel mundial supera los 2 Tw, las turbulencias producidad por las aspas pueden tener efectos sobre el cambio climático, si bien, las mejoras tecnológicas pueden reducir las turbulencias.

Los principales impactos medioambientales de la energía eólica, objetos de evaluación en la literatura científica, son los relacionados con el ruido y las alteraciones sobre el paisaje, ya sean como impacto visual o sombras. El primero de ellos, sólo adquiere cierta importancia cuando los parques se encuentran en las proximidades de núcleos urbanos y, en consecuencia su incidencia se reduce notablemente cuando se instalan lejos de las poblaciones, situación que es la habitual en los proyectos de Andalucía.

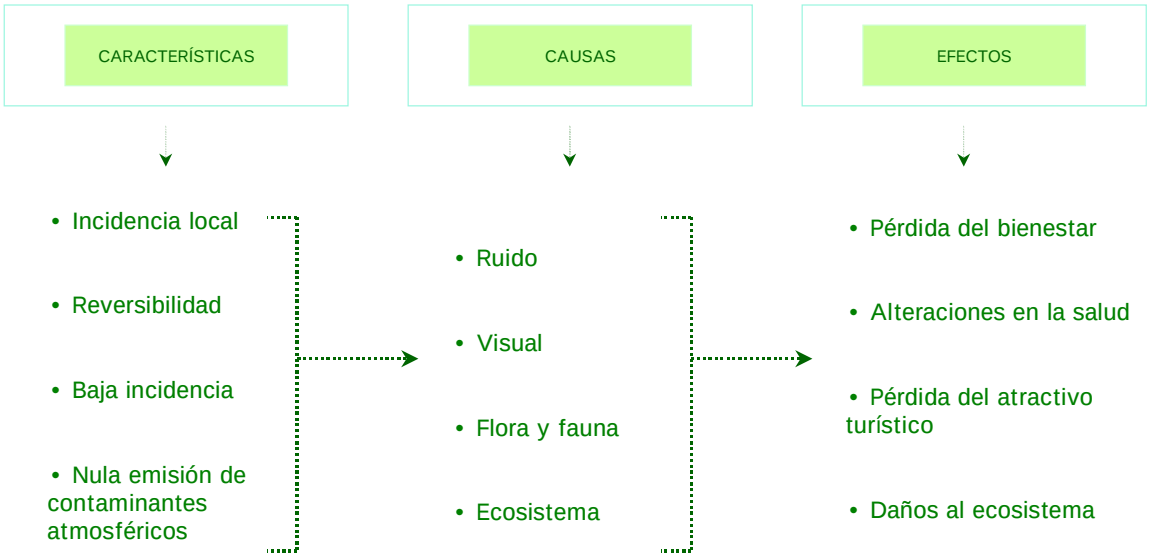
En cuanto al impacto visual, su alcance disminuye notablemente si los emplazamientos elegidos tienen escaso valor ambiental, no obstante, al ubicarse los emplazamientos con mejores recursos eólicos en las zonas costeras y en las montañas, a medida que se incrementa la industria eólica su incidencia es más relevante. En cualquier caso, la percepción del impacto visual es claramente subjetiva y su incidencia es variable. Otros impactos ambientales considerados son los relativos a la vida salvaje y al ecosistema. Entre ellos se pueden citar, los efectos sobre las aves, los daños a la fauna y flora del emplazamiento, y en última instancia la posible pérdida de valor recreativo de las áreas afectadas con una potencial pérdida de ingresos turísticos en la zona.

En cualquier caso, la evaluación medioambiental que requieren los proyectos eólicos en Andalucía contempla de manera prioritaria la idoneidad ambiental del emplazamiento, por lo que su repercusión queda significativamente reducida. A este requerimiento hay que añadirle la necesidad de que los proyectos que se presenten en la actualidad vayan acompañados de los pertinentes proyectos de desmantelamiento. De esta forma, se garantiza otras de los aspectos fundamentales de la incidencia ambiental de la energía eólica como es la reversibilidad de los impactos ambientales ocasionados en el emplazamiento.

En los estudios sobre los costes externos de las distintas fuentes energéticas deben considerarse, igualmente, los impactos ocasionados por las emisiones contaminantes en la captación y transporte del combustible, en la construcción de la planta energética y en la generación de energía. En el caso de la energía eólica, únicamente se aprecian emisiones de contaminantes durante el proceso de fabricación de los aerogeneradores, las cuales se consideran irrelevantes en comparación con las

detectadas en otras fuentes de energía[4]. Así pues, el principal beneficio externo derivado de la generación de energía con recursos eólicos radica en las emisiones de contaminantes evitadas en comparación con otras fuentes energéticas. Otros beneficios medioambientales reseñables son la disminución de impactos derivados de la perforación, extracción y generación de residuos vinculados al uso de combustibles fósiles. Igualmente, preservan los yacimientos de combustibles fósiles para las generaciones futuras.

ESQUEMA 4.3. Impactos ambientales de la energía eólica



Fuente: *Analistas Económicos de Andalucía.*

Respecto, a las externalidades positivas derivadas de la seguridad en el abastecimiento energético se puede señalar, que permite unos precios de la energía más estables, eliminando la volatilidad de las importaciones de combustible y las incertidumbres de abastecimiento ocasionados

4 Según la Vermont Agency of Natural Resources las emisiones de CO_2 de la energía eólica apenas representan el 1 por ciento de las producidas en una central térmica de carbón y un 2 por ciento de las ocasionadas por el gas natural.

por conflictos o crisis en los países que poseen la materia prima. Al mismo tiempo, al disminuir la creciente demanda sobre el mercado de combustibles fósiles facilitará una contención de los precios de las materias primas, con el consiguiente beneficio para la estabilidad macroeconómica.

Previamente a la evaluación monetaria de los costes externos resulta de interés conocer el volumen de emisiones atmosféricas contaminantes que se evitan al sustituir la producción de energía en una central térmica de carbón por la eólica. Para efectuar esta estimación es necesario conocer dos variables, la energía producida y el factor de emisión de contaminantes en cada tecnología. Para la primera cuestión se mantienen las 2.300 horas de viento medio disponible para la potencia anual instalada, y para la segunda, se toman las estimaciones realizadas por el CIEMAT en el proyecto de investigación ExternE para la Comisión Europea. No obstante, debe aclararse que las valoraciones realizadas en cuanto a los factores de emisión difieren en los distintos trabajos, siendo, en el caso del CO_2, los cálculos realizados por Blanco (2000) mediante la metodología del Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) algo inferiores (821,69 tCO_2/GWh), y los valores estimados por el US Deparment of Energy para el NO_2 y el SO_2, superiores.

Cuadro 4.12
Emisiones evitadas por generación eólica frente a carbón
(Toneladas)

	Producción energía en GWh	Emisiones			
		CO_2	NOx	SO_2	PM_{10}
2003	545,1	553.276,5	927,8	643,2	164,1
2006	6.210,0	6.303.150,0	10.569,4	7.327,8	1.869,2
2010	9.200,0	9.338.000,0	15.658,4	10.856,0	2.769,2
Acumulado 2001-2010	44.118,6	44.780.379,0	75.089,9	52.059,9	13.279,7

Nota: Emisiones en función de la potencia instalada en el año de referencia para 2.300 horas de viento disponible. Factores de emisión, 1.015 tCO_2/GWh, 1,702 tNOx/GWh, 1,180 tSO_2/Gwh, 0,301 tPM_{10}/GWh.
Fuente: ExternE (Comisión Europea) y *Analistas Económicos de Andalucía*.

Los resultados obtenidos ponen de relieve la enorme incidencia que la implantación de la energía eólica tendrá para la reducción de emisiones contaminantes. La sustitución de generación eléctrica mediante centrales térmicas de carbón por energía eólica representa un ahorro acumulado de emisiones en Andalucía entre 2001 y 2010 de más de 44 millones de toneladas de CO_2, situándose en torno a los 9,3 millones de toneladas anuales a partir de 2010, fecha en la que se completarán los 4.000

MW de potencia eólica instalada en la región. Esta cifra representa entorno al 60 por ciento de los derechos de emisión anuales asignados por el PNA en Andalucía al sector eléctrico, lo que pone de relieve la importancia que el ahorro de emisiones tendrá tanto desde la óptica medioambiental como desde la perspectiva económica para el sector.

4.3.2. Evaluación de los beneficios externos de la energía eólica en Andalucía

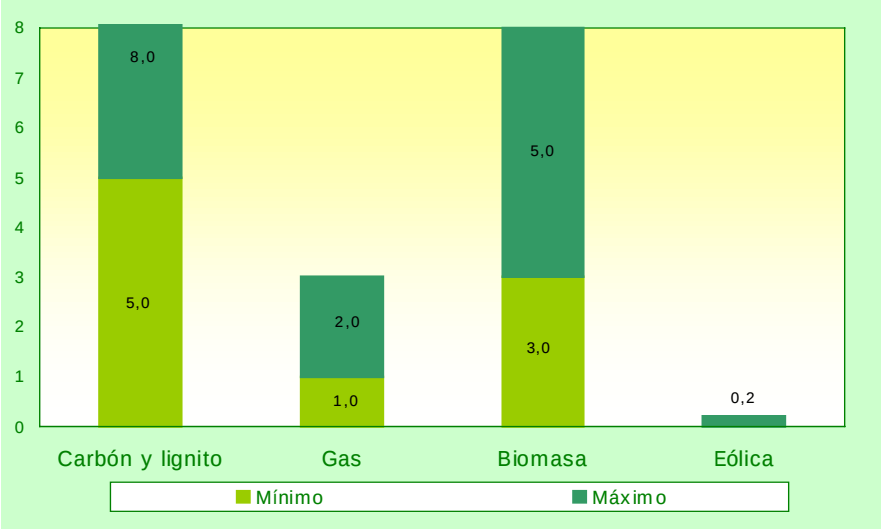
La rentabilidad social de la aplicación del PLEAN en cuanto a lo que se refiere a la energía eólica se puede realizar mediante la aplicación del análisis coste-beneficio, que permite evaluar un proyecto desde la perspectiva de la sociedad. Las ventajas e inconvenientes argumentadas en el epígrafe anterior deben valorarse en términos monetarios para poder determinar el beneficio neto desde la óptica social. Una vez evaluados los costes y beneficios se procede al cálculo de los valores actualizados netos (VAN), de la tasa interna de retorno (TIR) y el ratio beneficio/costes, de tal modo que sirvan de referencia para decidir a las autoridades pública entre las distintas alternativas energéticas.

El proyecto ExternE de la Comisión Europea ha evaluado los costes externos de los principales daños procedentes de la producción de energía. Los valores obtenidos en el proyecto pueden aplicarse en el cálculo de la valoración de los beneficios externos, comparando los costes de producir con una determinada tecnología con otra, de tal forma que los daños evitados usando una tecnología alternativa, la eólica en este caso, se corresponden con el beneficio social obtenido por el proyecto evaluado.

La metodología de evaluación ExternE tiene en cuenta los impactos negativos producidos tanto en la obtención del combustible, en el transporte hasta la planta energética y en el proceso productivo. Las externalidades valoradas tienen en cuenta los efectos sobre el calentamiento global, salud pública, salud laboral y daños sobre los materiales. En el caso de la energía eólica, la evaluación realizada por el CIEMAT en la valoración de las externalidades de esta tecnología energética considera el impacto visual, sobre los pájaros y las interferencias electromagnéticas de las turbinas insignificante y, en consecuencia no les asigna un valor monetario a dichos costes.

Por el contrario, al ruido, las emisiones de la fabricación de los aerogeneradores, y a los daños por accidentes laborales en la instalación y mantenimiento de los parques detecta que producen costes externos que pueden ser valorados en términos monetarios, en concreto el valor agregado se sitúa en 0,2 c€/kWh. Este valor es, después del estimado para Grecia, el mayor de todos los países de la UE que han realizado la evaluación de las externalidades de esta tecnología. En concreto, resulta el doble de la obtenida en Dinamarca y el cuádruple de la de Alemania, por lo que, en cualquier caso, se puede considerar que el coste en España no se encuentra infraestimado. Por otra parte, el coste privado de la eólica asciende a 5,7 c€/kWh, como se recoge en el capítulo 2, lo que pone de relieve la escasa incidencia en términos monetarios de los costes externos de la energía eólica.

Gráfico 4.20
Costes externos de la producción eléctrica por tecnologías
(Céntimos de euro/ kWh)*



Nota: Subtotal de las externalidades cuantificables.
Fuente: Estudio de la Comisión Europea "External Costs".

Por su parte, los beneficios externos de producir energía con recursos eólicos se corresponden con la eliminación de los costes externos derivados de producir esa energía a través de una central térmica de carbón. Los impactos de la generación mediante carbón se producen principalmente por las emisiones de contaminantes a la atmósfera y, debido a ellos, los impactos sobre la salud humana, el efecto invernadero, los daños a los materiales, las cosechas y los ecosistemas. Para el caso de España, el CIEMAT, en el trabajo antes señalado, evalúa estos daños con un rango de entre 5 y 8 c€/kWh,

valores que superan el coste privado de la producción con esta tecnología que ha sido valorado en 4,6 c€/kWh. Las valoraciones monetarias de las externalidades se hicieron en 1999, si bien, para 2003, la Comisión sigue manteniendo esos valores.

Sobre la base de las valoraciones de los costes externos de ambas tecnologías se van a realizar las estimaciones del beneficio social que el uso de la energía eólica mediante el desarrollo del PLEAN puede tener para Andalucía. Para ello, se van a considerar los siguientes supuestos. En primer lugar, la producción de energía eólica se corresponde con la potencia instalada en cada año, con un máximo de 4.000 MW, para un viento disponible de 2.300 horas anuales. En segundo lugar, la vida útil de un parque se estima en torno a 20 años. No obstante, hasta la fecha ninguna instalación ha alcanzado en España esta duración y, las más antiguas están siendo sustituidas por nuevas turbinas debido a los problemas que presentan. En tercer lugar, se parte de la hipótesis de que cuando se acaba la vida útil de un aerogenerador no se sustituye ni se renueva y por lo tanto los beneficios sociales que reporta desaparecen, de esta forma, se garantiza que la estimación se corresponde con el esfuerzo inversor realizado al amparo del PLEAN, para los 4.000 MW previstos hasta 2010.

El cuadro anexo muestra el beneficio social, en millones de euros, que representará la sustitución de generación eléctrica mediante carbón por energía eólica. El elevado coste social que tiene la generación mediante carbón, entre 9.200 y 14.720 millones de euros en el acumulado de los 30 años, frente al escaso impacto en términos monetarios de la energía eólica, 368 millones de euros, determinan un beneficio social, por sustitución de externalidades negativas, de entre 8.830 y 14.352 millones de euros a lo largo de todo el período analizado.

Cuadro 4.13
Beneficio social de la energía eólica en Andalucía
(Millones de euros de 2004)

	Potencia instalada acumulada (MW)	Producción energía eólica (GWh)	Coste social generación carbón (B)*		Coste social generación eólica (C)**	Beneficio social (B-C)	
			Mínimo	Máximo		Mínimo	Máximo
2001	158,1	363,6	18,2	29,1	0,7	17,5	28,4
2002	186,9	429,9	21,5	34,4	0,9	20,6	33,5
2003	237	545,1	27,3	43,6	1,1	26,2	42,5
2004	349,6	804,1	40,2	64,3	1,6	38,6	62,7
2005	1.563,0	3.594,9	179,7	287,6	7,2	172,6	280,4
2006	2.700	6.210,0	310,5	496,8	12,4	298,1	484,4
2007	3.025	6.957,5	347,9	556,6	13,9	334,0	542,7
2008	3.350	7.705,0	385,3	616,4	15,4	369,8	601,0
2009	3.675	8.452,5	422,6	676,2	16,9	405,7	659,3
2010	4.000	9.200,0	460,0	736,0	18,4	441,6	717,6
2011	4.000	9.200,0	460,0	736,0	18,4	441,6	717,6
2012	4.000	9.200,0	460,0	736,0	18,4	441,6	717,6
2013	4.000	9.200,0	460,0	736,0	18,4	441,6	717,6
2014	4.000	9.200,0	460,0	736,0	18,4	441,6	717,6
2015	4.000	9.200,0	460,0	736,0	18,4	441,6	717,6
2016	4.000	9.200,0	460,0	736,0	18,4	441,6	717,6
2017	4.000	9.200,0	460,0	736,0	18,4	441,6	717,6
2018	4.000	9.200,0	460,0	736,0	18,4	441,6	717,6
2019	4.000	9.200,0	460,0	736,0	18,4	441,6	717,6
2020	4.000	9.200,0	460,0	736,0	18,4	441,6	717,6
2021	3.841,9	8.836,4	441,8	706,9	17,7	424,1	689,2
2022	3.813,1	8.770,1	438,5	701,6	17,5	421,0	684,1
2023	3.763	8.654,9	432,7	692,4	17,3	415,4	675,1
2024	3.713	8.539,9	427,0	683,2	17,1	409,9	666,1
2025	2.437	5.605,1	280,3	448,4	11,2	269,0	437,2
2026	1.300	2.990,0	149,5	239,2	6,0	143,5	233,2
2027	975	2.242,5	112,1	179,4	4,5	107,6	174,9
2028	650	1.495,0	74,8	119,6	3,0	71,8	116,6
2029	325	747,5	37,4	59,8	1,5	35,9	58,3
2030	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total			9.200,0	14.720,0	368,0	8.832,0	14.352,0

**Coste externalidades carbón, mínimo 5 c€/kWh, y máximo 8 c€/kWh.*
***Coste externalidades eólica, 0,2 c€/kWh.*
Fuente: *Analistas Económicos de Andalucía* y ExternE.

Por lo que se refiere al período de vigencia del Plan de Fomento de las renovables, hasta 2010, el beneficio social ascendería para el acumulado de esta década a entre 2.117 y 3.441 millones de euros, lo que pone de manifiesto la importancia a medio plazo de la generación de energía con recursos eólicos. Así mismo, una vez se encuentren instalados los 4.000 MW que el PLEAN se fija como objetivo deseable, el valor del beneficio social para Andalucía se cifra entre 441 y 717 millones de euros anuales.

*4.4. **Conclusiones***

El tejido productivo andaluz se caracteriza por su baja densidad empresarial, en comparación con España, y desde la óptica industrial, por la debilidad de éste, con gran dependencia del sector primario (industria agroalimentaria) y del sector construcción (fabricación de materiales e industria auxiliar), así como por la especialización en ramas productivas de bajo contenido tecnológico.

La incidencia que las inversiones previstas en el sector eólico pueden tener sobre la industria andaluza es muy positiva debido a que afectan a un conjunto de actividades de muy diversa índole, desde consultorías, actividades de I+D, de construcción, metalúrgicas, equipos eléctricos, electrónicas, de transporte, etc., lo que determina que, los vínculos de la actividad eólica con el resto de sectores productivos es muy elevado, por lo que la capacidad de arrastre del sector en el conjunto de la economía es muy importante. Por otro lado, el sector eólico involucra actividades e industrias de alto contenido tecnológico, por lo que su desarrollo y expansión representan una oportunidad sin precedentes para incrementar y consolidar estas actividades en Andalucía.

El impacto que la industria eólica en Andalucía tendrá sobre otros sectores y actividades dependerá del grado de desarrollo que éstas hayan alcanzado en la región y de su vinculación con el tejido socioproductivo, como puede ser generación de empleo, inversiones en I+D, políticas de formación, etc. En relación con estos aspectos, hay que destacar la buena posición tanto técnica como productiva del sector construcción andaluz, así como de la industria relacionada con ella, como la extracción de áridos y la industria de productos minerales no metálicos (cementos, cerámicas, materiales construcción, etc.).

En lo que respecta a las actividades relacionadas con la fabricación de aerogeneradores y sus componentes, la posición de la industria andaluza no está consolidada. En este sentido, la pérdida en términos de producción y empleo para el conjunto de la economía andaluza y, especialmente, para el sector industrial, que supone la inexistencia de esta línea de negocio es muy relevante y, con urgencia, no debería desdeñarse la vinculación de los proyectos futuros a las sinergias que se derivan de la implantación de los fabricantes en suelo andaluz. La situación puede resultar incomprensible si se constata que las actividades y tecnologías relacionadas con la fabricación de aerogeneradores están, en la actualidad, representadas en Andalucía por medio de grupos industriales de gran prestigio.

Por otro lado, existe una amplia evidencia de que, en las regiones donde se han ubicado los fabricantes de aerogeneradores se ha producido un desarrollo endógeno de las actividades industriales relacionadas que ha posibilitado la transferencia de tecnología hacia empresas de ingeniería y de servicios de apoyo, con amplios efectos positivos sobre la economía de esas regiones. Junto a esto, hay que hacer mención a la importancia que la investigación y desarrollo tienen sobre el sector eólico, ya que parte del éxito alcanzado en los últimos años se debe a este factor. Por lo que, en definitiva, el desarrollo de la industria eólica puede tener una importancia decisiva para el salto cualitativo que necesita el desarrollo de la región en los próximos años.

La contribución de los bienes públicos al desarrollo regional y al crecimiento económico ha formado parte corriente del trabajo de los economistas, debido a la relevancia e impactos de los efecto que la provisiones de bienes públicos tiene sobre el conjunto de una economía. La construcción de infraestructuras económicas genera efectos locales y regionales beneficiosos a corto plazo y su impacto sobre la actividad económica es muy relevante bien sea por la que se genera de forma directa como inducida.

Además de los efectos sobre la producción y el empleo regional, la puesta en marcha de una infraestructura genera, también, un beneficio social. En el caso de las inversiones en generación eléctrica eólica se pueden reseñar, el efecto medioambiental positivo neto que tiene la energía eólica, la reducción de la dependencia energética exterior, las mejoras en la distribución o en el mallado de la red de distribución eléctrica que permitirá la electrificación de zonas rurales o aisladas. Estos

beneficios señalados pueden tener o no un componente monetario cuantificable, pero independientemente de ello, representan un beneficio para la región donde se realiza la inversión.

En lo que se refiere a la aplicación del Plan Energético de Andalucía en su vertiente eólica el impacto económico y social vendrá dado por los siguientes: En primer lugar, el relacionado de manera estricta con la inversión en la construcción de los parques, en segundo lugar, el que se obtiene fruto de la actividad de generación eólica y de la generación de rentas públicas y privadas (tasas municipales y alquileres de terrenos) en las zonas rurales, y en tercer lugar, el derivado de los beneficios sociales o externalidades obtenidas al sustituir la generación mediante centrales térmicas de carbón por energía eólica.

Desde la entrada en vigor del Plan de Fomento de las Energías Renovables 2000-2010 y su posterior asunción en la política energética de Andalucía, las previsiones de potencia eólica instalada que recoge el PLEAN para el período 2001-2006 apenas se han cumplido en un 5 por ciento. De ahí que la potencia considerada en este trabajo se base en una aproximación estimativa para el conjunto del período analizado. El retraso en la aplicación del Plan en lo que se refiere a la potencia eólica instalada es muy relevante y, dado el esfuerzo inversor y técnico que habría que realizar en 2005 y 2006, parece improbable que se puedan alcanzar las previsiones originales para el conjunto del período y, es más, de no actuar con urgencia Andalucía perderá el tren de la generación eólica al completarse el mapa nacional con la aportación de otras áreas de alto potencial eólico. En cualquier caso, para el análisis, se mantiene la opción de que aún es posible cumplir con las expectativas.

Una primera revisión de las cifras refleja el enorme volumen de inversión acumulado para el conjunto del período 2001-2010, 3.684,2 millones de euros, destacando el intervalo 2004-2006 en el que, si se cumplen las previsiones, se ejecutará el 64 por ciento de la inversión total. La magnitud de la inversión y el alcance económico que puede tener para Andalucía se constata al comprobar que la inversión en la A-92 y en la todavía inconclusa línea AVE Córdoba-Málaga, infraestructuras de gran significación económica y social para Andalucía, representan en conjunto una cuantía inversora similar a la que desembolsará el sector eólico hasta 2010, evidenciando de manera incontestable la dimensión que tendrá el programa eólico en la región.

El impacto que esta inversión tendrá sobre la economía andaluza, en términos de producción, se eleva hasta los 4.694,5 millones de euros que se corresponden con los ya mencionados de la inversión inicial más los 1.010,3 millones de euros del efecto indirecto producido sobre los distintos sectores económicos como consecuencia de la inversión original. El efecto total sobre la industria se eleva hasta los 3.229,4 millones de euros, lo que representa algo más de dos tercios del efecto total (68,8 por ciento), de ahí las importantes implicaciones que la energía eólica puede generar en el impulso de los sectores industriales de la región. Por lo que respecta a la construcción, su implicación en el proceso inversor es, igualmente, muy relevante, de ahí que la producción total que puede generar la concreción de los proyectos eólicos ascendería a 999,4 millones de euros, el 21,3 por ciento del total. Sensiblemente menor es la implicación que registra el sector servicios, en torno al 9,8 por ciento, lo que se traduce en 462,3 millones de euros de efecto sobre las actividades de servicios implicadas.

De cumplirse las expectativas del PLEAN es, en el período 2004-2006, cuando se llevará a cabo la mayor parte de la inversión en energía eólica, que supondrá una producción total en la economía andaluza de 3.003,5 millones de euros, el 64 por ciento del impacto total. En el último intervalo, 2007-2010, se completará la potencia instalada prevista con un efecto acumulado sobre la producción de 1.585,3 millones de euros, un tercio de los efectos totales que se producen a lo largo del período.

La inversión en el sector eólico produce, al mismo tiempo, efectos sobre el empleo regional en términos de creación o mantenimiento de puestos de trabajos, lo que representa un efecto de indudable alcance por la repercusión directa sobre las economías familiares de las personas afectadas. De manera global, el trabajo asociado a la inversión directa asciende a 44.141 empleos de duración anual, al tiempo que otros 13.388 empleos más se obtendrían de los impactos indirectos ocasionados por la inversión, por lo que se totalizarían unos 57.529 empleos. La industria regional es la más beneficiada de los proyectos de parques eólicos, de tal forma que 33.178 empleos se crearían para atender a la demanda de bienes que requiere la instalación de los parques, de éstos, 28.507 se crearían por necesidades de la inversión directa y el resto, por los efectos inducidos entre las distintas ramas de actividad. Para el sector construcción, la creación de empleo asciende a 15.969 puestos de trabajo de duración anual, y en los servicios unos 8.263 nuevos empleos serían necesarios en el conjunto del período.

Por lo que se refiere a los efectos derivados de la actividad de los parques eólicos una vez se encuentren en funcionamiento en 2010, la producción de energía eólica alcanzará los 597,0 millones de euros que junto con el efecto de arrastre sobre otras actividades de 234,7 millones de euros generarán un efecto sobre la producción de la región de 831,7 millones de euros anuales. Los efectos sobre el empleo a partir de 2010, fruto de la industria de generación eólica son muy relevantes, unos 1.722 empleos se derivan de la propia actividad energética y alrededor de 1.564, de los vínculos con otras actividades productivas, de este modo el impacto permanente sobre el empleo en Andalucía ascendería a 3.286 puestos de trabajos.

Con independencia del propio proceso de la actividad empresarial y los efectos de arrastre sobre otros sectores productivos, los efectos sobre las economías de las comarcas donde se emplazan los parques son de cierta consideración. Estos se producen vía alquileres y por tasas e impuestos locales. En conjunto, según fuentes del sector, los ingresos anuales por estos conceptos se pueden estimar en unos 7.000 euros por MW instalado. Así pues, los ingresos anuales que pueden percibir los ayuntamientos merced a los parques eólicos instalados en Andalucía ascienden a 28 millones de euros anuales cuando se completen los 4.000 MW de potencia eólica instalada.

La producción de energía con recursos eólicos, además de los beneficios sobre la economía y el empleo, genera una rentabilidad social derivada de la eliminación de los costes externos que supone la sustitución de generación eléctrica mediante tecnologías térmicas convencionales por la eólica. Este beneficio se produce por los ahorros en costes medioambientales, costes sobre la salud, y los beneficios sobre la seguridad y diversificación energética. La energía eólica provoca unos costes externos muy reducidos en comparación con otras formas de producción, dándose la circunstancia de que una parte importante de los efectos son de carácter local, consecuencia del emplazamiento, siendo casi nulos, comparativamente hablando, los que tienen una dimensión global. Otra característica básica, desde la óptica ambiental, de la energía eólica es la desaparición de los impactos ambientales ocasionados en el emplazamiento y su área de influencia cuando se desmantela la instalación.

El proyecto ExternE de la Comisión Europea ha evaluado los costes externos de los principales daños procedentes de la producción de energía. Los valores obtenidos en el proyecto pueden aplicarse en el cálculo de la valoración de los beneficios externos, comparando los costes de

producir con una determinada tecnología con otra, de tal forma que los daños evitados usando una tecnología alternativa, la eólica en este caso, se corresponden con el beneficio social obtenido por el proyecto evaluado. El valor monetario de las externalidades de la energía eólica se sitúa en 0,2 c€/kWh. Este valor es, después del estimado para Grecia, el mayor de todos los países de la UE que han realizado la evaluación de las externalidades de esta tecnología. En concreto, resulta el doble de la obtenida en Dinamarca y el cuádruple de la de Alemania.

Los beneficios externos de producir energía con recursos eólicos se corresponden con la eliminación de los costes externos derivados de producir esa energía a través de una central térmica de carbón. Los impactos de la generación mediante carbón se producen principalmente por las emisiones de contaminantes a la atmósfera y, debido a ellos, los impactos sobre la salud humana, el efecto invernadero, los daños a los materiales, las cosechas y los ecosistemas. Para el caso de España, el CIEMAT, en el proyecto ExternE, evalúa estos daños con un rango de entre 5 y 8 c€/kWh.

El elevado coste social que tiene la generación mediante carbón, entre 9.200 y 14.720 millones de euros en el acumulado de la vida útil de la inversión eólica del PLEAN, frente al escaso impacto en términos monetarios de la energía eólica, 368 millones de euros, determinan un beneficio social, por sustitución de externalidades negativas, de entre 8.830 y 14.352 millones de euros a lo largo de todo el período analizado. Igualmente, una vez se encuentren instalados los 4.000 MW que el PLEAN se fija como objetivo deseable, el valor del beneficio social para Andalucía se cifra entre 441 y 717 millones de euros anuales que se mantendrían a lo largo del tiempo si se mantienen las infraestructuras eólicas.

CAPÍTULO 5

CONSIDERACIONES FINALES:
OPORTUNIDADES Y RETOS DEL SECTOR EÓLICO

5. CONSIDERACIONES FINALES: OPORTUNIDADES Y RETOS DEL SECTOR EÓLICO

La estrategia española y andaluza en la lucha contra el cambio climático, derivada de los compromisos adquiridos en el marco de Kyoto, se ha apoyado en España en tres pilares básicos; la participación en el mercado de derechos de emisión; la búsqueda de una mayor eficiencia energética; y la promoción de las energías renovables. Esta situación es extensiva a Andalucía que mantiene, como puntal básico de su política energética, el fomento y consolidación de las energías renovables, siguiendo las directrices de la Comisión Europea de lograr el 12 por ciento del consumo de energía primaria con fuentes renovables. Este compromiso ha sido asumido a través del Plan Energético de Andalucía 2003-2006 (PLEAN) en el que se plantea la posibilidad de que el 15 por ciento de la energía total demandada en Andalucía en 2010 tenga su origen en fuentes renovables.

Dos aspectos requieren ser destacados en relación con las energías renovables. En primer lugar, un informe realizado por la Comisión Europea revela que la incidencia ambiental de la producción eléctrica mediante fuentes convencionales es sensiblemente superior a la que tienen las renovables, destacando el bajo impacto ambiental de la eólica y la minihidráulica. En segundo lugar, desde la perspectiva económica, si se internalizan todos los costes inherentes a la producción de electricidad, incluidas las externalidades, se constata que las energías renovables son competitivas respecto de las convencionales y, no sólo no deben considerarse caras, sino al contrario, representan un claro beneficio, en términos económicos, para el conjunto de la sociedad. Por ello, desde una perspectiva de racionalidad económica está justificado el establecimiento de primas que promuevan el uso de las renovables.

Los documentos de referencia, desde la óptica de la política energética, para el desarrollo de las energías renovables son, en el ámbito nacional, el Plan de Fomento de las Energías Renovables 2000-2010, y el Documento de Planificación de los Sectores de la Electricidad y el Gas 2002-2011, y en el andaluz, el Plan Energético de Andalucía 2003-2006. Desde la óptica retributiva el R.D. 436/2004, que ha actualizado, sistematizado y refundido el conjunto de normas anteriores sobre la producción de energía en régimen especial, ha llevado a cabo una clasificación por grupos de los productores; ha especificado los procedimientos de autorización de las condiciones de entrega y conexión a la red que venían establecidas en el R.D. 2818/98; y ha desarrollado los criterios para la

participación en el mercado y la comercialización que venían previstas en el R.D. 841/2002 y en R.D.L. 6/2000.

Dentro del ámbito de las energías renovables, la eólica, por sus especiales características y por la idoneidad geográfica que presenta Andalucía, es la energía renovable que presenta los mayores potenciales de crecimiento para los próximos años. Esto se debe a dos elementos básicos, por un lado la apuesta en la que se han comprometido el sector público y privado para impulsar las inversiones en energía eólica. Por otro, el establecimiento de incentivos económicos a través de un marco retributivo seguro, predecible y suficiente que va a permitir un menor coste de financiación de los proyectos y garantizará la sostenibilidad económica de los proyectos, haciendo rentable las instalaciones por encima de las 2.200 horas anuales de viento.

Las previsiones del Documento de Planificación en cuanto a incremento de la demanda para 2011, hacen necesario incrementar la aportación de las renovables en 16.362,7 GWh respecto a la previsión del año anterior, lo que podría alcanzarse mediante el aumento de la aportación de la eólica y la biomasa hasta representar el 30,8 y el 25,1 por ciento de la generación por renovables respectivamente, situando la potencia instalada en 13.000 MW. La situación actual de las energías renovables en España es muy positiva si se compara con el conjunto de la UE. En algunas tecnologías, caso de la eólica o la minihidráulica ocupa lugares de relevancia en cuanto a potencia instalada, si bien, en otras áreas, caso de la solar, resulta paradójico que no lidere el ámbito europeo.

En el caso de Andalucía, el PLEAN establece como objetivo general: “Conseguir un sistema energético andaluz: suficiente, eficiente, racional, renovable, respetuoso con el medio ambiente y diversificado”. Una parte de este objetivo se concreta en el compromiso de la Comunidad Autónoma Andaluza de que el 15 por ciento de la energía primaria consumida en Andalucía en 2010 proceda de fuentes renovables. El desarrollo de las energías renovables en Andalucía se enmarca en un contexto en el que prima una visión global del sector energético andaluz. De tal forma que los retos del desarrollo energético se focalizan en cuatro elementos, como son: contribuir a la eficiencia y desarrollo económico; incrementar la eficiencia y racionalización energética; mejorar la seguridad energética; y preservar el medio ambiente.

El sistema energético andaluz presenta algunas carencias estructurales de relevancia que se sintetizan en una exigua capacidad de evacuación y un sistema de generación insuficiente, lo que contribuyen a la deficiente calidad del servicio como queda patente por los frecuentes cortes que se producen en el suministro. A paliar esta situación puede contribuir de forma sustancial el sector eólico, ya que el compromiso por su parte es inalterable.

El esfuerzo que requerirá para Andalucía alcanzar el compromiso del 15 por ciento, se traduce en un incremento de la potencia instalada en las distintas áreas tecnológicas de gran magnitud, especialmente en la eólica que, debido al retraso acumulado, debe multiplicar por 27 la potencia instalada en 2001 si quiere cumplir las expectativas que se le han asignado, unos 4.000 MW. Incidiendo en este aspecto debe significarse que a finales de 2004, la potencia instalada en Andalucía, 346,3 MW, apenas representaba el 9 por ciento de lo previsto en el PLEAN para 2010, y aunque durante este año se han adjudicado en torno a 1.400 MW que previsiblemente entrarán en funcionamiento en 2005, parece evidente que deben incrementarse la coordinación entre las partes implicadas, Administraciones Públicas, promotores, fabricantes, etc., para agilizar la puesta en servicio de nuevos parques eólicos.

El retraso observado en los objetivos del PLEAN es aún más preocupante al constatar que en el ámbito nacional, a finales de 2004 la potencia eólica conectada asciende a 7.885,65 MW, el 60 por ciento de los 13.000 MW planificados para 2011. Esta diferencia entre los objetivos marcados y los alcanzados es muy relevante debido a que la inversión eólica se traslada a las regiones donde encuentra requisitos óptimos para su implantación, tanto de carácter técnico como administrativos, y una vez que se haya alcanzado la meta en potencia conectada en el conjunto de España, los incrementos en las regiones que se queden rezagadas se encontrarán con serias dificultades, lo que desafortunadamente puede ser el caso de Andalucía.

Dos son los elementos básicos que están produciendo el fuerte retraso en los objetivos temporales que ha asignado el PLEAN al sector. Por un lado, barreras de tipo administrativo, procedentes de las razonables cautelas que el sector público impone a proyectos que requieren amplios controles que garanticen su viabilidad medioambiental, técnica y económica, por lo que habría que pedir mayor agilidad y coordinación en los trámites administrativos a las partes implicadas. Por otro,

la insuficiencia de la red eléctrica y de los centros de transformación, es decir, de la capacidad de evacuación de la energía eléctrica, supone un freno sustancial al desarrollo de la energía eólica en Andalucía. La capacidad de las cinco ZEDE (zonas eléctricas de evacuación) de la Comunidad permite una potencia máxima de unos 2.500 MW, cifra inferior a las necesidades del sector eólico a medio plazo. Para solventar esta restricción, los promotores, por medio de APREAN, la Junta de Andalucía y los gestores de la Red, deben colaborar estrecha y decididamente para mejorar estas infraestructuras vitales para el crecimiento de la generación eólica.

En relación con la integración de la energía eólica en el sistema eléctrico, el operador (REE) sigue percibiendo a este modo de generación como un elemento perturbador del sistema debido a la ausencia de garantía de potencia que conlleva el uso del recurso eólico. De ahí la importancia de desarrollar métodos fiables de predicción del viento con objeto de facilitar la programación de la producción de energía y de incorporar las modificaciones tecnológicas necesarias a los aerogeneradores que faciliten el cumplimiento de los requerimientos del operador.

La incidencia que las inversiones previstas en el sector eólico pueden tener sobre la industria andaluza son muy positivas debido a que la capacidad de arrastre del sector en el conjunto de la economía es muy importante. Por otro lado, el sector eólico involucra actividades e industrias de alto contenido tecnológico, por lo que su desarrollo y expansión representan una oportunidad sin precedentes para incrementar y consolidar estas actividades en Andalucía.

El impacto que la industria eólica en Andalucía tendrá sobre otros sectores y actividades dependerá del grado de desarrollo que éstas hayan alcanzado en la región y de su vinculación con el tejido socioproductivo, como puede ser generación de empleo, inversiones en I+D, políticas de formación, etc. Junto a esto, hay que hacer mención a la importancia que la investigación y desarrollo tienen sobre el sector eólico, ya que parte del éxito alcanzado en los últimos años se debe a este factor. Por lo que, en definitiva, el desarrollo de la industria eólica puede tener una importancia decisiva para el salto cualitativo que necesita el desarrollo de la región en los próximos años.

La construcción de infraestructuras económicas genera efectos locales y regionales beneficiosos a corto plazo y su impacto sobre la actividad económica es muy relevante bien sea por la

que se genera de forma directa como inducida. Además de los efectos sobre la producción y el empleo regional, la puesta en marcha de una infraestructura genera, también, un beneficio social. En el caso de las inversiones en generación eléctrica eólica se pueden reseñar, el efecto medioambiental positivo neto que tiene la energía eólica, la reducción de la dependencia energética exterior, las mejoras en la distribución o en el mallado de la red de distribución eléctrica que permitirá la electrificación de zonas rurales o aisladas. Estos beneficios señalados pueden tener o no un componente monetario cuantificable, pero independientemente de ello, representan un beneficio para la región donde se realiza la inversión.

En lo que se refiere a la aplicación del Plan Energético de Andalucía en su vertiente eólica el impacto económico y social vendrá dado por los siguientes; en primer lugar, el relacionado de manera estricta con la inversión en la construcción de los parques; en segundo lugar, el que se obtiene fruto de la actividad de generación eólica y de la generación de rentas públicas y privadas (tasas municipales y alquileres de terrenos) en las zonas rurales; y en tercer lugar, el derivado de los beneficios sociales o externalidades obtenidas al sustituir la generación mediante centrales térmicas de carbón por energía eólica.

Una primera revisión de las cifras refleja el enorme volumen de inversión acumulado para el conjunto del período 2001-2010, 3.684,2 millones de euros, destacando el intervalo 2004-2006 en el que, si se cumplen las previsiones, se ejecutará el 64 por ciento de la inversión total. La magnitud de la inversión y el alcance económico que puede tener para Andalucía se constata al comprobar que la inversión en la A-92 y en la todavía inconclusa línea AVE Córdoba-Málaga, infraestructuras de gran significación económica y social para Andalucía, representan en conjunto una cuantía inversora similar a la que desembolsará el sector eólico hasta 2010, evidenciando de manera incontestable la dimensión que tendrá el programa eólico en la región.

El impacto que esta inversión tendrá sobre la economía andaluza, en términos de producción, se eleva hasta los 4.694,5 millones de euros que se corresponden con los ya mencionados de la inversión inicial más los 1.010,3 millones de euros del efecto indirecto producido sobre los distintos sectores económicos como consecuencia de la inversión original. El efecto total sobre la industria se

eleva hasta los 3.229,4 millones de euros, lo que representa algo más de dos tercios del efecto total (68,8 por ciento), de ahí las importantes implicaciones que la energía eólica puede generar en el impulso de los sectores industriales de la región. Por lo que respecta a la construcción, su implicación en el proceso inversor es, igualmente, muy relevante, de ahí que la producción total que puede generar la concreción de los proyectos eólicos ascendería a 999,4 millones de euros, el 21,3 por ciento del total. Sensiblemente menor es la implicación que registra el sector servicios, en torno al 9,8 por ciento, lo que se traduce en 462,3 millones de euros de efecto sobre las actividades de servicios implicadas.

En relación con el empleo, el trabajo asociado a la inversión directa asciende a 44.141 empleos de duración anual en el período 2001-2010, al tiempo que otros 13.388 empleos más se obtendrían de los impactos indirectos ocasionados por la inversión, por lo que se totalizarían unos 57.529 empleos. La industria regional es la más beneficiada de los proyectos de parques eólicos, de tal forma que 33.178 empleos se crearían para atender a la demanda de bienes que requiere la instalación de los parques, de éstos, 28.507 se crearían por necesidades de la inversión directa y el resto, por los efectos inducidos entre las distintas ramas de actividad. Para el sector construcción, la creación de empleo asciende a 15.969 puestos de trabajo de duración anual, y en los servicios unos 8.263 nuevos empleos serían necesarios en el conjunto del período.

Por lo que se refiere a los efectos derivados de la actividad de los parques eólicos una vez se encuentren en funcionamiento en 2010, la producción de energía eólica alcanzará los 597,0 millones de euros que junto con el efecto de arrastre sobre otras actividades de 234,7 millones de euros generarán un efecto sobre la producción de la región de 831,7 millones de euros anuales. Los efectos sobre el empleo a partir de 2010, fruto de la industria de generación eólica son muy relevantes, unos 1.722 empleos se derivan de la propia actividad energética y alrededor de 1.564, de los vínculos con otras actividades productivas, de este modo el impacto permanente sobre el empleo en Andalucía ascendería a 3.286 puestos de trabajos.

Con independencia del propio proceso de la actividad empresarial y los efectos de arrastre sobre otros sectores productivos, los efectos sobre las economías de las comarcas donde se emplazan los parques son de cierta consideración. Estos se producen vía alquileres y por tasas e impuestos locales. Así pues, cuando se completen los 4.000 MW de potencia eólica instalada, los ingresos que

pueden percibir las economías locales merced a los parques eólicos instalados en Andalucía ascienden a 28 millones de euros anuales.

La producción de energía con recursos eólicos, además de los beneficios sobre la economía y el empleo, genera unos beneficios sociales derivados de la eliminación de los costes externos que supone la sustitución de generación eléctrica mediante tecnologías térmicas convencionales por la eólica. Este beneficio se produce por los ahorros en costes medioambientales, costes sobre la salud, y los beneficios sobre la seguridad y diversificación energética. La energía eólica provoca unos costes externos muy reducidos en comparación con otras formas de producción, dándose la circunstancia de que una parte importante de los efectos son de carácter local, consecuencia del emplazamiento, efectos que desaparecen cuando se desmantela la instalación. El principal causante de la contaminación atmosférica y de los daños sobre la salud, procedente de la generación eléctrica, proviene de las emisiones de CO_2. La puesta en servicio de los 4.000 MW de potencia eólica en Andalucía significarán un ahorro anual en emisiones de unos 7,5 millones de toneladas de CO_2, lo que pone de relieve la trascendencia medioambiental de la inversión eólica.

El proyecto ExternE de la Comisión Europea ha evaluado los costes externos de los principales daños procedentes de la producción de energía. Los valores obtenidos en el proyecto pueden aplicarse en el cálculo de la valoración de los beneficios externos, comparando los costes de producir con una determinada tecnología con otra, de tal forma que los daños evitados usando una tecnología alternativa, la eólica en este caso, se corresponden con el beneficio social obtenido por el proyecto evaluado. El valor monetario de las externalidades de la energía eólica se sitúa en 0,2 c€/kWh. Los beneficios externos de producir energía con recursos eólicos se corresponden con la eliminación de los costes externos derivados de producir esa energía a través de una central térmica de carbón. Para el caso de España, el CIEMAT, en el proyecto ExternE, evalúa estos daños con un rango de entre 5 y 8 c€/kWh.

El elevado coste social que tiene la generación mediante carbón, entre 9.200 y 14.720 millones de euros en el acumulado de la vida útil de la inversión eólica del PLEAN, frente al escaso impacto en términos monetarios de la energía eólica, 368 millones de euros, determinan un beneficio social, por sustitución de externalidades negativas, de entre 8.830 y 14.352 millones de euros a lo largo de todo el

período analizado. Igualmente, una vez se encuentren instalados los 4.000 MW que el PLEAN se fija como objetivo deseable, el valor del beneficio social para Andalucía se cifra entre 441 y 717 millones de euros anuales que se mantendrían a lo largo del tiempo si se mantienen las infraestructuras eólicas.

En definitiva, resulta patente que el fomento de las energías renovables que propugnan el Plan de Fomento y el PLEAN constituyen una oportunidad única para Andalucía dada la coincidencia de intereses energéticos, industriales, medioambientales y socioeconómicos que confluyen en la actualidad, y que pueden permitir establecer una oferta energética duradera y competitiva que colabore e impulse el desarrollo económico de la región. En este aspecto, un apoyo decidido a la industria y a la I+D+i regional relacionadas con las energías renovables puede representar el elemento diferencial que permita alcanzar los efectos previstos sobre el desarrollo endógeno andaluz

Para finalizar, y con carácter sintético, se relacionan las principales oportunidades o elementos positivos del sector eólico en Andalucía, así como los retos, problemas o barreras a los que se enfrenta el sector:

Oportunidades y retos del sector eólico en Andalucía

Oportunidades y ventajas	Retos y barreras
De orden jurídico-administrativo	
El compromiso de la Junta de Andalucía y los promotores eólicos en alcanzar los objetivos de potencia instalada	Agilizar los trámites de los proyectos para poder cumplir con las expectativas del PLEAN
La estabilidad y predictibilidad que el marco retributivo otorga al sector	Difundir adecuadamente las ventajas que se derivan del uso de la energía eólica
La consideración de zona de prioridad muy alta para la localización de nueva generación	Posibilidad de que se implementen limitaciones a la potencia instalada ante las restricciones a la evacuación
	Lograr que el operador de la red perciba a la eólica como un garante de la estabilidad del sistema eléctrico
De carácter técnico	
Abundancia y calidad del recurso eólico en la región	Mejorar la calidad y seguridad de la energía ofrecida, con especial incidencia en la capacidad para soportar los "huecos de tensión" y la predicción de la producción
Alto nivel tecnológico de los aerogeneradores y equipos instalados	Incrementar y mejorar la capacidad de evacuación de la red eléctrica andaluza
Alto potencial offshore de la Costa Atlántica	Adecuación de los parques existentes a los requerimientos técnicos de REE
Posibilidad de intercambio entre redes nacionales que facilitarían la gestión de los excedentes de generación	Mejorar la formación en técnicos y expertos en esta energía
Combinar y agrupar la generación eólica con los nuevos grupos de ciclo combinado	
De orden ambiental	
La creciente conciencia ambiental de los andaluces que facilita una correcta percepción de las ventajas de la generación eólica	Evitar emplazamientos que puedan alimentar una percepción negativa de la energía eólica
La escasa incidencia, el carácter local y la reversibilidad de los impactos ambientales de la eólica	Mejorar los canales de información con los afectados por los parques eólicos
De carácter económico	
Ampliación de la viabilidad de los parques a las 2.200 horas de viento gracias al nuevo marco retributivo	Optimizar la integración de la energía eólica en el mercado eléctrico
El elevado impacto en términos de producción y empleo que se derivan de la inversión eólica	Propiciar y mantener acuerdos en I+D del sector que aseguren la competitividad a medio y largo plazo
Posibilidad de desarrollar y consolidar una industria y servicios de alto nivel relacionados con el sector	Reducir los costes de mantenimiento a partir del quinto año de vida útil
Convertir a Andalucía en una zona exportadora de energía en 2010	
Impulso a la I+D de la región al amparo del dinamismo del sector	

Fuente: *Analistas Económicos de Andalucía.*

BIBLIOGRAFÍA

- Aixalá J., Sanaú J. y Simón B (2003): *La energía eólica en Aragón. Impacto socioeconómico*. Universidad de Zaragoza.
- Alonso A., Avedillo M., Ferreiro M., García J. L., Gregorio A., Molinero S., Moreno B. y Prieto R. (2004): *Modelos energéticos para España: necesidades y calidad de vida*. Madrid.
- Blanco (2000): *Las Energías Renovables y su Impacto en la Reducción de la Contaminación Ambiental en España*. Revista Averma.Vol. 4.
- BOJA 113/2002, de 26 de septiembre.
- BOJA 116/2003, de 19 de junio.
- Boletín APPA Info nº 9. Diciembre 2002.
- Boletín APPA Info nº 15. Abril 2004.
- Central de Balances de Andalucía, CBA (2004).
- Comisión Europea (1996)*: Libro Verde sobre Energía para el futuro: fuentes de energía renovables.*
- Comisión Europea (1996): *Libro Blanco sobre Una política energética para la UE.*
- Comisión Europea (1999): *Preparación de la aplicación del Protocolo de Kyoto.* Comunicación de la Comisión al Consejo, COM (1999) 230 final, Bruselas.
- Comisión Europea (2000): *Libro Verde sobre el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Unión Europea.* Comunicación de la Comisión al Consejo, COM (2000) 87 final, Bruselas.
- Comisión Europea (2000): *Libro Verde Hacia una estrategia europea de seguridad en el abastecimiento energético.*
- Comisión Europea (2000): *Sobre políticas y medidas de la UE para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero: hacia un Programa Europeo sobre el Cambio Climático*. Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo, COM (2000), 88 final.
- Comisión Europea (2001): *Acerca de la ejecución de la primera fase del Programa Europeo sobre el Cambio Climático.* Comunicación de la Comisión, COM (2001) 580 final, Bruselas.
- Comisión Europea (2003): *External Costs. Research results on socio-environmental damages due to electricity and transport.*
- Comisión Nacional de Energía, CNE (2004): Aclaraciones en relación con el Complemento de Energía Reactiva, CER, establecido en el Real Decreto 436/2004. Madrid,
- De Rus G. (2000): *Infraestructuras: ¿Qué podemos decir los economistas?* Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Departamento de Análisis Económico Aplicado.
- Directorio Central de Empresas, DIRCE (2004). Instituto Nacional de Estadística.

- Escudero J. M. (2003): *Manual de energía eólica*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- Ferraro F. (2000): *Tecnología e Industria en Andalucía. Análisis y Valoración de las Políticas.* Revista Economía industrial. Nº 335/336
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, IDAE. *Impactos ambientales de la producción eléctrica. Análisis de ciclo de vida de ocho tecnologías de generación eléctrica.*
- Keith D. et alia (2004): *The influence of large-scale wind power on global climate*. PNAS, Proceedings of the National Academy of Sciences Vol. 101. Nº 46. 16115-16120.
- Marco Input-Output (1995). Instituto de Estadísticas de Andalucía, IEA.
- Martínez A., Bayod A. A., Pérez M. (2002): *La industria de la energía eólica en España. Tecnología y desarrollo regional endógeno*. Boletín económico de ICE nº 2740
- Ministerio de Economía (2002*): Planificación de los sectores de electricidad y gas.* Desarrollo de las Redes de Transporte 2002-2011. Dirección General de Política Energética y Minas.
- Plan de Fomento de las Energías Renovables en España 2000-2010 (1999). Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.
- Planificación de los sectores de electricidad y gas. Desarrollo de las redes de transporte 2002-2011
- Plan Energético de Andalucía 2003-2006, PLEAN. Consejería de Empleo y Desarrollo Tecnológico de la Junta de Andalucía.
- R.D. 1866/2004 de 6 de septiembre, por el que se aprueba el Plan Nacional de asignación de derechos de emisión, 2005-2007.
- R.D. 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- R.D.L. 5/2004 de 27 de agosto, por el que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero para que comience a funcionar a partir del 1 de enero de 2005.
- The ExternE National Implementation. *Externalities of Energy. A Research Project of The European Commission. Results for Spain*. Eur. Comm., Directorate-General XII, Sci. Res. and Dev.
- The ExternE National Implementation. *Externalities of Energy. A Research Project of The European Commission. Summary and Conclusions*. Eur. Comm., Directorate-General XII, Sci. Res. and Dev.
- Vermont Agency of Natural Resources (2004)*:Benefits of Wind Energy*.

LA ENERGÍA EÓLICA EN ANDALUCÍA

Análisis de su impacto socioeconómico

Actualización

Diciembre 2005

Indice

ACTUALIZACIÓN:

LA ENERGÍA EÓLICA EN ANDALUCÍA: ANÁLISIS DE SU IMPACTO SOCIOECONÓMICO

A.1.	JUSTIFICACIÓN DEL ANEXO	05
A.2.	LAS CIFRAS DEL SECTOR EÓLICO EN 2005	06
A.3.	PROPUESTAS DEL LIBRO BLANCO SOBRE LA REFORMA DEL MARCO REGULATORIO DE LA GENERACIÓN ELÉCTRICA EN ESPAÑA	09
	A.3.1. Introducción	09
	A.3.2. Posturas de los agentes del mercado energético español ante el Libro Blanco: productores y consumidores	11
	A.3.3. Resumen medidas importantes y propuestas de reforma del marco regulatorio de la generación eléctrica en España	13
	A.3.4. Principales propuestas que afectan a la generación eólica	15
A.4.	El Plan de Energías Renovables 2005-2010	23

A.1. JUSTIFICACIÓN DEL ANEXO

La relevancia que las energías renovables, y particularmente la eólica, tienen para el modelo energético nacional, es cada vez mayor. Prueba de ello son los esfuerzos desplegados para aumentar su participación en el sistema de generación eléctrica, lo que conlleva que estas energías se encuentren sujetas a continuos cambios a nivel tecnológico, regulatorio, etc. Desde que se elaboró y editó el documento "***La Energía Eólica en Andalucía, Análisis de su Impacto Económico***" se han sucedido una serie de cambios que aconsejan, aunque sea con carácter sintético, actualizar algunos de los contenidos recogidos en el libro. Ello no es óbice, para que el documento base de este trabajo mantenga su validez, tanto en los aspectos generales como en el análisis y recomendaciones que en él se recogen.

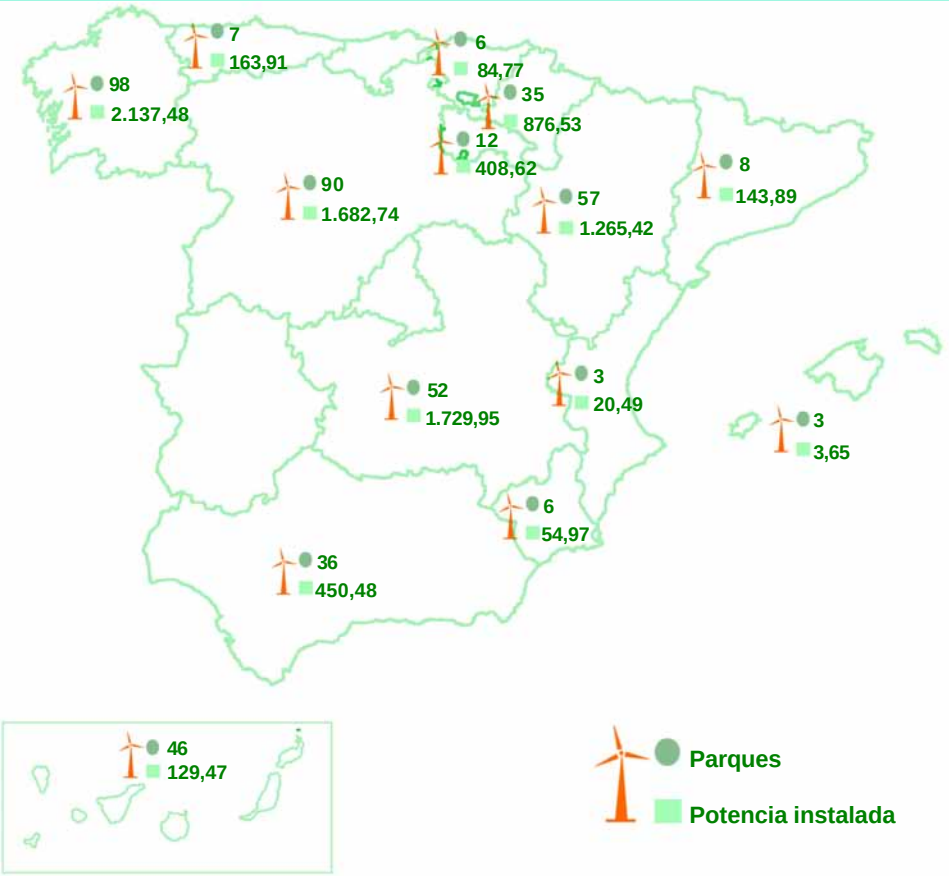
Por este motivo, y con objeto de completar la información recogida en el estudio sobre la energía eólica en Andalucía, en el que se profundizaba en los aspectos relacionados con la conexión a red de la generación eólica, identificando las principales dificultades del sistema de transporte de red, resulta de interés incorporar las propuestas de reforma del marco regulatorio de la generación eléctrica en España que se recogen en el Libro Blanco, incidiendo especialmente en aquéllas que puedan afectar directamente al desarrollo de la energía eólica.

La actualización se va a centrar en tres bloques, el primero, de carácter descriptivo, para poner al día las cifras de generación eólica en España y Andalucía, de tal forma que se obtenga una mejor visión de conjunto de la situación del sector. La segunda, enumera las propuestas de reforma del marco regulatorio de la generación eléctrica en España que se recogen en el Libro Blanco, ya que, las recomendaciones que en éste se incorporan pueden tener trascendencia en el futuro de la actividad de generación eléctrica en España, incidiendo especialmente en aquellas que puedan afectar directamente al desarrollo de la energía eólica. Por último, de mayor importancia para el sector, recoge los aspectos básicos, en lo que se refiere a la eólica, del nuevo Plan de Energías Renovables 2005-2010 elaborado por el IDAE y que refleja claramente la divergencia que se está produciendo entre las previsiones de algunos planes autonómicos en esta materia y las posibilidades reales de generación.

A.2 LAS CIFRAS DEL SECTOR EÓLICO EN 2005

El potencial del recurso eólico en España queda de manifiesto con el fuerte crecimiento de la potencia instalada en los últimos años. En concreto, desde 2002, se vienen registrando incremento anuales superiores a los 1.000 MW, cifra que se ha visto ampliamente superada con los 1.915 MW instalados en 2005, hasta alcanzar los 9.152 MW en noviembre de 2005, según la información que proporciona la Asociación Empresarial Eólica. El mapa eólico nacional refleja la importante concentración de la generación eólica en algunas Comunidades, caso de Galicia (2.137 MW), Castilla La Mancha (1.729 MW) y Castilla León (1.682 MW), al tiempo que otras no tienen parques eólicos o una potencia instalada muy pequeña.

MAPA EÓLICO NACIONAL (Noviembre 2005)



Fuente: Asociación Empresarial Eólica.

Nota: Actualiza el mapa 3.1 del documento original.

Actualización

En lo que se refiere a Andalucía, la potencia instalada a finales de Noviembre de 2005 se sitúa en 450,5 MW, de los que 281,05 se ubican en Cádiz, seguida de Granada con 54,1 MW. Las provincias de Sevilla y Córdoba no registran instalaciones eólicas de generación eléctrica a la mencionada fecha, al tiempo que en Jaén y Almería la potencia instalada es muy reducida.

MAPA EÓLICO ANDALUCÍA (Potencia instalada Noviembre 2005)

Nota: *Actualiza el mapa 3.2 del documento original.*

Fuente: **Asociación Empresarial Eólica.** **Potencia total instalada: 450,48 MW**

Andalucía se posiciona en sexto lugar, en potencia eólica instalada, entre las Comunidades Autónomas españolas, si bien, se encuentra a gran distancia de las primeras, máxime si se considera el potencial eólico disponible. Este retraso queda patente al analizar los objetivos que se habían propuesto en el PLEAN 2003-2006 y la situación de la generación eólica a finales de 2005. Como se recoge en el cuadro anexo, la potencia instalada total apenas representa el 20 por ciento de los objetivos marcados por el PLEAN en 2005, y como se comprueba en la serie anual, en ningún ejercicio, se ha obtenido un volumen de potencia instalada que represente un porcentaje elevado sobre los objetivos previstos. Así pues, las cifras reflejan un retraso entre los objetivos y lo realizado que

empieza a ser preocupante tanto por la aportación de Andalucía a la reducción de emisiones en la generación eléctrica como por las oportunidades de empleo y desarrollo industrial que acompañan a esta actividad.

Cumplimiento del PLEAN en eólica (MW)

	Objetivos PLEAN		Instalados real		Cumplimiento Real/PLEAN%	
	Anual	Acumulado	Anual	Acumulado	Anual	Acumulado
2000	-	-	-	147	-	-
2001	24	171	7,8	154,8	32,5	90,5
2002	157	328	28,8	183,6	18,3	56,0
2003	705	1.033	50,0	233,7	7,1	22,6
2004	750	1.783	112,6	346,3	15,0	19,4
2005	530,8	2.314	94,9	450,5	19,6	19,5

Nota: Actualiza el cuadro 3.8 del documento original.
Fuente: Plan Energético de Andalucía (PLEAN), APREAN y SODEAN.

En el cuadro adjunto, se recogen los emplazamientos de los parques eólicos de Andalucía, así como sus principales características.

Parque Eólico en Andalucía – Noviembre 2005

	Nº Parques Eólicos Andaluces	Nº Aerogeneradores instalados	Total MW
CADIZ	25	658	281,05
Tarifa	22	616	248,05
Barbate	2	27	8,4
Jerez Frontera	1	15	24,6
MÁLAGA	3	62	47
Casares	2	46	33,4
Casarabonela/Álora	1	16	13,6
ALMERIA	1	40	13,2
Enix	1	40	13,2
GRANADA	3	56	54,1
Loja	2	46	39,1
Lanjarón	1	10	15
JAÉN	2	23	15,18
Noalejo, Campillo de A, Valdepeñas	2	23	15,18
HUELVA	2	47	39,95
El Granado	2	47	39,95
TOTAL	36	886	450,48

Nota: Actualiza el cuadro 3.9 del documento original.
Fuente: APREAN.

A.3. PROPUESTAS DEL LIBRO BLANCO SOBRE LA REFORMA DEL MARCO REGULATORIO DE LA GENERACIÓN ELÉCTRICA EN ESPAÑA

A.3.1. Introducción

La necesidad de reformar el marco regulatorio de la generación eléctrica en España no reside únicamente en las carencias detectadas en el sector eléctrico, tanto en la generación como en el transporte de energía, sino en que la normativa que, en enero de 1998, permitió poner en marcha la liberalización del sector no ha conseguido cumplir el objetivo de que el mercado de electricidad funcione en condiciones de competencia. Por tanto, se requiere una reforma de carácter urgente ante la evidencia de que la necesidad de un cambio regulatorio genera una incertidumbre que es vital para empresas, consumidores y para las Instituciones reguladoras.

Con este objetivo, aparece el Libro Blanco de la generación eléctrica en España, elaborado como un documento consultivo a petición del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, que señala, en primer lugar, que el punto del que parte la generación eléctrica en España es razonablemente satisfactorio tal y como indican la existencia de un parque diversificado en tecnologías, un margen de reservas actualmente escaso pero con un suficiente ritmo de inversión como para hacer frente al vivo crecimiento de la demanda a medio plazo, y un mercado que ha venido funcionado sin fallos apreciables en los últimos años.

Sin embargo, las deficiencias en el ámbito regulatorio emanan, en gran medida, de la **falta de confianza en el precio de mercado de la electricidad**, en un marco en que no se dan las circunstancias adecuadas para que exista competencia. Las causas que permiten explicar esta situación son, las adquisiciones y fusiones que tuvieron lugar previamente y durante el proceso de liberalización condujeron a una excesiva concentración del sector eléctrico; la escasa capacidad comercial de la interconexión con Francia y el volumen eléctrico del sistema portugués, significativamente inferior al español, que reduce la competencia de agentes externos; la integración vertical de las actividades de producción y comercialización por un lado y de distribución con suministro a tarifa integral por otro. Pese a que la situación del mercado minorista ha mejorado, al reconocer a todos los consumidores el

derecho a elegir a su suministrador, se observa la falta de un desarrollo normativo que reduzca los límites que impiden ejercer este derecho.

A todo ello se une, según el Libro Blanco, la **falta de sostenibilidad del modelo energético** español, del que la generación eléctrica constituye una parte esencial, que se observa en una elevada dependencia energética, los escasos esfuerzos en ahorro y eficiencia en el consumo y transformación de energía, el desvío respecto a los objetivos de volumen de emisiones de CO_2 derivados del Protocolo de Kyoto y un escaso y decreciente esfuerzo en I+D en el sector energético. En este sentido, sí hay que destacar el dinamismo de la actividad desarrollada en el ámbito de la generación en régimen especial y, particularmente, en energía eólica, pero su contribución aún no tiene la suficiente relevancia como para solucionar el problema.

En definitiva, las carencias que presenta el modelo energético nacional, a tenor de lo expuesto en el Libro Blanco, se asocian a una estructura de mercado inadecuada para soportar una verdadera competencia, en la que no existe la suficiente separación entre la distribución y la comercialización libre; una tarifa que ignora el precio de mercado de la energía; y un mecanismo de recuperación de los Costes de Transición a la Competencia que no parece contribuir al equilibrio entre consumidores y empresarios en el largo plazo. Además, desde la óptica del funcionamiento del sistema, el modelo adolece de un procedimiento de garantía de potencia costoso y poco fiable; de una operación del sistema que tiene que incorporar una mayor cantidad de generación no gestionable, sin contar con los recursos físicos y normativos para ello; y de una red de transporte que tiene que dar respuesta a un gran número de solicitudes de acceso pero cuyo necesario desarrollo está dificultado por trabas administrativas, restricciones medioambientales y políticas, y un clima de incertidumbre respecto a la firmeza de intención de los solicitantes y la ausencia de señales económicas de localización.

Con ánimo de superar estas dificultades, el Libro Blanco plantea la necesidad de retomar la Ley del Sector Eléctrico, incorporando algunas mejoras que se desprenden de la experiencia, resaltando la idea de que si ésta ha optado por un marco regulatorio de libre mercado, en el que la electricidad se compra y vende al precio que resulta de la libre negociación de los agentes, con el apoyo de mercados organizados, no tiene sentido ignorar esta premisa ofreciendo una tarifa integral regulada para realizar la compra de energía.

Actualización

A.3.2. Posturas de los agentes del mercado energético español ante el Libro Blanco: productores y consumidores

Antes de profundizar en las distintas propuestas que se recogen en este Libro Blanco, elaborado como un documento de carácter consultivo, debemos detenernos a considerar cuáles son las necesidades de los agentes que intervienen en el mercado de la energía eléctrica y en que medida pueden ser cubiertas por las novedades que éste incorpora. De acuerdo con esta idea, desde la óptica de la asociación de los productores de energías renovables, APPA, cuya opinión se ha tenido en cuenta en la elaboración del documento, es prioritario avanzar en la eliminación de barreras al crecimiento de este tipo de energías, lo que contribuiría a reducir la dependencia exterior del sector energético nacional, además de favorecer la creación de empleo. Del mismo modo, y con una relación más estrecha con la generación eléctrica, el desarrollo de estas energías es muy relevante para evitar las pérdidas por transmisión del régimen ordinario, puesto que aportan una generación distribuida al sistema eléctrico mejorando la eficiencia del sistema, al tiempo que supone un considerable ahorro de emisiones de CO_2, que representa un importante ahorro en el pago de derechos.

En la elaboración de las propuestas se ha considerado la necesidad de frenar las barreras que limitan el desarrollo de las energías renovables que, como ya hemos reflejado en el informe sobre la energía eólica, se localizan principalmente en tres ámbitos:

- Financiero: garantizar la fiabilidad de los proyectos exige mayores esfuerzos en demostrar una rentabilidad atractiva de los proyectos y evitar la retroactividad de las normas, de manera que las instalaciones existentes puedan mantenerse en su marco regulador correspondiente. Asimismo, los productores consideran adecuados y eficientes los mecanismos basados en primas a la producción por lo que se deben mantener, reforzar y mejorar el actual sistema.

- Administrativo: es necesario que las administraciones se comprometan a cumplir en tiempo y forma la normativa vigente y hacer un esfuerzo porque los criterios de planificación sean comunes para todas las CC.AA., desarrollando canales de comunicación entre los promotores y el resto de agentes implicados, además de precisar una cobertura normativa para las nuevas tecnologías de generación (eólica, offshore, etc.).

- Técnico: para el promotor se plantea, además, el problema de la falta de información a la hora de realizar el acceso a la red, por lo que constituiría una mejora hacer pública la información acerca de la capacidad de red a través de un mapa de tensiones.

Otro conjunto de medidas contribuiría a mejorar el funcionamiento del sistema, favoreciendo la integración de las energías renovables en el sistema eléctrico nacional, tales como la puesta en marcha de un sistema unificado de predicción eólica que permitiría contar con un sistema de predicción de la producción a verter en la red. Igualmente, los productores están de acuerdo en aceptar el compromiso de instalar equipos en sus nuevas unidades de producción que soporten sin desconexión los huecos de tensión del sistema, así como hacer frente a la necesidad de analizar la integración de las energías renovables en los mecanismos de venta de su producción y evitar que los productores de régimen especial deban acudir de manera obligatoria al mercado, En esta misma línea se destaca, también, el desarrollo de alternativas adicionales de venta para el productor de régimen especial y el establecimiento de mecanismos que garanticen el cobro.

En resumen, la posición de APPA, que defiende los intereses de los productores de las energías renovables, entre las que se encuentra la eólica, se centra en mejorar los sistemas de retribución económica y las condiciones para la adecuada integración de la producción en la red eléctrica, así como en la preocupación por el mercado y sus normas para adaptarlo a los nuevos agentes del régimen especial, los relacionados con el gestor de red y la revisión de tarifas en períodos más cortos que el año. Además, plantea la necesidad de que sea Red Eléctrica quien gestione la red para todo el régimen especial a través de una red eléctrica adicional, con el objeto de contribuir a la seguridad en la red y para que se pueda verter en ella la mayor cantidad de energía renovable posible en condiciones de entrega y gestión similares al resto de agentes eléctricos, señalando algunas premisas como la independencia de criterio para gestionar esa red y la participación de los agentes en el conocimiento de esa gestión, que no debe depender de la potencia instalada o energía vertida por sus agentes.

Por otra parte, resulta de interés considerar el punto de vista del consumidor frente al Libro Blanco partiendo de la situación actual en que se encuentra el mercado energético español. Así, a tenor de la opinión de algunas asociaciones de consumidores, aunque se espera que la puesta en marcha de

las medidas que reúne el documento sean beneficiosas para las empresas del sector y los accionistas, contribuyendo a la obtención de mayores beneficios, sus efectos pueden ser contrarios a los intereses de los usuarios. Esta opinión se apoya, por un lado, en que el proceso de liberalización y competencia que se ha realizado no ha sido exitoso puesto que, en contra de las promesas iniciales, no se ha producido una bajada de tarifas al tiempo que la calidad del servicio no ha experimentado una mejora significativa; por otro, existe cierta controversia en cuanto a la eliminación de la tarifa regulada o su conversión en una tarifa destinada a los usuarios que no quieran contratar las ofrecidas en el mercado liberalizado, lo que puede acarrear, en opinión de los consumidores, subidas considerables para obligarles a acudir al mercado libre.

Otras preocupaciones son las asociadas con la escasa transparencia del mercado de generación, que requiere reducir el peso de las grandes compañías eléctricas; la conveniencia de mantener las actividades de transporte y de operación del sistema dentro de una misma sociedad, REE; el escaso reconocimiento retributivo de la distribución pese a ser clave en el sistema eléctrico; y, por último, la necesidad de modificar el reglamento del sector eléctrico para aumentar la calidad exigida a las eléctricas, así como la cuantía de las indemnizaciones a las que tienen derecho los usuarios que sufren cortes en el suministro.

En definitiva, la intención de reformar el marco regulatorio debe reflejar los intereses de los agentes que actúan en el mercado energético, incidiendo de manera especial en aquellas mejoras relacionadas con garantizar el suministro, aprovechando el papel que las energías renovables pueden jugar en su apoyo a la generación eléctrica.

A.3.3. Resumen medidas importantes y propuestas de reforma del marco regulatorio de la generación eléctrica en España

Las propuestas contenidas en el Libro Blanco, se orientan hacia la consecución de tres objetivos concretos que contribuyan a la mejora del sistema de generación eléctrica nacional. En primer lugar, se proponen distintas estrategias de reforma cuyo desarrollo favorezca que **el mercado mayorista de electricidad español pueda funcionar en condiciones de competencia** y libre de distorsiones importantes. Para que un mercado funcione correctamente en competencia es preciso que

el poder de mercado de los agentes no sobrepase ciertos límites, un aspecto estrechamente relacionado con el nivel de concentración, especialmente en los mercados eléctricos por sus características propias de producto no almacenable, escasa respuesta en el corto plazo de la demanda al precio y configuración de las redes de transporte. De acuerdo con esto, se proponen medidas destinadas a mitigar el poder de mercado mediante reglas de limitación de la concentración horizontal para que ningún agente disponga de una capacidad de producción extremadamente elevada.

Propuestas de reforma del marco regulatorio de la generación eléctrica en España

	OBJETIVOS	ASPECTO SOBRE EL QUE SE CENTRA LA PROPUESTA
A	PERMITIR QUE EL MERCADO DE LA ELECTRICIDAD EN ESPAÑA FUNCIONE EN CONDICIONES DE COMPETENCIA	Mitigación del poder de mercado Fiabilidad del suministro Tarifa eléctrica Tratamiento de los costes de transición a la competencia
B	MEJORAR EL DISEÑO DE LOS MERCADOS Y LA INTERACCIÓN DE LA RED DE TRANSPORTE Y DE LA OPERACIÓN DEL SISTEMA CON LA GENERACIÓN	Mercado ibérico de electricidad Mercado minorista y participación de la demanda Generación y red de transporte
C	SOSTENIBILIDAD DEL MODELO ENERGÉTICO	Factores que inciden sobre la sostenibilidad del modelo Generación en régimen especial: renovables Generación en régimen especial: cogeneración Sector eléctrico y derechos de emisión
D	OTROS ASPECTOS POR REVISAR EN EL MARCO REGULATORIO	La generación de electricidad en los sistemas no peninsulares Las competencias administrativas El mercado del gas Las funciones de la Comisión Nacional de la Energía

FUENTE: *Libro Blanco sobre la reforma del marco regulatorio de la generación eléctrica en España.*

A continuación, un segundo grupo de recomendaciones está dirigido a mejorar los aspectos específicos del actual diseño de los mercados mayorista y minorista, así como a promover la participación de la demanda en los mercados y la interacción en la red de transporte y de la operación del sistema con la actividad de generación. Constituye un análisis del funcionamiento del mercado

desde el punto de vista geográfico y temporal, considerando los beneficios de una adecuada conexión con distintos mercados internacionales, especialmente los más próximos como Portugal y Francia, así como las repercusiones que para el mercado acarrea la activación de la demanda o la eliminación de la interferencia de las tarifas integrales por defecto.

Un tercer bloque recoge los aspectos cuyo desarrollo se extiende hasta el horizonte del largo plazo y que tienen una influencia significativa sobre la sostenibilidad del modelo energético: objetivos y planteamiento retributivo de la generación en régimen especial, mercado de emisiones de CO_2 la utilización de la planificación indicativa como herramienta que ayude a definir un planteamiento estratégico.

Por último, se incluye una revisión de otros aspectos de interés para la configuración del marco regulatorio de la generación, tales como la generación de electricidad en los sistemas no peninsulares; la generación eléctrica y las competencias administrativas; el mercado del gas; y las funciones de la Comisión Nacional de la Energía.

A.3.4. Principales propuestas que afectan a la generación eólica

Tras esta visión global de las propuestas de reforma de la generación eléctrica que incluye el Libro Blanco, profundizaremos en aquellas medidas que, bien por la incidencia que pueden tener en el desarrollo de la energía eólica, o bien por servir como complemento a las consideraciones que sobre este apartado se realizan en el documento principal, resulten de interés. Desde este prisma, podemos destacar las siguientes medidas, atendiendo a los objetivos que pretenden alcanzar:

- **Mejora de las condiciones de competencia en el mercado de la electricidad en España**

En primer lugar, entre las medidas propuestas para conseguir que el mercado eléctrico nacional funcione en condiciones de competencia, para la generación eléctrica es objeto de especial preocupación la **fiabilidad de suministro**. Por ello, se hace necesario el desarrollo de medidas que garanticen al menos un margen mínimo en la cobertura de la demanda o que incentiven que cada uno de los generadores haga lo posible por estar disponible cuando el sistema eléctrico lo necesite. En este

sentido, ya que las posibilidades de ejercer poder de mercado crece cuando se estrecha el margen existente entre la generación total disponible y la demanda del sistema, éstas medidas contribuyen a reducir la presión sobre los instrumentos de mitigación de poder de mercado y sobre la supervisión del mismo.

Por un lado, este objetivo exige prestar atención a la *suficiencia de las instalaciones*, poniendo en práctica aquellas medidas adecuadas tanto para que el volumen de capacidad de generación instalado en el mercado sea el correcto, proporcionando un servicio fiable, como para incentivar la inversión y la disponibilidad, los estudios de cobertura y de planificación de la red que ayudan a las instituciones reguladoras y al Operador del Sistema a controlar la situación anticipándose en el tiempo. Por otro lado, también hay que realizar mayores esfuerzos en la mejora de la *seguridad del suministro*, para que los grupos generadores del sistema respondan adecuadamente en el corto plazo, ámbito de actuación que corresponde al Operador del Sistema, por medio de medidas como la gestión de las reservas de operación que pueden proporcionar los generadores, los contratos de interrumpibilidad con algunos consumidores u otras posibles acciones de respuesta de la demanda y diversos tipos de actuaciones de emergencia.

Un aspecto esencial para garantizar el suministro reside en el seguimiento de la *cobertura de la demanda*, para lo que se propone el desarrollo de un esquema estructurado en tres niveles, primero con un estudio de corto a medio plazo, que sirva como un análisis de predicción de los problemas más inmediatos de cobertura del sistema, mejorando los actuales informes del Operador de Sistema por medio de métodos de cálculo más avanzados y obtener medidas probabilistas más completas del riesgo de fallo en que se encuentra el sistema; a continuación, un estudio de cobertura de medio y largo plazo que servirá para detectar si existe la necesidad de acudir a medidas especiales para fomentar la entrada de nuevas inversiones, recomendando que se realice bajo la supervisión de la CNE y empleando técnicas para el análisis del cumplimiento del índice de fiabilidad; y, por último, un estudio de planificación a muy largo plazo que contribuya a una visión estratégica del sistema eléctrico y de éste dentro del modelo energético global.

En otro orden de medidas relacionadas con el suministro, se encuentran las encaminadas a mejorar el acceso a nuevas instalaciones, así como los trámites administrativos; reforzar los recursos

humanos y técnicos a cargo de tramitar los expedientes de manera que se puedan reducir los retrasos en los procesos administrativos de autorización de nuevas instalaciones; la exigencia de un aval a los nuevos promotores para controlar el exceso de peticiones de construcciones de centrales; reducir la duración de los procesos administrativos mediante el cumplimiento de los plazos en los trámites; evitar el empleo de herramientas de política territorial en el proceso de autorización de instalaciones para conseguir que se instalen las plantas necesarias en los emplazamientos óptimos.

Por último, se recomienda mantener un equilibrio entre dotar al Operador del Sistema de todos los medios que necesite para realizar su labor y minimizar su influencia en el mercado, crear nuevos servicios complementarios siempre que se estime que será preciso requerir un cierto tipo de comportamiento y examinar la conveniencia de introducir determinados incentivos económicos para que el Operador del Sistema incorpore en sus actuaciones criterios de eficiencia económica.

En segundo lugar, el Libro Blanco plantea una serie de recomendaciones, también destinadas a mejorar la competencia, que se articulan en torno a las **tarifas eléctricas**, aunque se encuentran supeditadas a la aplicación de las propuestas relacionadas con la mitigación del poder de mercado, la garantía de un margen suficiente de potencia disponible de generación sobre la demanda del sistema y la eliminación de la interferencia en el mercado del mecanismo de recuperación de Costes de Transición a la Competencia por diferencias. El texto plantea que, en un marco regulatorio de libre mercado en el que todos los consumidores tengan la opción de elegir suministrador, las tarifas integrales no son estrictamente necesarias, siendo tarifas por defecto que se pueden mantener un cierto tiempo y eliminarse posteriormente si se dan unas condiciones concretas de competencia y madurez del mercado eléctrico, tal vez para consumidores domésticos o los de menor consumo. En este sentido, el diseño de estas tarifas integrales debe ser tal que no deben constituirse en un refugio para los consumidores sino permitir el libre desarrollo de la actividad de comercialización, no compitiendo con ella.

La propuesta para realizar su cálculo señala que las tarifas integrales y de acceso resulten de la aditividad de todos los conceptos de coste que comprende el suministro eléctrico, tanto los que corresponden a costes regulados como el precio de la energía, fruto de las transacciones del mercado liberalizado. Además, se aboga por la transparencia de la metodología aplicada y se recomienda que

para el diseño de las tarifas de acceso se consideren todos los cargos regulados que comprende y para el de las integrales se traslade el precio de mercado de la energía, añadiéndolo a la tarifa de acceso.

Estas medidas tratan de arrojar algo de luz al clima de incertidumbre que ha padecido el sector durante algunos años a través de la actualización anual de las primas, y en la que los distintos agentes, promotores, fabricantes, entidades financieras y administración, estaban de acuerdo en la necesidad de una mayor estabilidad y acabar con la incertidumbre instalada en el sector, donde a través del proceso de liquidación del mercado de producción de energía eléctrica, se determina el precio al que se realizan las correspondientes transacciones de compra y venta de electricidad. Algunos esfuerzos en este sentido se han desarrollado recientemente con la aplicación, en la actualización de la retribución de las renovables, de la evolución de la Tarifa Media de Referencia y el incremento del precio fijo.

- **Mejora del diseño de los mercados y de la interacción de la red de transporte y de la operación del sistema con la generación**

El correcto funcionamiento de la red de transporte es un elemento muy importante para la adecuada actividad de la generación eléctrica, por lo se deben tener muy presentes las medidas regulatorias que contribuyan a la mejora de la cohesión de este sistema.

Las dificultades que se encuentran para la construcción de nuevas líneas, la creciente incertidumbre respecto a las inyecciones y retiros que la red debe poder a acomodar y el carácter intermitente y no gestionable de una proporción cada vez mayor del parque generador conectado a la misma, han contribuido a incrementar la presión a la que está siendo sometida la **red de transporte** y, al mismo tiempo, la complejidad de la operación del sistema eléctrico. Por ello, resultarán de interés aquellos cambios normativos que faciliten la tarea del operador del sistema y gestor de la red de transporte, tales como proporcionar a los potenciales nuevos usuarios de la red de transporte señales de localización que promuevan una ubicación más eficiente de las nuevas conexiones en la red que haga disminuir la necesidad de refuerzo de la misma.

En este sentido, el texto recomienda poner en práctica medidas que identifiquen los factores de pérdidas para los generadores en los nudos de la red; la utilización de un algoritmo de gestión interna de restricciones que tome en cuenta la contribución de cada generador en la resolución de las restricciones técnicas de la red; la evaluación cuantitativa de las pérdidas, de forma que reflejen su responsabilidad en el desarrollo de los refuerzos de la red más directamente relacionados con su conexión a la misma; reducir la retribución por garantía de potencia a aquellos generadores que, por su ubicación en la red, no puedan suministrar la totalidad de su producción disponible conjuntamente con el resto de generadores en el mismo área; la publicación de información relevante para los nuevos usuarios de la red con el mismo horizonte que el plan de ejecución de la red acerca de: la previsión de inversiones en la red de transporte, los cargos estimados de red y los factores de pérdidas por nudo, la capacidad máxima prevista de evacuación de cada nudo y las principales restricciones o limitaciones en la utilización de la red previstas para el citado horizonte temporal.

Incidiendo en el acceso a la red, apartado al que se le ha dedicado una especial atención en el documento central de este informe, el Libro Blanco establece que la actual normativa de gestión de restricciones técnicas en la red, así como los criterios que se están aplicando para la conexión a la red de los generadores del régimen ordinario se consideran adecuados, aunque sugiere examinar algunas medidas para suavizar la aplicación estricta de las medidas vigentes, recomendando la utilización de una retribución fijada administrativamente en aquellos casos en los que una sola central, o varias centrales pertenecientes a un único propietario, pueden resolver una restricción técnica, sin la posibilidad de aplicar un mecanismo de mercado.

En este apartado se recogen, además, algunas medidas que afectan exclusivamente a la generación en régimen especial. Por un lado, aquellas relacionadas con completar los trámites regulatorios encaminados a cumplir los objetivos fijados para las energías renovables como son, determinar las condiciones técnicas de conexión y las requeridas para las instalaciones, establecer los procedimientos para la asignación de puntos de conexión y definir las normas técnicas de aplicación. En este sentido, se pretende mejorar la comunicación entre el Operador del sistema, la Administración Pública, las CC.AA. y los promotores de generación renovable, así como establecer con claridad los límites máximos aplicables a la potencia total de generación en régimen especial que puede conectarse a líneas y subestaciones. Con estas medidas se pretende avanzar en las principales preocupaciones que

son, evitar que en un mismo nudo o zona eléctrica pueda conectarse más generación renovable de la que pueda evacuarse, en la adopción de pérdidas y cargos de red que reconozcan los beneficios y, en su caso, los costes, que pueda ocasionar la generación distribuida y en la asignación de los costes inversión y la titularidad de las nuevas infraestructuras de red que deben incorporarse a la nueva generación en régimen especial, por los que es el promotor el que corre con los gastos de las inversiones de red dedicadas a conectar el nuevo generador, pudiendo cederlas al distribuidor o al transportista para su operación y mantenimiento.

La orientación regulatoria actual trata de aproximar en lo posible el funcionamiento de la generación en régimen especial a la del régimen ordinario, para lo que se recomiendan algunas actuaciones:

- La obligatoriedad de que todos los generadores eólicos dispongan de los medios para soportar los huecos de tensión en las redes sin desconectarse y para contribuir a la continuidad del suministro durante la perturbación antes de una fecha límite.
- La integración de todas las instalaciones del régimen especial con potencia superior a 10 MW en alguno de los despachos delegados, cuya constitución puede abarcar un mínimo de 1.000 MW, que se relacionan con un centro de control del Operador del Sistema, asociado a su vez a un centro de control central dedicado en exclusiva al régimen especial.
- La mejora de los sistemas de predicción de la producción de régimen especial no gestionable, para que sean lo suficientemente fiables y el Operador del sistema pueda contar con estas predicciones en sus análisis de seguridad.
- La participación obligatoria de los generadores eólicos en el servicio complementario de control de tensión, un hecho que permitiría aprovechar las buenas características de las que disponen muchos de los generadores actuales.
- El aumento de la capacidad de interconexión con Francia, por el beneficioso efecto que tendría sobre el máximo volumen de producción eólica que el sistema ibérico sería capaz de absorber en condiciones de seguridad en un momento dado.
- La modificación de las reglas del mercado con el fin de que el Operador del Sistema pueda tener garantizada la respuesta de las centrales de bombeo, de forma que pueda admitirse en la operación del sistema una producción eólica mayor que si esa garantía no existiese.

Actualización

Por otra parte, en este ámbito resulta de gran relevancia para el correcto funcionamiento del mercado eléctrico la independencia del operador del sistema, por lo que deben considerarse positivamente las recientes medidas que limitan la participación accionarial de los agentes del sistema en REE y se recomienda mantener las dos actividades de transporte y operación del sistema dentro de una misma sociedad, la propia REE.

Por último, una referencia a la urgencia de completar la normativa de conexión a la red de las instalaciones régimen especial, definiendo las condiciones técnicas que se requieren y afrontando aspectos conflictivos como la armonización de procedimientos entre las diversas instituciones involucradas en la adjudicación de las capacidades de conexión, los límites y prioridades de la generación en régimen especial en la conexión y en la producción, la responsabilidad en la inversión y la titularidad de las nuevas infraestructuras de red que sea necesario construir, y los cargos de red que correspondan a la generación en régimen especial con las señales de localización que le correspondan.

Y en cuanto a la operación del sistema eléctrico la generación eólica, la cantidad de producción eólica que la red pueda incorporar se podrá maximizar si todos los generadores disponen de los medios técnicos para soportar las perturbaciones habituales de la red sin desconectarse, si se establecen los medios adecuados de comunicación y control de los generadores con el operador del sistema a través de despachos delegados y si se facilita la participación de esta generación en los servicios complementarios del sistema. El Libro Blanco refleja que en la regulación actual se han de mejorar los sistemas de predicción, se han de atribuir los desvíos a quien los ocasiona y no a las empresas distribuidoras, y se debe fomentar la participación en el servicio complementario de control de tensión.

- **Obtener un modelo energético sostenible**

La dimensión de un sector eléctrico sostenible que contempla el Libro Blanco no sólo alcanza a garantizar el suministro eléctrico frente a la demanda durante los próximos años a un precio asequible y con una calidad de servicio aceptable sino que pretende enmarcar estas preocupaciones en un contexto más amplio, desde una perspectiva internacional y con una escala de tiempo suficientemente larga.

La falta de sostenibilidad del modelo energético español es un claro ejemplo de la difícil situación energética, a la que también se enfrentan otros muchos países desarrollados. La atención en este ámbito, debe centrarse principalmente en:

- Una visión integral de la sostenibilidad del modelo energético español, que considere la combinación más adecuada de tecnologías para la producción de electricidad a medio y largo plazo y la función que le corresponde a la planificación indicativa.
- El ahorro y la mejora de la eficiencia energética
- El rol que pueden desempeñar las energías renovables y, en un sentido más amplio, el régimen especial de generación.
- Las implicaciones sobre el mercado mayorista de la normativa sobre el mercado de derechos de emisión de gases de efecto invernadero (GEI).
- Otros aspectos como la I+D en el sector energético, la cooperación internacional para el acceso universal a la energía y la formación y concienciación de la población respecto a los aspectos de sostenibilidad del modelo energético.

La labor a realizar en torno a estos objetivos requiere tener en cuenta el desarrollo de un papel importante en planificación energética, acerca de la disponibilidad y evolución de las tecnologías de generación, las implicaciones del actual proceso de liberalización de los mercados energéticos, las restricciones medioambientales, la capacidad de respuesta de la demanda en sus dimensiones de ahorro y de mejora de la eficiencia energética, la capacidad de las interconexiones con mercados externos, el precio de la electricidad y la competitividad de industrias y servicios.

Con relación a esta labor planificadora es imprescindible analizar las implicaciones de cada una de las medidas que se adopten a la hora de fijar los objetivos. Un claro ejemplo lo tenemos en la **generación procedente de las energías renovables**, y sobre todo, en la **eólica**, en lo referente a las limitaciones derivadas de la red de transporte y de la operación del sistema, donde debe tenerse en cuenta no sobrepasar en ningún momento el umbral de penetración de producción eólica que deba establecerse por razones de seguridad del sistema eléctrico.

Actualización

El principal mecanismo de apoyo al desarrollo de estas fuentes ha sido los incentivos a la producción de energía eléctrica con este tipo de tecnologías, a través de un sistema de primas y precios regulados. El Libro Blanco, tras analizar sistemas alternativos de remuneración, defiende el mantenimiento del mecanismo de primas y tarifas reguladas y con objeto de hacer sostenible el sistema de primas, acotarlas en el tiempo, tratando de mejorar la eficiencia del sistema sin perjudicar su eficacia, para lo que recomienda forzar la mayor integración posible con el sistema eléctrico, compatibilizar el sistema de primas con la participación en el mercado de producción, ya sea individualmente o de forma agregada.

Como ya hemos visto, el objetivo de convertir el fomento de las energías limpias en uno de los pilares de la política energética del país se justifica por los preocupantes incrementos de la intensidad energética en España, por encima de los de la UE, las alarmantes cuotas de dependencia energética exterior, la necesidad de preservar el medioambiente, y de aproximarse al concepto de desarrollo sostenible.

A.4. EL PLAN DE ENERGÍAS RENOVABLES 2005-2010

El consumo de energía primaria y la intensidad energética en España han crecido a ritmos muy superiores a los previstos desde que se elaboró el Plan de Fomento de las Energías Renovables 2000-2010. El mencionado Plan se había fijado el objetivo de que el 12 por ciento del consumo total de energía proviniera de fuentes renovables. Este fuerte crecimiento de la demanda energética ha ocasionado que el peso relativo previsto que las energías renovables debían tener sobre el consumo total de energía haya disminuido considerablemente. Junto a esto, la implantación y desarrollo de algunas de las renovables que recogía el Plan anterior no ha sido acorde a lo esperado, lo que ha obligado a las autoridades en la materia a la elaboración de un nuevo plan, el Plan de Energías Renovables 2005-2010 (PER), que tenga en cuenta el nuevo escenario y establezca objetivos acordes con la situación actual y el escenario previsto.

El nuevo Plan, elaborado por el IDAE, como se recoge en su capítulo introductorio, ha tratado de reforzar la coordinación en tres ámbitos - energías renovables, eficiencia energética y lucha contra el cambio climático, además, señala la aportación que deberán realizar las distitntas tecnologías que,

en la mayoría de los casos, difieren de los objetivos del Plan vigente hasta ahora. La revisión de objetivos resulta particularmente relevante en el área eólica, en la solar fotovoltaica y en biocarburantes, y más moderada en solar termoeléctrica y biogás. En definitiva el Plan de Energías Renovables 2005-2010, "se ha desarrollado para dar respuesta a los requerimientos de evaluación y revisión de la planificación existente en las diferentes áreas renovables a la luz de la evolución registrada durante los últimos años".

En lo que se refiere al objetivo eólico del PER, se establece un incremento de la potencia de 12.000 MW en el período 2005-2010, para todo el territorio nacional. A efectos indicativos el IDAE considera que la distribución de esta nueva potencia instalada debe realizarse de acuerdo al grado de desarrollo en el área eólica en las distintas Comunidades, del nivel de cumplimiento de los objetivos vigentes hasta ahora, así como de aspectos tecnológicos, económicos y medioambientales. Sobre la base de estos factores la distribución del PER asigna a Andalucía un incremento de 1.850 MW entre 2005 y 2010, lo que permitiría alcanzar una potencia instalada de 2.200 MW al final del período.

Potencia eólica instalada prevista por CCAA
(MW)

Comunidad Autónoma	Objetivos PER	Objetivos CCAA	Diferencias
Andalucía	2.200	4.000	-1.800
Aragón	2.400	3.200	-800
Asturias	450	500	-50
Baleares	50	n.d.	50
Canarias	630	n.d.	630
Cantabria	300	300	0
Castilla y León	2.700	6.579	-3.879
Castilla La Mancha	2.600	4.452	-1.852
Cataluña	1.000	1.073	-73
Extremadura	225		225
Galicia	3.400	4.000	-600
La Rioja	500	665	-165
Madrid	50	50	0
Murcia	400	600	-200
Navarra	1.400	1.536	-136
País Vasco	250	250	0
Valencia	1.600	2.820	-1.220
Total objetivos	20.155	30.025	-9.870

Fuente: Plan de Energías Renovables, 2005-2010, IDAE; y Planificación de los sectores de la Electricidad y el Gas 2002-2011.

Actualización

Como se constata en el cuadro anexo, los objetivos que marca el PER y lo que plantean algunas Comunidades difieren de manera importante. Esta situación es muy relevante en el caso de Andalucía, ya que, tanto la potencia instalada como la previsión del PER se encuentran muy alejadas de los 4.000 MW que el PLEAN se marcó como objetivo en 2010. Así pues, si se considera la extensión territorial de Andalucía, su reconocido potencial eólico, y el alto grado de madurez que el sector empresarial, relacionado con la promoción, instalación y gestión de parques eólicos, tiene en la región, es innegable que no alcanzar los objetivos del PLEAN, representa una oportunidad perdida desde la óptica económica y medioambiental para Andalucía de difícil justificación.

Medidas para el sector eólico consideradas en el PER 2005-2010

	PROBLEMA	MEDIDA	RESPONSABLE
A	INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN INSUFICIENTES	Desarrollo de redes de transporte	REE
		Revisión de la Planificación de los Sectores de Gas y electricidad	REE y Min. Industria
B	NORMATIVA DE CONEXIÓN OBSOLETA (O.M. 05/09/1985	Nuevo Real Decreto sobre Conexión de Instalaciones en el Régimen Especial	Min. Industria
C	GESTIÓN INADECUADA DE LA PRODUCCIÓN ELÉCTRICA DE ORIGEN EÓLICO	Establecimiento en REE de un centro único de operaciones para el Régimen Especial	REE y Min. Industria
		Desarrollo de centros de coordinación de parques que agrupen instalaciones de una empresa o de un territorio	REE y operadores
		Ampliación plazo de incentivos para adecuación de aerogeneradores	Min. Industria
D	LIMITACIÓN DE LAS PRIMAS Y TARIFAS ACTUALES HASTA QUE SE ALCANCEN LOS 13.000 MW	Mantenimiento de las condiciones del R.D. 436/2004, aumentando el límite hasta los 20.000 MW	Min. Industria

FUENTE: *Plan de Energías Renovables 2005-2010, IDAE*.

Para poder cumplir los objetivos que presenta el PER 2005-2010, es necesario mantener y poner en marcha una serie de medidas en las distintas áreas tecnológicas. Como recoge, el mencionado

documento, el principal apoyo que recibe la generación eléctrica mediante energías renovables es el derivado del sistema de primas vigente que, se estima, representan en torno a 4.956 millones de euros durante todo el período y para todas las tecnologías.

Las medidas que recoge el PER para el sector eólico están encaminadas a cambios reglamentarios para adecuar las necesidades del sector a la evolución tecnológica que se ha producido en los últimos años, así como a medidas encaminadas a optimizar el comportamiento y gestión de los parques eólicos frente a la conexión a red. Todas las actuaciones que se realicen están supeditadas a la revisión de la planificación de las infraestructuras eléctricas, aspecto de gran importancia para el caso de Andalucía. Igualmente, se considera indispensable mantener el marco tarifario aprobado en el RD 436/2004. En resumen, el esquema adjunto recoge las medidas más importantes recogidas en el Plan para lograr el cumplimiento de los objetivos señalados, así como el responsable de acometer las medidas.

Desde la perspectiva de las ayudas públicas, el PER recoge dos grandes categorías claramente diferenciadas, las destinadas a la inversión y las ayudas a la explotación. En cuanto al primer grupo, el sector eólico no va ser destinatario de ninguna clase de ayudas de este tipo. Respecto al segundo, se han previsto dos tipos de ayudas, las relacionadas con incentivos fiscales, de éstas la energía eólica tampoco será beneficiaria, y en segundo lugar, las primas a la generación de electricidad con fuentes renovables. De este último tipo, obtendrá un importante apoyo la energía eólica, ya que, se estima que el importe total de las primas para el período 2005-2010 puede ascender a 2.599 millones de euros. En cualquier caso, como recoge el IDAE en el propio PER, las primas a la generación de electricidad no son ayudas públicas en sentido estricto, por lo que no representan un coste para la Administración, si bien, los costes de las medidas arbitradas por ésta recaen sobre los consumidores de electricidad a través de la tarifa eléctrica.

LA ENERGÍA EÓLICA EN ANDALUCÍA

Análisis de su impacto socioeconómico

Actualización

Diciembre 2005

Indice

ACTUALIZACIÓN:

LA ENERGÍA EÓLICA EN ANDALUCÍA: ANÁLISIS DE SU IMPACTO SOCIOECONÓMICO

A.1.	JUSTIFICACIÓN DEL ANEXO	05
A.2.	LAS CIFRAS DEL SECTOR EÓLICO EN 2005	06
A.3.	PROPUESTAS DEL LIBRO BLANCO SOBRE LA REFORMA DEL MARCO REGULATORIO DE LA GENERACIÓN ELÉCTRICA EN ESPAÑA	09
	A.3.1. Introducción	09
	A.3.2. Posturas de los agentes del mercado energético español ante el Libro Blanco: productores y consumidores	11
	A.3.3. Resumen medidas importantes y propuestas de reforma del marco regulatorio de la generación eléctrica en España	13
	A.3.4. Principales propuestas que afectan a la generación eólica	15
A.4.	El Plan de Energías Renovables 2005-2010	23

A.1. JUSTIFICACIÓN DEL ANEXO

La relevancia que las energías renovables, y particularmente la eólica, tienen para el modelo energético nacional, es cada vez mayor. Prueba de ello son los esfuerzos desplegados para aumentar su participación en el sistema de generación eléctrica, lo que conlleva que estas energías se encuentren sujetas a continuos cambios a nivel tecnológico, regulatorio, etc. Desde que se elaboró y editó el documento "***La Energía Eólica en Andalucía, Análisis de su Impacto Económico***" se han sucedido una serie de cambios que aconsejan, aunque sea con carácter sintético, actualizar algunos de los contenidos recogidos en el libro. Ello no es óbice, para que el documento base de este trabajo mantenga su validez, tanto en los aspectos generales como en el análisis y recomendaciones que en él se recogen.

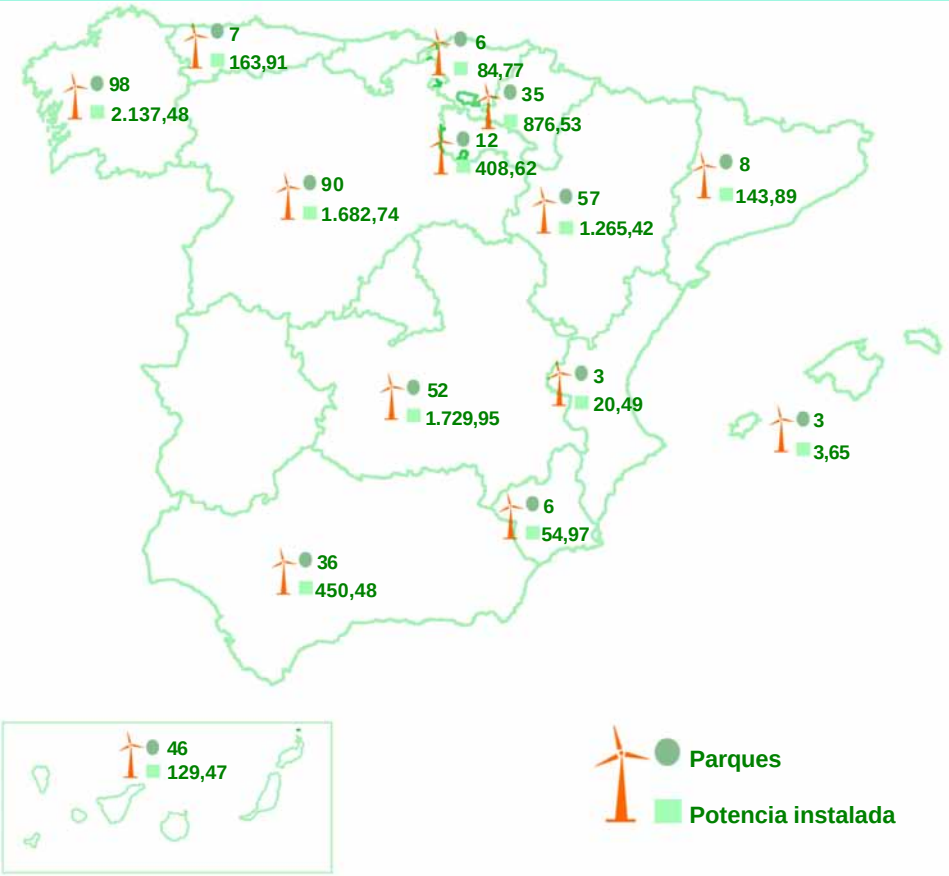
Por este motivo, y con objeto de completar la información recogida en el estudio sobre la energía eólica en Andalucía, en el que se profundizaba en los aspectos relacionados con la conexión a red de la generación eólica, identificando las principales dificultades del sistema de transporte de red, resulta de interés incorporar las propuestas de reforma del marco regulatorio de la generación eléctrica en España que se recogen en el Libro Blanco, incidiendo especialmente en aquéllas que puedan afectar directamente al desarrollo de la energía eólica.

La actualización se va a centrar en tres bloques, el primero, de carácter descriptivo, para poner al día las cifras de generación eólica en España y Andalucía, de tal forma que se obtenga una mejor visión de conjunto de la situación del sector. La segunda, enumera las propuestas de reforma del marco regulatorio de la generación eléctrica en España que se recogen en el Libro Blanco, ya que, las recomendaciones que en éste se incorporan pueden tener trascendencia en el futuro de la actividad de generación eléctrica en España, incidiendo especialmente en aquellas que puedan afectar directamente al desarrollo de la energía eólica. Por último, de mayor importancia para el sector, recoge los aspectos básicos, en lo que se refiere a la eólica, del nuevo Plan de Energías Renovables 2005-2010 elaborado por el IDAE y que refleja claramente la divergencia que se está produciendo entre las previsiones de algunos planes autonómicos en esta materia y las posibilidades reales de generación.

A.2 LAS CIFRAS DEL SECTOR EÓLICO EN 2005

El potencial del recurso eólico en España queda de manifiesto con el fuerte crecimiento de la potencia instalada en los últimos años. En concreto, desde 2002, se vienen registrando incremento anuales superiores a los 1.000 MW, cifra que se ha visto ampliamente superada con los 1.915 MW instalados en 2005, hasta alcanzar los 9.152 MW en noviembre de 2005, según la información que proporciona la Asociación Empresarial Eólica. El mapa eólico nacional refleja la importante concentración de la generación eólica en algunas Comunidades, caso de Galicia (2.137 MW), Castilla La Mancha (1.729 MW) y Castilla León (1.682 MW), al tiempo que otras no tienen parques eólicos o una potencia instalada muy pequeña.

MAPA EÓLICO NACIONAL (Noviembre 2005)



Fuente: Asociación Empresarial Eólica.

Nota: Actualiza el mapa 3.1 del documento original.

Actualización

En lo que se refiere a Andalucía, la potencia instalada a finales de Noviembre de 2005 se sitúa en 450,5 MW, de los que 281,05 se ubican en Cádiz, seguida de Granada con 54,1 MW. Las provincias de Sevilla y Córdoba no registran instalaciones eólicas de generación eléctrica a la mencionada fecha, al tiempo que en Jaén y Almería la potencia instalada es muy reducida.

MAPA EÓLICO ANDALUCÍA (Potencia instalada Noviembre 2005)

Nota: *Actualiza el mapa 3.2 del documento original.*

Fuente: **Asociación Empresarial Eólica.** **Potencia total instalada: 450,48 MW**

Andalucía se posiciona en sexto lugar, en potencia eólica instalada, entre las Comunidades Autónomas españolas, si bien, se encuentra a gran distancia de las primeras, máxime si se considera el potencial eólico disponible. Este retraso queda patente al analizar los objetivos que se habían propuesto en el PLEAN 2003-2006 y la situación de la generación eólica a finales de 2005. Como se recoge en el cuadro anexo, la potencia instalada total apenas representa el 20 por ciento de los objetivos marcados por el PLEAN en 2005, y como se comprueba en la serie anual, en ningún ejercicio, se ha obtenido un volumen de potencia instalada que represente un porcentaje elevado sobre los objetivos previstos. Así pues, las cifras reflejan un retraso entre los objetivos y lo realizado que

empieza a ser preocupante tanto por la aportación de Andalucía a la reducción de emisiones en la generación eléctrica como por las oportunidades de empleo y desarrollo industrial que acompañan a esta actividad.

Cumplimiento del PLEAN en eólica (MW)

	Objetivos PLEAN		Instalados real		Cumplimiento Real/PLEAN%	
	Anual	Acumulado	Anual	Acumulado	Anual	Acumulado
2000	-	-	-	147	-	-
2001	24	171	7,8	154,8	32,5	90,5
2002	157	328	28,8	183,6	18,3	56,0
2003	705	1.033	50,0	233,7	7,1	22,6
2004	750	1.783	112,6	346,3	15,0	19,4
2005	530,8	2.314	94,9	450,5	19,6	19,5

Nota: Actualiza el cuadro 3.8 del documento original.
Fuente: Plan Energético de Andalucía (PLEAN), APREAN y SODEAN.

En el cuadro adjunto, se recogen los emplazamientos de los parques eólicos de Andalucía, así como sus principales características.

Parque Eólico en Andalucía – Noviembre 2005

	Nº Parques Eólicos Andaluces	Nº Aerogeneradores instalados	Total MW
CADIZ	25	658	281,05
Tarifa	22	616	248,05
Barbate	2	27	8,4
Jerez Frontera	1	15	24,6
MÁLAGA	3	62	47
Casares	2	46	33,4
Casarabonela/Álora	1	16	13,6
ALMERIA	1	40	13,2
Enix	1	40	13,2
GRANADA	3	56	54,1
Loja	2	46	39,1
Lanjarón	1	10	15
JAÉN	2	23	15,18
Noalejo, Campillo de A, Valdepeñas	2	23	15,18
HUELVA	2	47	39,95
El Granado	2	47	39,95
TOTAL	36	886	450,48

Nota: Actualiza el cuadro 3.9 del documento original.
Fuente: APREAN.

A.3. PROPUESTAS DEL LIBRO BLANCO SOBRE LA REFORMA DEL MARCO REGULATORIO DE LA GENERACIÓN ELÉCTRICA EN ESPAÑA

A.3.1. Introducción

La necesidad de reformar el marco regulatorio de la generación eléctrica en España no reside únicamente en las carencias detectadas en el sector eléctrico, tanto en la generación como en el transporte de energía, sino en que la normativa que, en enero de 1998, permitió poner en marcha la liberalización del sector no ha conseguido cumplir el objetivo de que el mercado de electricidad funcione en condiciones de competencia. Por tanto, se requiere una reforma de carácter urgente ante la evidencia de que la necesidad de un cambio regulatorio genera una incertidumbre que es vital para empresas, consumidores y para las Instituciones reguladoras.

Con este objetivo, aparece el Libro Blanco de la generación eléctrica en España, elaborado como un documento consultivo a petición del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, que señala, en primer lugar, que el punto del que parte la generación eléctrica en España es razonablemente satisfactorio tal y como indican la existencia de un parque diversificado en tecnologías, un margen de reservas actualmente escaso pero con un suficiente ritmo de inversión como para hacer frente al vivo crecimiento de la demanda a medio plazo, y un mercado que ha venido funcionado sin fallos apreciables en los últimos años.

Sin embargo, las deficiencias en el ámbito regulatorio emanan, en gran medida, de la **falta de confianza en el precio de mercado de la electricidad**, en un marco en que no se dan las circunstancias adecuadas para que exista competencia. Las causas que permiten explicar esta situación son, las adquisiciones y fusiones que tuvieron lugar previamente y durante el proceso de liberalización condujeron a una excesiva concentración del sector eléctrico; la escasa capacidad comercial de la interconexión con Francia y el volumen eléctrico del sistema portugués, significativamente inferior al español, que reduce la competencia de agentes externos; la integración vertical de las actividades de producción y comercialización por un lado y de distribución con suministro a tarifa integral por otro. Pese a que la situación del mercado minorista ha mejorado, al reconocer a todos los consumidores el

derecho a elegir a su suministrador, se observa la falta de un desarrollo normativo que reduzca los límites que impiden ejercer este derecho.

A todo ello se une, según el Libro Blanco, la **falta de sostenibilidad del modelo energético** español, del que la generación eléctrica constituye una parte esencial, que se observa en una elevada dependencia energética, los escasos esfuerzos en ahorro y eficiencia en el consumo y transformación de energía, el desvío respecto a los objetivos de volumen de emisiones de CO_2 derivados del Protocolo de Kyoto y un escaso y decreciente esfuerzo en I+D en el sector energético. En este sentido, sí hay que destacar el dinamismo de la actividad desarrollada en el ámbito de la generación en régimen especial y, particularmente, en energía eólica, pero su contribución aún no tiene la suficiente relevancia como para solucionar el problema.

En definitiva, las carencias que presenta el modelo energético nacional, a tenor de lo expuesto en el Libro Blanco, se asocian a una estructura de mercado inadecuada para soportar una verdadera competencia, en la que no existe la suficiente separación entre la distribución y la comercialización libre; una tarifa que ignora el precio de mercado de la energía; y un mecanismo de recuperación de los Costes de Transición a la Competencia que no parece contribuir al equilibrio entre consumidores y empresarios en el largo plazo. Además, desde la óptica del funcionamiento del sistema, el modelo adolece de un procedimiento de garantía de potencia costoso y poco fiable; de una operación del sistema que tiene que incorporar una mayor cantidad de generación no gestionable, sin contar con los recursos físicos y normativos para ello; y de una red de transporte que tiene que dar respuesta a un gran número de solicitudes de acceso pero cuyo necesario desarrollo está dificultado por trabas administrativas, restricciones medioambientales y políticas, y un clima de incertidumbre respecto a la firmeza de intención de los solicitantes y la ausencia de señales económicas de localización.

Con ánimo de superar estas dificultades, el Libro Blanco plantea la necesidad de retomar la Ley del Sector Eléctrico, incorporando algunas mejoras que se desprenden de la experiencia, resaltando la idea de que si ésta ha optado por un marco regulatorio de libre mercado, en el que la electricidad se compra y vende al precio que resulta de la libre negociación de los agentes, con el apoyo de mercados organizados, no tiene sentido ignorar esta premisa ofreciendo una tarifa integral regulada para realizar la compra de energía.

Actualización

A.3.2. Posturas de los agentes del mercado energético español ante el Libro Blanco: productores y consumidores

Antes de profundizar en las distintas propuestas que se recogen en este Libro Blanco, elaborado como un documento de carácter consultivo, debemos detenernos a considerar cuáles son las necesidades de los agentes que intervienen en el mercado de la energía eléctrica y en que medida pueden ser cubiertas por las novedades que éste incorpora. De acuerdo con esta idea, desde la óptica de la asociación de los productores de energías renovables, APPA, cuya opinión se ha tenido en cuenta en la elaboración del documento, es prioritario avanzar en la eliminación de barreras al crecimiento de este tipo de energías, lo que contribuiría a reducir la dependencia exterior del sector energético nacional, además de favorecer la creación de empleo. Del mismo modo, y con una relación más estrecha con la generación eléctrica, el desarrollo de estas energías es muy relevante para evitar las pérdidas por transmisión del régimen ordinario, puesto que aportan una generación distribuida al sistema eléctrico mejorando la eficiencia del sistema, al tiempo que supone un considerable ahorro de emisiones de CO_2, que representa un importante ahorro en el pago de derechos.

En la elaboración de las propuestas se ha considerado la necesidad de frenar las barreras que limitan el desarrollo de las energías renovables que, como ya hemos reflejado en el informe sobre la energía eólica, se localizan principalmente en tres ámbitos:

- Financiero: garantizar la fiabilidad de los proyectos exige mayores esfuerzos en demostrar una rentabilidad atractiva de los proyectos y evitar la retroactividad de las normas, de manera que las instalaciones existentes puedan mantenerse en su marco regulador correspondiente. Asimismo, los productores consideran adecuados y eficientes los mecanismos basados en primas a la producción por lo que se deben mantener, reforzar y mejorar el actual sistema.

- Administrativo: es necesario que las administraciones se comprometan a cumplir en tiempo y forma la normativa vigente y hacer un esfuerzo porque los criterios de planificación sean comunes para todas las CC.AA., desarrollando canales de comunicación entre los promotores y el resto de agentes implicados, además de precisar una cobertura normativa para las nuevas tecnologías de generación (eólica, offshore, etc.).

- Técnico: para el promotor se plantea, además, el problema de la falta de información a la hora de realizar el acceso a la red, por lo que constituiría una mejora hacer pública la información acerca de la capacidad de red a través de un mapa de tensiones.

Otro conjunto de medidas contribuiría a mejorar el funcionamiento del sistema, favoreciendo la integración de las energías renovables en el sistema eléctrico nacional, tales como la puesta en marcha de un sistema unificado de predicción eólica que permitiría contar con un sistema de predicción de la producción a verter en la red. Igualmente, los productores están de acuerdo en aceptar el compromiso de instalar equipos en sus nuevas unidades de producción que soporten sin desconexión los huecos de tensión del sistema, así como hacer frente a la necesidad de analizar la integración de las energías renovables en los mecanismos de venta de su producción y evitar que los productores de régimen especial deban acudir de manera obligatoria al mercado, En esta misma línea se destaca, también, el desarrollo de alternativas adicionales de venta para el productor de régimen especial y el establecimiento de mecanismos que garanticen el cobro.

En resumen, la posición de APPA, que defiende los intereses de los productores de las energías renovables, entre las que se encuentra la eólica, se centra en mejorar los sistemas de retribución económica y las condiciones para la adecuada integración de la producción en la red eléctrica, así como en la preocupación por el mercado y sus normas para adaptarlo a los nuevos agentes del régimen especial, los relacionados con el gestor de red y la revisión de tarifas en períodos más cortos que el año. Además, plantea la necesidad de que sea Red Eléctrica quien gestione la red para todo el régimen especial a través de una red eléctrica adicional, con el objeto de contribuir a la seguridad en la red y para que se pueda verter en ella la mayor cantidad de energía renovable posible en condiciones de entrega y gestión similares al resto de agentes eléctricos, señalando algunas premisas como la independencia de criterio para gestionar esa red y la participación de los agentes en el conocimiento de esa gestión, que no debe depender de la potencia instalada o energía vertida por sus agentes.

Por otra parte, resulta de interés considerar el punto de vista del consumidor frente al Libro Blanco partiendo de la situación actual en que se encuentra el mercado energético español. Así, a tenor de la opinión de algunas asociaciones de consumidores, aunque se espera que la puesta en marcha de

las medidas que reúne el documento sean beneficiosas para las empresas del sector y los accionistas, contribuyendo a la obtención de mayores beneficios, sus efectos pueden ser contrarios a los intereses de los usuarios. Esta opinión se apoya, por un lado, en que el proceso de liberalización y competencia que se ha realizado no ha sido exitoso puesto que, en contra de las promesas iniciales, no se ha producido una bajada de tarifas al tiempo que la calidad del servicio no ha experimentado una mejora significativa; por otro, existe cierta controversia en cuanto a la eliminación de la tarifa regulada o su conversión en una tarifa destinada a los usuarios que no quieran contratar las ofrecidas en el mercado liberalizado, lo que puede acarrear, en opinión de los consumidores, subidas considerables para obligarles a acudir al mercado libre.

Otras preocupaciones son las asociadas con la escasa transparencia del mercado de generación, que requiere reducir el peso de las grandes compañías eléctricas; la conveniencia de mantener las actividades de transporte y de operación del sistema dentro de una misma sociedad, REE; el escaso reconocimiento retributivo de la distribución pese a ser clave en el sistema eléctrico; y, por último, la necesidad de modificar el reglamento del sector eléctrico para aumentar la calidad exigida a las eléctricas, así como la cuantía de las indemnizaciones a las que tienen derecho los usuarios que sufren cortes en el suministro.

En definitiva, la intención de reformar el marco regulatorio debe reflejar los intereses de los agentes que actúan en el mercado energético, incidiendo de manera especial en aquellas mejoras relacionadas con garantizar el suministro, aprovechando el papel que las energías renovables pueden jugar en su apoyo a la generación eléctrica.

A.3.3. Resumen medidas importantes y propuestas de reforma del marco regulatorio de la generación eléctrica en España

Las propuestas contenidas en el Libro Blanco, se orientan hacia la consecución de tres objetivos concretos que contribuyan a la mejora del sistema de generación eléctrica nacional. En primer lugar, se proponen distintas estrategias de reforma cuyo desarrollo favorezca que **el mercado mayorista de electricidad español pueda funcionar en condiciones de competencia** y libre de distorsiones importantes. Para que un mercado funcione correctamente en competencia es preciso que

el poder de mercado de los agentes no sobrepase ciertos límites, un aspecto estrechamente relacionado con el nivel de concentración, especialmente en los mercados eléctricos por sus características propias de producto no almacenable, escasa respuesta en el corto plazo de la demanda al precio y configuración de las redes de transporte. De acuerdo con esto, se proponen medidas destinadas a mitigar el poder de mercado mediante reglas de limitación de la concentración horizontal para que ningún agente disponga de una capacidad de producción extremadamente elevada.

Propuestas de reforma del marco regulatorio de la generación eléctrica en España

	OBJETIVOS	ASPECTO SOBRE EL QUE SE CENTRA LA PROPUESTA
A	PERMITIR QUE EL MERCADO DE LA ELECTRICIDAD EN ESPAÑA FUNCIONE EN CONDICIONES DE COMPETENCIA	Mitigación del poder de mercado Fiabilidad del suministro Tarifa eléctrica Tratamiento de los costes de transición a la competencia
B	MEJORAR EL DISEÑO DE LOS MERCADOS Y LA INTERACCIÓN DE LA RED DE TRANSPORTE Y DE LA OPERACIÓN DEL SISTEMA CON LA GENERACIÓN	Mercado ibérico de electricidad Mercado minorista y participación de la demanda Generación y red de transporte
C	SOSTENIBILIDAD DEL MODELO ENERGÉTICO	Factores que inciden sobre la sostenibilidad del modelo Generación en régimen especial: renovables Generación en régimen especial: cogeneración Sector eléctrico y derechos de emisión
D	OTROS ASPECTOS POR REVISAR EN EL MARCO REGULATORIO	La generación de electricidad en los sistemas no peninsulares Las competencias administrativas El mercado del gas Las funciones de la Comisión Nacional de la Energía

FUENTE: *Libro Blanco sobre la reforma del marco regulatorio de la generación eléctrica en España.*

A continuación, un segundo grupo de recomendaciones está dirigido a mejorar los aspectos específicos del actual diseño de los mercados mayorista y minorista, así como a promover la participación de la demanda en los mercados y la interacción en la red de transporte y de la operación del sistema con la actividad de generación. Constituye un análisis del funcionamiento del mercado

desde el punto de vista geográfico y temporal, considerando los beneficios de una adecuada conexión con distintos mercados internacionales, especialmente los más próximos como Portugal y Francia, así como las repercusiones que para el mercado acarrea la activación de la demanda o la eliminación de la interferencia de las tarifas integrales por defecto.

Un tercer bloque recoge los aspectos cuyo desarrollo se extiende hasta el horizonte del largo plazo y que tienen una influencia significativa sobre la sostenibilidad del modelo energético: objetivos y planteamiento retributivo de la generación en régimen especial, mercado de emisiones de CO_2 la utilización de la planificación indicativa como herramienta que ayude a definir un planteamiento estratégico.

Por último, se incluye una revisión de otros aspectos de interés para la configuración del marco regulatorio de la generación, tales como la generación de electricidad en los sistemas no peninsulares; la generación eléctrica y las competencias administrativas; el mercado del gas; y las funciones de la Comisión Nacional de la Energía.

A.3.4. Principales propuestas que afectan a la generación eólica

Tras esta visión global de las propuestas de reforma de la generación eléctrica que incluye el Libro Blanco, profundizaremos en aquellas medidas que, bien por la incidencia que pueden tener en el desarrollo de la energía eólica, o bien por servir como complemento a las consideraciones que sobre este apartado se realizan en el documento principal, resulten de interés. Desde este prisma, podemos destacar las siguientes medidas, atendiendo a los objetivos que pretenden alcanzar:

- **Mejora de las condiciones de competencia en el mercado de la electricidad en España**

En primer lugar, entre las medidas propuestas para conseguir que el mercado eléctrico nacional funcione en condiciones de competencia, para la generación eléctrica es objeto de especial preocupación la **fiabilidad de suministro**. Por ello, se hace necesario el desarrollo de medidas que garanticen al menos un margen mínimo en la cobertura de la demanda o que incentiven que cada uno de los generadores haga lo posible por estar disponible cuando el sistema eléctrico lo necesite. En este

sentido, ya que las posibilidades de ejercer poder de mercado crece cuando se estrecha el margen existente entre la generación total disponible y la demanda del sistema, éstas medidas contribuyen a reducir la presión sobre los instrumentos de mitigación de poder de mercado y sobre la supervisión del mismo.

Por un lado, este objetivo exige prestar atención a la *suficiencia de las instalaciones*, poniendo en práctica aquellas medidas adecuadas tanto para que el volumen de capacidad de generación instalado en el mercado sea el correcto, proporcionando un servicio fiable, como para incentivar la inversión y la disponibilidad, los estudios de cobertura y de planificación de la red que ayudan a las instituciones reguladoras y al Operador del Sistema a controlar la situación anticipándose en el tiempo. Por otro lado, también hay que realizar mayores esfuerzos en la mejora de la *seguridad del suministro*, para que los grupos generadores del sistema respondan adecuadamente en el corto plazo, ámbito de actuación que corresponde al Operador del Sistema, por medio de medidas como la gestión de las reservas de operación que pueden proporcionar los generadores, los contratos de interrumpibilidad con algunos consumidores u otras posibles acciones de respuesta de la demanda y diversos tipos de actuaciones de emergencia.

Un aspecto esencial para garantizar el suministro reside en el seguimiento de la *cobertura de la demanda*, para lo que se propone el desarrollo de un esquema estructurado en tres niveles, primero con un estudio de corto a medio plazo, que sirva como un análisis de predicción de los problemas más inmediatos de cobertura del sistema, mejorando los actuales informes del Operador de Sistema por medio de métodos de cálculo más avanzados y obtener medidas probabilistas más completas del riesgo de fallo en que se encuentra el sistema; a continuación, un estudio de cobertura de medio y largo plazo que servirá para detectar si existe la necesidad de acudir a medidas especiales para fomentar la entrada de nuevas inversiones, recomendando que se realice bajo la supervisión de la CNE y empleando técnicas para el análisis del cumplimiento del índice de fiabilidad; y, por último, un estudio de planificación a muy largo plazo que contribuya a una visión estratégica del sistema eléctrico y de éste dentro del modelo energético global.

En otro orden de medidas relacionadas con el suministro, se encuentran las encaminadas a mejorar el acceso a nuevas instalaciones, así como los trámites administrativos; reforzar los recursos

humanos y técnicos a cargo de tramitar los expedientes de manera que se puedan reducir los retrasos en los procesos administrativos de autorización de nuevas instalaciones; la exigencia de un aval a los nuevos promotores para controlar el exceso de peticiones de construcciones de centrales; reducir la duración de los procesos administrativos mediante el cumplimiento de los plazos en los trámites; evitar el empleo de herramientas de política territorial en el proceso de autorización de instalaciones para conseguir que se instalen las plantas necesarias en los emplazamientos óptimos.

Por último, se recomienda mantener un equilibrio entre dotar al Operador del Sistema de todos los medios que necesite para realizar su labor y minimizar su influencia en el mercado, crear nuevos servicios complementarios siempre que se estime que será preciso requerir un cierto tipo de comportamiento y examinar la conveniencia de introducir determinados incentivos económicos para que el Operador del Sistema incorpore en sus actuaciones criterios de eficiencia económica.

En segundo lugar, el Libro Blanco plantea una serie de recomendaciones, también destinadas a mejorar la competencia, que se articulan en torno a las **tarifas eléctricas**, aunque se encuentran supeditadas a la aplicación de las propuestas relacionadas con la mitigación del poder de mercado, la garantía de un margen suficiente de potencia disponible de generación sobre la demanda del sistema y la eliminación de la interferencia en el mercado del mecanismo de recuperación de Costes de Transición a la Competencia por diferencias. El texto plantea que, en un marco regulatorio de libre mercado en el que todos los consumidores tengan la opción de elegir suministrador, las tarifas integrales no son estrictamente necesarias, siendo tarifas por defecto que se pueden mantener un cierto tiempo y eliminarse posteriormente si se dan unas condiciones concretas de competencia y madurez del mercado eléctrico, tal vez para consumidores domésticos o los de menor consumo. En este sentido, el diseño de estas tarifas integrales debe ser tal que no deben constituirse en un refugio para los consumidores sino permitir el libre desarrollo de la actividad de comercialización, no compitiendo con ella.

La propuesta para realizar su cálculo señala que las tarifas integrales y de acceso resulten de la aditividad de todos los conceptos de coste que comprende el suministro eléctrico, tanto los que corresponden a costes regulados como el precio de la energía, fruto de las transacciones del mercado liberalizado. Además, se aboga por la transparencia de la metodología aplicada y se recomienda que

para el diseño de las tarifas de acceso se consideren todos los cargos regulados que comprende y para el de las integrales se traslade el precio de mercado de la energía, añadiéndolo a la tarifa de acceso.

Estas medidas tratan de arrojar algo de luz al clima de incertidumbre que ha padecido el sector durante algunos años a través de la actualización anual de las primas, y en la que los distintos agentes, promotores, fabricantes, entidades financieras y administración, estaban de acuerdo en la necesidad de una mayor estabilidad y acabar con la incertidumbre instalada en el sector, donde a través del proceso de liquidación del mercado de producción de energía eléctrica, se determina el precio al que se realizan las correspondientes transacciones de compra y venta de electricidad. Algunos esfuerzos en este sentido se han desarrollado recientemente con la aplicación, en la actualización de la retribución de las renovables, de la evolución de la Tarifa Media de Referencia y el incremento del precio fijo.

- **Mejora del diseño de los mercados y de la interacción de la red de transporte y de la operación del sistema con la generación**

El correcto funcionamiento de la red de transporte es un elemento muy importante para la adecuada actividad de la generación eléctrica, por lo se deben tener muy presentes las medidas regulatorias que contribuyan a la mejora de la cohesión de este sistema.

Las dificultades que se encuentran para la construcción de nuevas líneas, la creciente incertidumbre respecto a las inyecciones y retiros que la red debe poder a acomodar y el carácter intermitente y no gestionable de una proporción cada vez mayor del parque generador conectado a la misma, han contribuido a incrementar la presión a la que está siendo sometida la **red de transporte** y, al mismo tiempo, la complejidad de la operación del sistema eléctrico. Por ello, resultarán de interés aquellos cambios normativos que faciliten la tarea del operador del sistema y gestor de la red de transporte, tales como proporcionar a los potenciales nuevos usuarios de la red de transporte señales de localización que promuevan una ubicación más eficiente de las nuevas conexiones en la red que haga disminuir la necesidad de refuerzo de la misma.

En este sentido, el texto recomienda poner en práctica medidas que identifiquen los factores de pérdidas para los generadores en los nudos de la red; la utilización de un algoritmo de gestión interna de restricciones que tome en cuenta la contribución de cada generador en la resolución de las restricciones técnicas de la red; la evaluación cuantitativa de las pérdidas, de forma que reflejen su responsabilidad en el desarrollo de los refuerzos de la red más directamente relacionados con su conexión a la misma; reducir la retribución por garantía de potencia a aquellos generadores que, por su ubicación en la red, no puedan suministrar la totalidad de su producción disponible conjuntamente con el resto de generadores en el mismo área; la publicación de información relevante para los nuevos usuarios de la red con el mismo horizonte que el plan de ejecución de la red acerca de: la previsión de inversiones en la red de transporte, los cargos estimados de red y los factores de pérdidas por nudo, la capacidad máxima prevista de evacuación de cada nudo y las principales restricciones o limitaciones en la utilización de la red previstas para el citado horizonte temporal.

Incidiendo en el acceso a la red, apartado al que se le ha dedicado una especial atención en el documento central de este informe, el Libro Blanco establece que la actual normativa de gestión de restricciones técnicas en la red, así como los criterios que se están aplicando para la conexión a la red de los generadores del régimen ordinario se consideran adecuados, aunque sugiere examinar algunas medidas para suavizar la aplicación estricta de las medidas vigentes, recomendando la utilización de una retribución fijada administrativamente en aquellos casos en los que una sola central, o varias centrales pertenecientes a un único propietario, pueden resolver una restricción técnica, sin la posibilidad de aplicar un mecanismo de mercado.

En este apartado se recogen, además, algunas medidas que afectan exclusivamente a la generación en régimen especial. Por un lado, aquellas relacionadas con completar los trámites regulatorios encaminados a cumplir los objetivos fijados para las energías renovables como son, determinar las condiciones técnicas de conexión y las requeridas para las instalaciones, establecer los procedimientos para la asignación de puntos de conexión y definir las normas técnicas de aplicación. En este sentido, se pretende mejorar la comunicación entre el Operador del sistema, la Administración Pública, las CC.AA. y los promotores de generación renovable, así como establecer con claridad los límites máximos aplicables a la potencia total de generación en régimen especial que puede conectarse a líneas y subestaciones. Con estas medidas se pretende avanzar en las principales preocupaciones que

son, evitar que en un mismo nudo o zona eléctrica pueda conectarse más generación renovable de la que pueda evacuarse, en la adopción de pérdidas y cargos de red que reconozcan los beneficios y, en su caso, los costes, que pueda ocasionar la generación distribuida y en la asignación de los costes inversión y la titularidad de las nuevas infraestructuras de red que deben incorporarse a la nueva generación en régimen especial, por los que es el promotor el que corre con los gastos de las inversiones de red dedicadas a conectar el nuevo generador, pudiendo cederlas al distribuidor o al transportista para su operación y mantenimiento.

La orientación regulatoria actual trata de aproximar en lo posible el funcionamiento de la generación en régimen especial a la del régimen ordinario, para lo que se recomiendan algunas actuaciones:

- La obligatoriedad de que todos los generadores eólicos dispongan de los medios para soportar los huecos de tensión en las redes sin desconectarse y para contribuir a la continuidad del suministro durante la perturbación antes de una fecha límite.
- La integración de todas las instalaciones del régimen especial con potencia superior a 10 MW en alguno de los despachos delegados, cuya constitución puede abarcar un mínimo de 1.000 MW, que se relacionan con un centro de control del Operador del Sistema, asociado a su vez a un centro de control central dedicado en exclusiva al régimen especial.
- La mejora de los sistemas de predicción de la producción de régimen especial no gestionable, para que sean lo suficientemente fiables y el Operador del sistema pueda contar con estas predicciones en sus análisis de seguridad.
- La participación obligatoria de los generadores eólicos en el servicio complementario de control de tensión, un hecho que permitiría aprovechar las buenas características de las que disponen muchos de los generadores actuales.
- El aumento de la capacidad de interconexión con Francia, por el beneficioso efecto que tendría sobre el máximo volumen de producción eólica que el sistema ibérico sería capaz de absorber en condiciones de seguridad en un momento dado.
- La modificación de las reglas del mercado con el fin de que el Operador del Sistema pueda tener garantizada la respuesta de las centrales de bombeo, de forma que pueda admitirse en la operación del sistema una producción eólica mayor que si esa garantía no existiese.

Actualización

Por otra parte, en este ámbito resulta de gran relevancia para el correcto funcionamiento del mercado eléctrico la independencia del operador del sistema, por lo que deben considerarse positivamente las recientes medidas que limitan la participación accionarial de los agentes del sistema en REE y se recomienda mantener las dos actividades de transporte y operación del sistema dentro de una misma sociedad, la propia REE.

Por último, una referencia a la urgencia de completar la normativa de conexión a la red de las instalaciones régimen especial, definiendo las condiciones técnicas que se requieren y afrontando aspectos conflictivos como la armonización de procedimientos entre las diversas instituciones involucradas en la adjudicación de las capacidades de conexión, los límites y prioridades de la generación en régimen especial en la conexión y en la producción, la responsabilidad en la inversión y la titularidad de las nuevas infraestructuras de red que sea necesario construir, y los cargos de red que correspondan a la generación en régimen especial con las señales de localización que le correspondan.

Y en cuanto a la operación del sistema eléctrico la generación eólica, la cantidad de producción eólica que la red pueda incorporar se podrá maximizar si todos los generadores disponen de los medios técnicos para soportar las perturbaciones habituales de la red sin desconectarse, si se establecen los medios adecuados de comunicación y control de los generadores con el operador del sistema a través de despachos delegados y si se facilita la participación de esta generación en los servicios complementarios del sistema. El Libro Blanco refleja que en la regulación actual se han de mejorar los sistemas de predicción, se han de atribuir los desvíos a quien los ocasiona y no a las empresas distribuidoras, y se debe fomentar la participación en el servicio complementario de control de tensión.

- **Obtener un modelo energético sostenible**

La dimensión de un sector eléctrico sostenible que contempla el Libro Blanco no sólo alcanza a garantizar el suministro eléctrico frente a la demanda durante los próximos años a un precio asequible y con una calidad de servicio aceptable sino que pretende enmarcar estas preocupaciones en un contexto más amplio, desde una perspectiva internacional y con una escala de tiempo suficientemente larga.

La falta de sostenibilidad del modelo energético español es un claro ejemplo de la difícil situación energética, a la que también se enfrentan otros muchos países desarrollados. La atención en este ámbito, debe centrarse principalmente en:

- Una visión integral de la sostenibilidad del modelo energético español, que considere la combinación más adecuada de tecnologías para la producción de electricidad a medio y largo plazo y la función que le corresponde a la planificación indicativa.
- El ahorro y la mejora de la eficiencia energética
- El rol que pueden desempeñar las energías renovables y, en un sentido más amplio, el régimen especial de generación.
- Las implicaciones sobre el mercado mayorista de la normativa sobre el mercado de derechos de emisión de gases de efecto invernadero (GEI).
- Otros aspectos como la I+D en el sector energético, la cooperación internacional para el acceso universal a la energía y la formación y concienciación de la población respecto a los aspectos de sostenibilidad del modelo energético.

La labor a realizar en torno a estos objetivos requiere tener en cuenta el desarrollo de un papel importante en planificación energética, acerca de la disponibilidad y evolución de las tecnologías de generación, las implicaciones del actual proceso de liberalización de los mercados energéticos, las restricciones medioambientales, la capacidad de respuesta de la demanda en sus dimensiones de ahorro y de mejora de la eficiencia energética, la capacidad de las interconexiones con mercados externos, el precio de la electricidad y la competitividad de industrias y servicios.

Con relación a esta labor planificadora es imprescindible analizar las implicaciones de cada una de las medidas que se adopten a la hora de fijar los objetivos. Un claro ejemplo lo tenemos en la **generación procedente de las energías renovables**, y sobre todo, en la **eólica**, en lo referente a las limitaciones derivadas de la red de transporte y de la operación del sistema, donde debe tenerse en cuenta no sobrepasar en ningún momento el umbral de penetración de producción eólica que deba establecerse por razones de seguridad del sistema eléctrico.

Actualización

El principal mecanismo de apoyo al desarrollo de estas fuentes ha sido los incentivos a la producción de energía eléctrica con este tipo de tecnologías, a través de un sistema de primas y precios regulados. El Libro Blanco, tras analizar sistemas alternativos de remuneración, defiende el mantenimiento del mecanismo de primas y tarifas reguladas y con objeto de hacer sostenible el sistema de primas, acotarlas en el tiempo, tratando de mejorar la eficiencia del sistema sin perjudicar su eficacia, para lo que recomienda forzar la mayor integración posible con el sistema eléctrico, compatibilizar el sistema de primas con la participación en el mercado de producción, ya sea individualmente o de forma agregada.

Como ya hemos visto, el objetivo de convertir el fomento de las energías limpias en uno de los pilares de la política energética del país se justifica por los preocupantes incrementos de la intensidad energética en España, por encima de los de la UE, las alarmantes cuotas de dependencia energética exterior, la necesidad de preservar el medioambiente, y de aproximarse al concepto de desarrollo sostenible.

A.4. EL PLAN DE ENERGÍAS RENOVABLES 2005-2010

El consumo de energía primaria y la intensidad energética en España han crecido a ritmos muy superiores a los previstos desde que se elaboró el Plan de Fomento de las Energías Renovables 2000-2010. El mencionado Plan se había fijado el objetivo de que el 12 por ciento del consumo total de energía proviniera de fuentes renovables. Este fuerte crecimiento de la demanda energética ha ocasionado que el peso relativo previsto que las energías renovables debían tener sobre el consumo total de energía haya disminuido considerablemente. Junto a esto, la implantación y desarrollo de algunas de las renovables que recogía el Plan anterior no ha sido acorde a lo esperado, lo que ha obligado a las autoridades en la materia a la elaboración de un nuevo plan, el Plan de Energías Renovables 2005-2010 (PER), que tenga en cuenta el nuevo escenario y establezca objetivos acordes con la situación actual y el escenario previsto.

El nuevo Plan, elaborado por el IDAE, como se recoge en su capítulo introductorio, ha tratado de reforzar la coordinación en tres ámbitos - energías renovables, eficiencia energética y lucha contra el cambio climático, además, señala la aportación que deberán realizar las distitntas tecnologías que,

en la mayoría de los casos, difieren de los objetivos del Plan vigente hasta ahora. La revisión de objetivos resulta particularmente relevante en el área eólica, en la solar fotovoltaica y en biocarburantes, y más moderada en solar termoeléctrica y biogás. En definitiva el Plan de Energías Renovables 2005-2010, "se ha desarrollado para dar respuesta a los requerimientos de evaluación y revisión de la planificación existente en las diferentes áreas renovables a la luz de la evolución registrada durante los últimos años".

En lo que se refiere al objetivo eólico del PER, se establece un incremento de la potencia de 12.000 MW en el período 2005-2010, para todo el territorio nacional. A efectos indicativos el IDAE considera que la distribución de esta nueva potencia instalada debe realizarse de acuerdo al grado de desarrollo en el área eólica en las distintas Comunidades, del nivel de cumplimiento de los objetivos vigentes hasta ahora, así como de aspectos tecnológicos, económicos y medioambientales. Sobre la base de estos factores la distribución del PER asigna a Andalucía un incremento de 1.850 MW entre 2005 y 2010, lo que permitiría alcanzar una potencia instalada de 2.200 MW al final del período.

Potencia eólica instalada prevista por CCAA
(MW)

Comunidad Autónoma	Objetivos PER	Objetivos CCAA	Diferencias
Andalucía	2.200	4.000	-1.800
Aragón	2.400	3.200	-800
Asturias	450	500	-50
Baleares	50	n.d.	50
Canarias	630	n.d.	630
Cantabria	300	300	0
Castilla y León	2.700	6.579	-3.879
Castilla La Mancha	2.600	4.452	-1.852
Cataluña	1.000	1.073	-73
Extremadura	225		225
Galicia	3.400	4.000	-600
La Rioja	500	665	-165
Madrid	50	50	0
Murcia	400	600	-200
Navarra	1.400	1.536	-136
País Vasco	250	250	0
Valencia	1.600	2.820	-1.220
Total objetivos	20.155	30.025	-9.870

Fuente: Plan de Energías Renovables, 2005-2010, IDAE; y Planificación de los sectores de la Electricidad y el Gas 2002-2011.

Actualización

Como se constata en el cuadro anexo, los objetivos que marca el PER y lo que plantean algunas Comunidades difieren de manera importante. Esta situación es muy relevante en el caso de Andalucía, ya que, tanto la potencia instalada como la previsión del PER se encuentran muy alejadas de los 4.000 MW que el PLEAN se marcó como objetivo en 2010. Así pues, si se considera la extensión territorial de Andalucía, su reconocido potencial eólico, y el alto grado de madurez que el sector empresarial, relacionado con la promoción, instalación y gestión de parques eólicos, tiene en la región, es innegable que no alcanzar los objetivos del PLEAN, representa una oportunidad perdida desde la óptica económica y medioambiental para Andalucía de difícil justificación.

Medidas para el sector eólico consideradas en el PER 2005-2010

	PROBLEMA	MEDIDA	RESPONSABLE
A	INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN INSUFICIENTES	Desarrollo de redes de transporte	REE
		Revisión de la Planificación de los Sectores de Gas y electricidad	REE y Min. Industria
B	NORMATIVA DE CONEXIÓN OBSOLETA (O.M. 05/09/1985	Nuevo Real Decreto sobre Conexión de Instalaciones en el Régimen Especial	Min. Industria
C	GESTIÓN INADECUADA DE LA PRODUCCIÓN ELÉCTRICA DE ORIGEN EÓLICO	Establecimiento en REE de un centro único de operaciones para el Régimen Especial	REE y Min. Industria
		Desarrollo de centros de coordinación de parques que agrupen instalaciones de una empresa o de un territorio	REE y operadores
		Ampliación plazo de incentivos para adecuación de aerogeneradores	Min. Industria
D	LIMITACIÓN DE LAS PRIMAS Y TARIFAS ACTUALES HASTA QUE SE ALCANCEN LOS 13.000 MW	Mantenimiento de las condiciones del R.D. 436/2004, aumentando el límite hasta los 20.000 MW	Min. Industria

FUENTE: *Plan de Energías Renovables 2005-2010, IDAE*.

Para poder cumplir los objetivos que presenta el PER 2005-2010, es necesario mantener y poner en marcha una serie de medidas en las distintas áreas tecnológicas. Como recoge, el mencionado

documento, el principal apoyo que recibe la generación eléctrica mediante energías renovables es el derivado del sistema de primas vigente que, se estima, representan en torno a 4.956 millones de euros durante todo el período y para todas las tecnologías.

Las medidas que recoge el PER para el sector eólico están encaminadas a cambios reglamentarios para adecuar las necesidades del sector a la evolución tecnológica que se ha producido en los últimos años, así como a medidas encaminadas a optimizar el comportamiento y gestión de los parques eólicos frente a la conexión a red. Todas las actuaciones que se realicen están supeditadas a la revisión de la planificación de las infraestructuras eléctricas, aspecto de gran importancia para el caso de Andalucía. Igualmente, se considera indispensable mantener el marco tarifario aprobado en el RD 436/2004. En resumen, el esquema adjunto recoge las medidas más importantes recogidas en el Plan para lograr el cumplimiento de los objetivos señalados, así como el responsable de acometer las medidas.

Desde la perspectiva de las ayudas públicas, el PER recoge dos grandes categorías claramente diferenciadas, las destinadas a la inversión y las ayudas a la explotación. En cuanto al primer grupo, el sector eólico no va ser destinatario de ninguna clase de ayudas de este tipo. Respecto al segundo, se han previsto dos tipos de ayudas, las relacionadas con incentivos fiscales, de éstas la energía eólica tampoco será beneficiaria, y en segundo lugar, las primas a la generación de electricidad con fuentes renovables. De este último tipo, obtendrá un importante apoyo la energía eólica, ya que, se estima que el importe total de las primas para el período 2005-2010 puede ascender a 2.599 millones de euros. En cualquier caso, como recoge el IDAE en el propio PER, las primas a la generación de electricidad no son ayudas públicas en sentido estricto, por lo que no representan un coste para la Administración, si bien, los costes de las medidas arbitradas por ésta recaen sobre los consumidores de electricidad a través de la tarifa eléctrica.