



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Facultad de Ciencias Experimentales

Energía eólica en Andalucía. Posibles alternativas de desarrollo a medio plazo

Alumno: García Torres, Rocío

Junio ,2017



UNIVERSIDAD DE JAÉN



UNIVERSIDAD DE JAÉN

FACULTAD DE CIENCIAS EXPERIMENTALES

GRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

Trabajo Fin de Grado

Energía eólica en Andalucía. Posibles alternativas de desarrollo a medio plazo

Rocío García Torres

ÍNDICE

1. Antecedentes y objetivos	1
2. Metodología	1
3. Funcionamiento de la energía eólica	2
4. La energía eólica en la red eléctrica	4
4.1. Situación en España	4
4.2. Situación en Andalucía	9
4.3 Reflexiones del futuro	13
5. Cuestiones Ambientales	13
5.1 Impactos ambientales	13
5.2 Buitres en Tarifa	16
6. Percepción de la eólica en Andalucía	17
6.1. Zona de estudio	17
6.2 Encuestas	18
6.3. La eólica marina en Cádiz	21
6.4. Posibles alternativas. ¿Repotenciación o eólica marina?	25
7. Análisis de resultados	29
8. Conclusiones	31
9. Bibliografía	31

Resumen

Este trabajo es un análisis del desarrollo eólico en la Comunidad Autónoma de Andalucía, que contempla también los impactos que produce la implantación de los parques tanto en el ámbito medio ambiental como en el socioeconómico. Andalucía es una Comunidad donde el impacto paisajístico cobra mucha importancia, por lo que este trabajo hace hincapié sobre todo, en las posibles alternativas que se pueden plantear para solucionar los problemas. Como soluciones, en el trabajo se propone por un lado la opción de repotenciar los parques con aerogeneradores antiguos y de pequeña potencia unitaria, poniendo como ejemplo, un caso concreto ya ocurrido, o bien la instalación de parques eólicos marinos cerca de la costa para reducir la concentración de aerogeneradores en tierra, se muestra una posible alternativa en la costa malagueña.

Palabras Claves

Análisis ambiental

Desarrollo eólico

Repotenciación

Parques marinos

Andalucía, Granada, Cádiz

Escenarios energéticos de futuro

Abstract

This work is an analysis of the wind energy development in Spain and specifically in Andalusia, which also contemplates the impacts of the implementation of wind parks, focusing on environmental and socioeconomic aspects. Andalusia is a territory where the landscape impact is very important, so this work emphasizes above all the possible alternatives that can be posed to solve the problems. As solutions, the work proposes on the one hand, the option of repowering parks with old wind turbines of small unit power, taking as an example, a concrete case that has already occurred, and on the other hand, the implantation of offshore wind farms to reduce the concentration of wind turbines on the ground. As a solution, it's set as an example, an offshore wind farm on the coast of Málaga.

Key words

Environmental analysis

Wind development

Repowering

Offshore wind farms

Andalusía, Granada, Cádiz

Future energy scenarios

1. Antecedentes y objetivos

La energía eólica es un recurso renovable que se utiliza para generar energía eléctrica a través de aerogeneradores. Es una energía interesante de estudiar ya que es limpia, no presenta emisiones de contaminantes ni de CO₂, pero su desarrollo supone impactos ambientales y sociales que pueden provocar rechazo a la hora de extender su desarrollo.

España ha sido uno de los países precursores a nivel mundial en el desarrollo de esta fuente energética, la cual ha llegado a aportar en el año 2013 el 20% de la electricidad consumida por los españoles.

Este trabajo está orientado hacia el análisis de la energía eólica en Andalucía, centrándonos sobre todo en los parques eólicos de Granada y Cádiz, que actualmente son las provincias con más potencia instalada en la comunidad andaluza.

Se pretende conocer cómo ha sido ese desarrollo eólico y cuáles han sido los impactos ambientales y sociales, con el fin de reflexionar sobre cómo debieran ser los planteamientos a tener en cuenta en la previsible extensión futura de esta fuente de generación de electricidad.

2. Metodología

Se trata esencialmente de un trabajo bibliográfico, para cuya elaboración se ha buscado la información disponible en la red y en libros especializados en el sector de la eólica, los cuáles se mencionan en la bibliografía a final del documento. Este trabajo también consta de información facilitada por expertos en el sector de energía y de especialistas en eólica de la comunidad de Andalucía.

Para conocer la opinión de la sociedad acerca de la energía eólica, su problemática y sus posibles alternativas al desarrollo, se han llevado a cabo en distintas provincias andaluzas y en personas residentes en Madrid, pero con familia u origen andaluz, unas encuestas, cuyos resultados se analizaron estadísticamente. En el anexo 3 se puede ver una copia del modelo de

encuesta realizada. Se ha realizado un estudio genérico de los parques de la Comunidad Autónoma teniendo en cuenta los aspectos más significativos: ambientales, sociales y económicos.

3. Funcionamiento de la energía eólica

La eólica es la energía obtenida del viento, es decir, la recuperación de la energía cinética de las corrientes de aire, y que es convertida en otras formas útiles de energía para el uso humano. Un parque eólico es una agrupación de aerogeneradores, los cuales tienen el papel de transformar esta energía en electricidad para nuestro uso. El aire es más ligero cuando se calienta por el Sol y sube al ser más ligero, este movimiento crea una zona de baja presión. Se producen flujos de aire por la diferencia de presión en nuestra atmósfera. El aire de zonas de alta presión se mueve hacia zonas de baja presión. Cuanto mayor sea esta diferencia de presión, más rápido fluirá el aire y más viento obtendremos.

Estas corrientes de aire, producen lo que se llama energía cinética, que se aprovecha para transformarla en energía eléctrica utilizando unas palas giratorias, conectadas a un generador eléctrico que transforma la energía mecánica en eléctrica.

Los parques eólicos se pueden situar en tierra o en mar. A lo largo de los años hemos visto que lo más habitual es la colocación de estos parques en zonas terrestres, aunque la tendencia Europea de los últimos años indica un aumento de la construcción de parques eólicos en el mar (parques offshore).

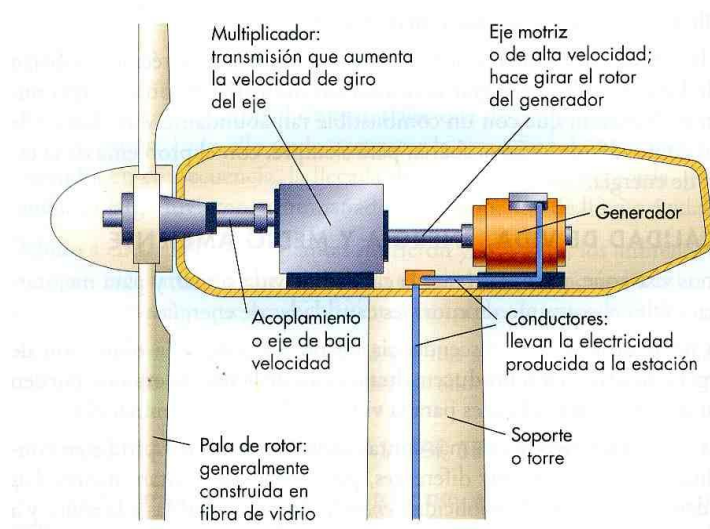
Previo a la construcción de un parque, se debe realizar un estudio del viento en la zona, para ello se instalan veletas y anemómetros, tras el estudio se recogen los datos y se traza una rosa de los vientos para indicar la dirección del viento y su velocidad.

El funcionamiento del aerogenerador comienza con el movimiento de las palas debido al viento. Estas palas mueven un eje a una velocidad lenta que poco a poco va aumentando gracias a un sistema de engranajes de ruedas dentadas que mueve un eje llamado motriz.

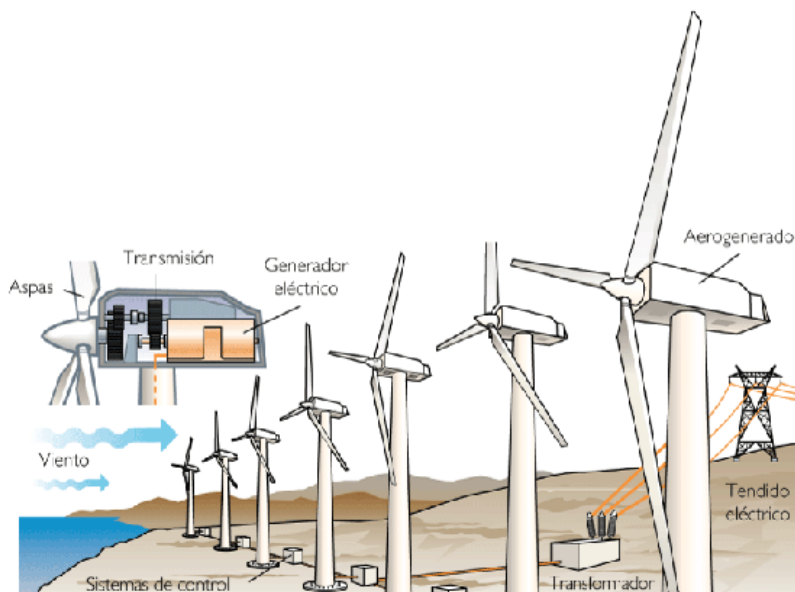
Este eje consigue que el generador (alternador) se mueva y se genere corriente alterna que se transporta por cables. La energía generada se produce con una tensión de 6590 voltios, que necesita una transformación para poder ser introducida en la red de distribución. Para introducirla en la red, se debe aumentar a 20-132 kilovoltios.

Los principales componentes de un aerogenerador son:

- La góndola: carcasa que protege los componentes internos del aerogenerador.
- Las palas del rotor: captan el viento y transmiten la potencia.
- El buje: une las palas del rotor con el eje de baja velocidad.
- Eje de baja velocidad: conecta el buje al multiplicador y gira entre 20 y 30 rpm.
- Multiplicador: permite que el eje de alta velocidad gire entre 50 y 70 veces más rápido que el de baja velocidad. Su velocidad de salida es de 1.500 rpm.
- Eje de alta velocidad o eje matriz: gira a 1.500 revoluciones por minuto, que es la correspondiente de generación de corriente alterna en Europa.
- El generador eléctrico: la potencia de las máquinas comerciales es de 2 a 6 MV.
- El controlador electrónico: es un ordenador que controla todo y monitoriza continuamente las condiciones del aerogenerador.
- La unidad de refrigeración: contiene un ventilador que enfría el generador eléctrico.
- La torre: soporta la góndola y el rotor.
- El mecanismo de orientación: sitúa el rotor perpendicular a la dirección del viento.
- El anemómetro y el panel: las señales electrónicas del anemómetro conectan el aerogenerador cuando la velocidad del viento supera los 5m/s.



Figuras 1 y 2. Esquema interno del aerogenerador y dibujo de un parque eólico. Fuente: AEE



4. La energía eólica en la red eléctrica

4.1. Situación en España

La red eléctrica española está integrada desde mediados de los años 1960, la época en que la hidráulica y la generación con carbón soportaban el sistema eléctrico.

A finales de esos años se empieza a tomar partido por otra fuente de energía, el *fuel oil*, que es la fracción del petróleo que resulta como residuo en el refino del mismo. En los años siguientes, de forma paralela, se empieza a hacer

hueco en el sector la energía nuclear, construyéndose en 1965 la primera central, la llamada José Cabrera. La problemática apareció cuando en 1973 ocurrió la crisis del petróleo, que condujo a los países dependientes del crudo a investigar y desarrollar otras energías alternativas.

Tras esta crisis, la energía nuclear y el carbón toman el relevo en el sector eléctrico de España, surgiendo a la vez, críticas sociales unidas al riesgo nuclear y a la alta contaminación provocada por el uso del carbón. Tras el accidente ocurrido en 1986 en la central nuclear de Chernóbil, la construcción de nuevas centrales nucleares se para en muchos países. A principios de los años 90, las energías renovables empiezan a desempeñar un papel importante en la red eléctrica española, gracias a las ayudas que el gobierno proporciona. Las energías que más se tienen en cuenta en estos años son la eólica y el gas natural en centrales de ciclo combinado.

En nuestro país ha habido un cierto retorno al uso del carbón desde el año 2009 hasta este último año, en razón del apoyo del gobierno a esta fuente energética por presiones sociales, protestas en las cuencas mineras por falta de actividad laboral.

El esquema energético internacional muestra en los primeros años de este siglo algunos signos de preocupación. Se incrementa la demanda global de energía, en buena medida por los cambios sucedidos en China. Este país ingresó en 2001 en la Organización Mundial del Comercio (OMC) y pasó a tener ratios de crecimiento económico muy elevados, lo cual incidió también en los de buena parte del mundo. Por un lado aumenta el consumo de carbón, incrementándose de forma significativa las emisiones de CO₂. Por otro lado, los precios del petróleo muestran oscilaciones pero en líneas generales suben, alcanzando un máximo histórico en 2008, cuando se llega a 147 \$/bbl, a partir de ahí la crisis modera esos aumentos y hoy en día se encuentra en torno a 110 \$/bbl.

Como respuesta a ese esquema, durante el periodo comprendido entre el 2000 y el 2010, la eólica va integrándose poco a poco en el sector eléctrico de varios países, figura 3. En España se aprueba en 2005 una propuesta cuyo objetivo era llegar a 20.000 MW de potencia instalada en 2012, como se observa en la

tabla de dicha figura 3, en 2012, se llegó a los 22.796 MW, superándose así las expectativas.

#	País	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	% crecimiento último año	% crecimiento 5 últimos años
-	Unión Europea	48 122	56 614	65 255	74 919	84 278	93 957	106 454	117 289	12,5	13,3
1	China	2599	5912	12 210	25 104	44 733	62 733	75 564	91 424	20,0	66,5
2	Estados Unidos	11 603	16 819	25 170	35 159	40 200	46 919	60 007	61 091	27,9	29,0
3	Alemania	20 622	22 247	23 903	25 777	27 214	29 060	31 332	34 250	7,8	7,0
4	España	11 630	15 145	16 740	19 149	20 676	21 674	22 796	22 959	5,1	8,5
5	India	6270	7850	9587	10 925	13 064	16 084	18 421	20 150	14,5	18,6
6	Reino Unido	1963	2389	3288	4070	5203	6540	8445	10 531	29,1	28,7
7	Italia	2123	2726	3537	4850	5797	6747	8144	8552	20,7	24,4
8	Francia	1589	2477	3426	4410	5660	6800	7196	8254	5,8	23,8
9	Canadá	1460	1846	2369	3319	4008	5265	6200	7803	17,8	27,4
10	Dinamarca	3140	3129	3164	3465	3752	3871	4162	4772	7,5	5,8
11	Portugal	1716	2130	2862	3535	3702	4083	4525	4724	10,8	16,3
12	Suecia	571	831	1067	1560	2163	2970	3745	4470	26,1	35,1
13	Brasil	237	247	339	606	932	1509	2508	3456	66,2	59,0
14	Polonia	153	276	472	725	1107	1616	2497	3390	54,5	55,3
15	Australia ³³	651	824	1306	1712	1991	2176	2584	3239	18,8	25,7

Figura 3. Potencia total instalada de energía eólica.(MW).Fuente: Global Wind Energy Council.

Ese desarrollo eólico español se ha extendido de forma distinta según las Comunidades Autónomas, tal como muestra la figura 4; en los primeros años sólo unas pocas Comunidades Autónomas participaban en ese desarrollo, entre ellas Andalucía; progresivamente se han ido incorporando la mayoría de ellas. La Comunidad que más destaca en el desarrollo de esta energía, por la potencia instalada es Castilla y León, seguido por Castilla La Mancha y Andalucía en tercer lugar. El número de parques eólicos en operación en España, a finales de 2013, es de 1.072; de los cuales 241 están ubicados en Castilla y León. Andalucía, se sitúa en segunda posición con 153 parques (en el anexo 1 podemos ver un listado de los parques andaluces con más detalle), pero como vemos en la figura 4, no supera a Castilla y La Mancha en potencia (139 parques).

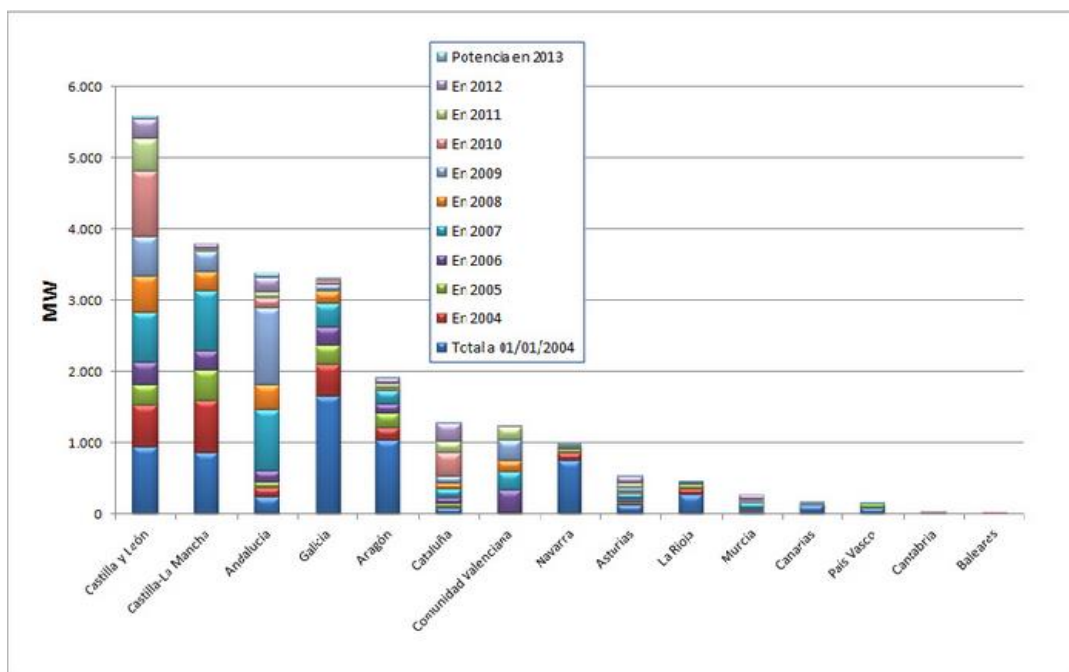


Figura 4. Potencia eólica por Comunidades Autónomas. Fuente: AEE

Cobertura de la demanda de la energía eléctrica 2014

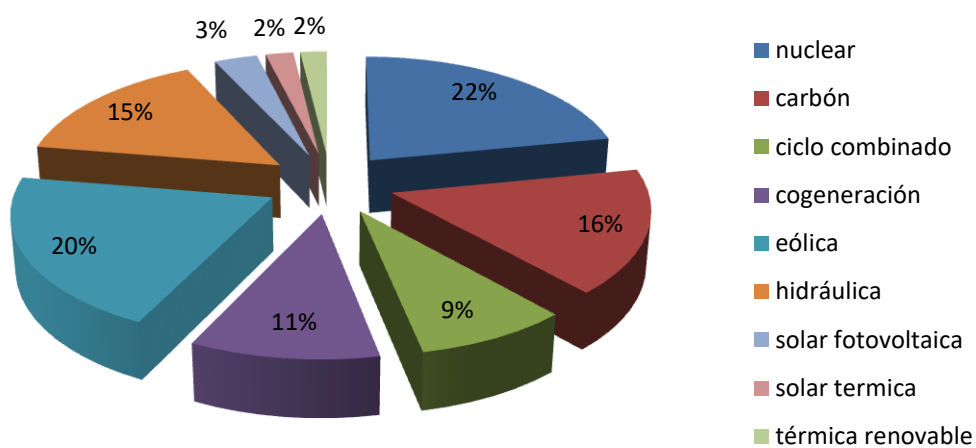


Figura 5. Cobertura de la demanda peninsular 2014. Elaboración propia con datos obtenidos de la Asociación Empresarial de Eólica.

Cobertura de la demanda de la energía eléctrica 2015

■ ciclo combinado	■ carbón	■ nuclear
■ cogeneración y resto	■ hidráulica	■ eólica
■ solar fotovoltaica	■ solar térmica	■ térmica renovable

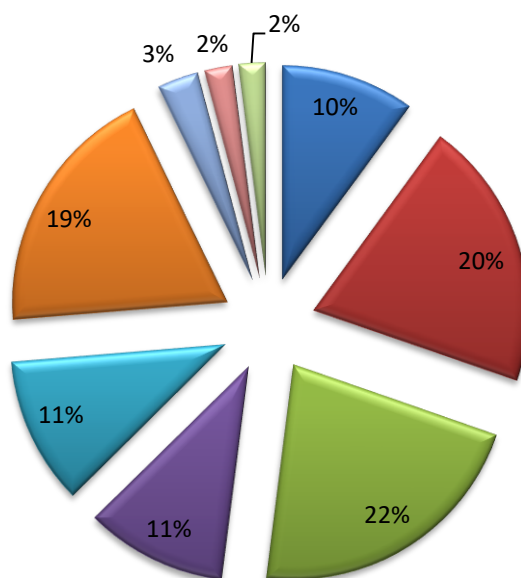


Figura 6. Cobertura de la demanda peninsular 2015. Elaboración propia con datos obtenidos de la Asociación Empresarial de Eólica.

Analizando estos datos y comparando el año 2015 y 2016 podemos apreciar que no hay diferencia en la energía eólica, los datos están entorno al 19%. Al comparar estos dos últimos años con los datos del 2014, observamos que el porcentaje de eólica va disminuyendo cuando más años pasan. Años antes de este estancamiento se vio un ligero aumento de la eólica debido sobre todo a las leyes y normativas que favorecen su implantación; hay varios decretos que han sido modificados con el tiempo, pero cabe destacar el decreto 661/2007, la Directiva 2009/28/EC que fomenta el uso de las energías renovables y la Directiva 2009/28/EC que trata el tema de mercado interior de la electricidad.

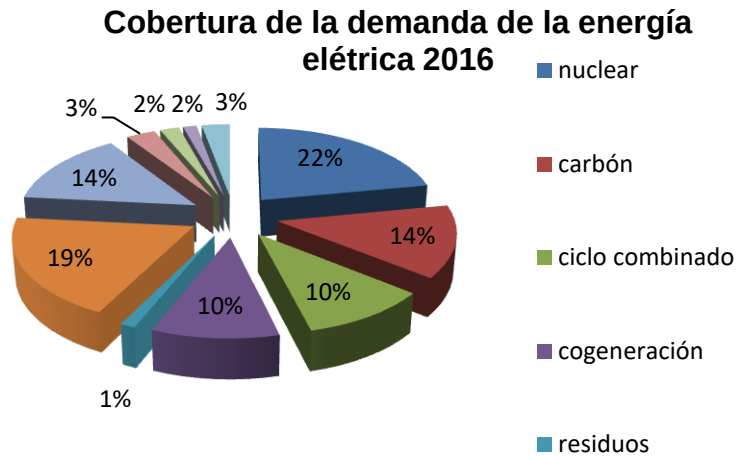


Figura 7. Cobertura de la demanda de la energía eléctrica en 2016. Elaboración propia con datos obtenidos de la Asociación Empresarial de Eólica.

Aunque la normativa sigue favoreciendo la extensión de la eólica, en la actualidad experimenta un estancamiento como ya hemos mencionado, en 2013 sólo se instalaron 175 MW, mientras que en años precedentes se había alcanzado ritmos de construcción de hasta 1.500 MW, (MOSQUERA, 2014). La actual situación de crisis frena el crecimiento de la demanda eléctrica y, adicionalmente, en el sistema hay exceso de potencia en algunas fuentes de generación, en particular en ciclos combinados que cuentan con 25.000 MW instalados.

4.2. Situación en Andalucía

La primera acción del gobierno andaluz para planificar un adecuado desarrollo del sector energético, se aprobó en 1995, con el Plan Energético de Andalucía 1995-1999 cuyas actuaciones acabarían en 2000.

En el 2002, con motivo de la introducción del Protocolo de Kioto, se aprueba una estrategia frente al cambio climático cuyas directrices se basan en cumplir el Plan de 1995.

Con el fin de seguir con el desarrollo sostenible del sector energético en Andalucía, el gobierno de la Comunidad aprueba en 2002 un nuevo plan, el

Plan Energético de Andalucía 2003-2006 cuya finalidad es avanzar con un sistema eficaz y respetuoso con el medio ambiente siguiendo las directrices implantadas por la Unión Europea. Como consecuencia de todos estos planes, en los últimos años Andalucía ha presenciado un desarrollo notable, sobre todo en la extensión de sus redes eléctricas, en la apuesta por ciclos combinados y gasoductos y en la construcción de infraestructuras para el desarrollo de las renovables.

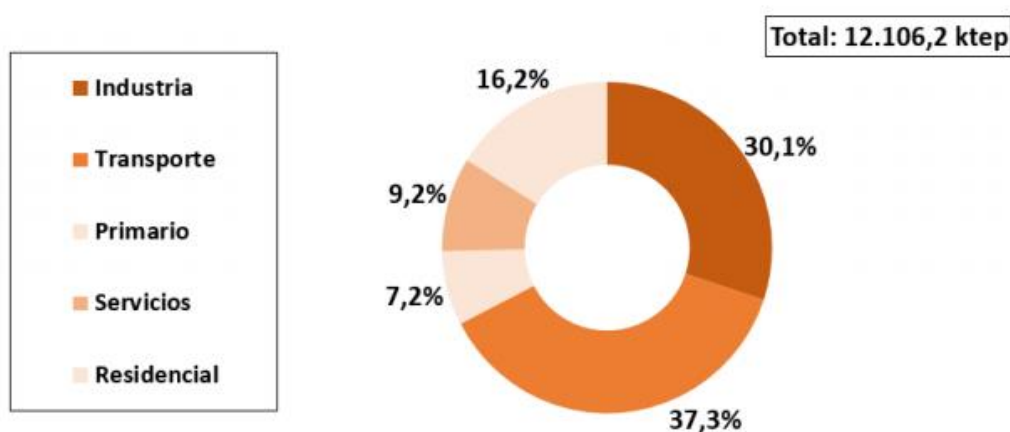


Figura 8. Estructura del consumo de energía final por sectores de actividad en 2015. Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.

En Andalucía el sector que mayor consumo energético demanda es el transporte 37,3%, seguido por el sector industrial que se aproxima al 30,1%, el residencial 16,2%, los servicios 9,2% y el sector primario que apenas alcanza el 7,2 %, figura 8. Es importante detenernos en analizar las fuentes de este consumo final de energía, ya que a pesar de los múltiples planes que la Junta Andaluza aprobó, no es hasta el 2012 cuando el papel de las energías renovables empieza a tomar valor en el sector energético.

Como vemos en la figura 9, desde 2007, el consumo procedente del petróleo disminuye notablemente, y es sustituido lentamente por la energía eléctrica, el gas natural y las energías renovables. Cabe destacar que apenas se consume 1.000 ktep procedentes de las energías renovables de forma directa, básicamente en forma de biomasa como combustible; sí que otras renovables: eólica, solar, y la propia biomasa, participan progresivamente en la generación de electricidad.

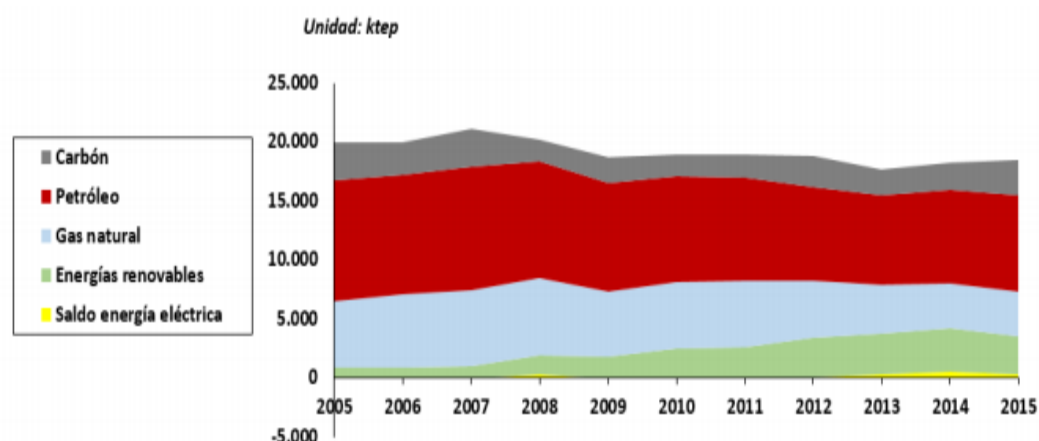


Figura 9. Evolución del consumo final de energía en la comunidad de Andalucía. Fuente: Agencia Andaluza de la energía

Observamos que la mayoría de las fuentes han ido variando pero las variaciones se han mantenido en el tiempo. Lo que más resalta es el incremento de las energías renovables, que es donde nos centramos en este trabajo, donde se alcanzan casi los 5000 ktep.

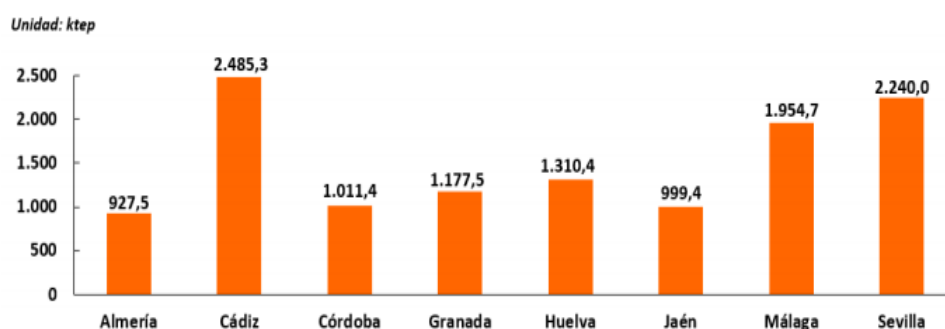


Figura 10. Distribución del consumo de energía final en las provincias andaluzas en 2015. Fuente: Agencia Andaluza de la energía

Evaluando el consumo de energía final por provincias, la demanda se contrae en todas ellas salvo en Cádiz, donde crece debido a un incremento del consumo de gas natural en el sector industria en la provincia.

Este trabajo se centra en Andalucía pero se quiere analizar con detalle las provincias de Cádiz y Granada, debido a que entendemos que en ellas es posible un mayor desarrollo de la energía eólica, como ha sido tradicional en los años pasados.

En Cádiz la evolución del consumo no ha variado mucho desde 2002, figura 11. Los productos petrolíferos son los que mayor aporte dan a la demanda. Cabe destacar que en 2007-2008, el consumo procedente del gas natural aumentó notablemente, aunque en los siguientes años, no ha seguido creciendo.

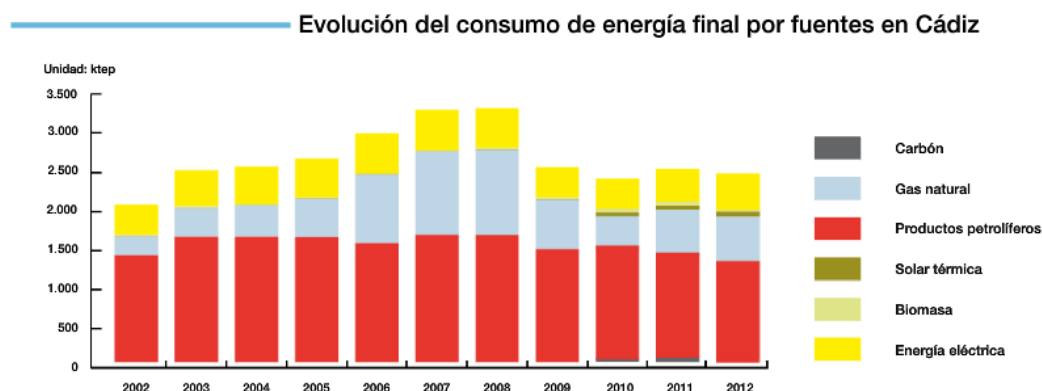


Figura 11. Evolución del consumo de energía final por fuentes en Cádiz.

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.

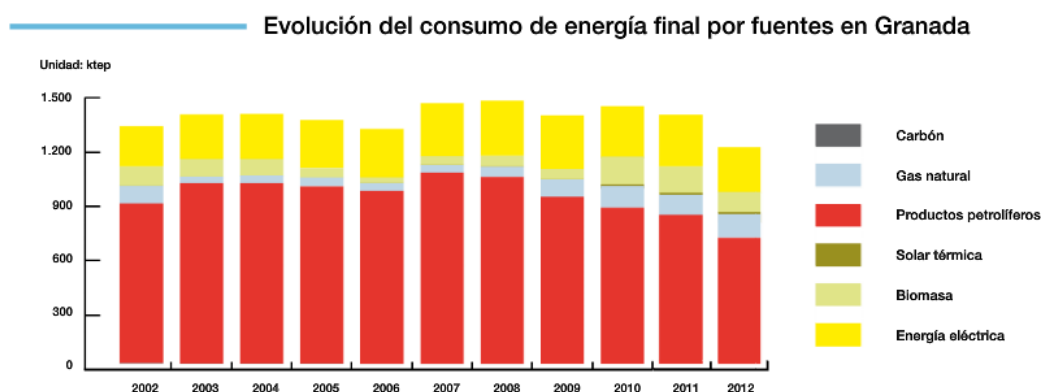


Figura 12. Evolución del consumo de energía final por fuentes en Granada. Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.

Sin embargo, en la otra provincia de estudio, Granada, el consumo de productos petrolíferos es mucho mayor que en Cádiz. En esta provincia aparece en pequeña proporción el gas natural, superado por el consumo que procede de la biomasa, que empieza a formar parte del sector de forma notable, a partir del 2010, ver figura 12.

En Andalucía en general, la provincia que más uso de renovables realiza, no coincide con ninguna de las dos de nuestro estudio. Como podemos observar

en la figura 13, la provincia que más apuesta por las renovables es Jaén seguida de Sevilla.

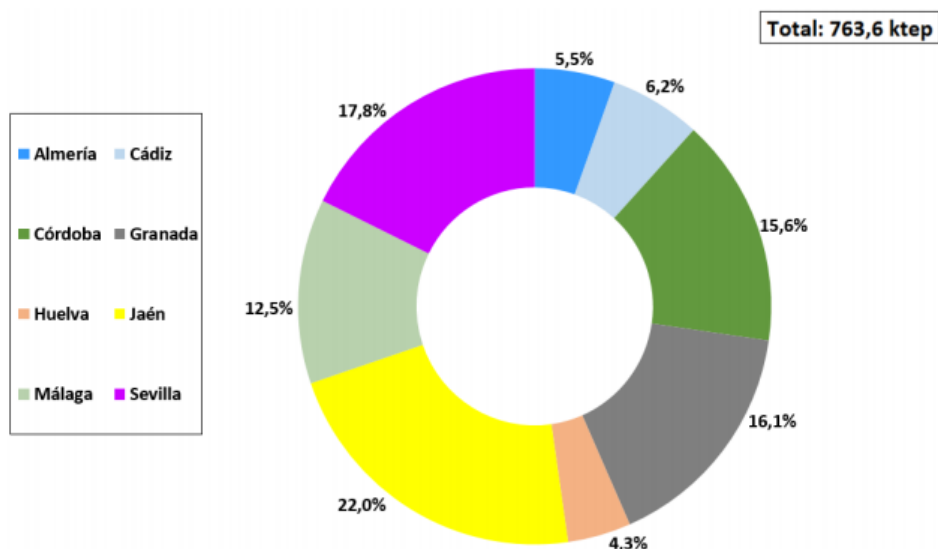


Figura 13. Estructura del consumo primario de energías renovables en 2015. Fuente: Agencia Andaluza de la energía

4.3 Reflexiones del futuro

Como hemos podido ver en el análisis anterior, la energía eólica en Andalucía crece poco a poco, a pesar de que es la tercera comunidad con más potencia eólica instalada, sólo superada por Castilla y León y Castilla La Mancha, pero para el aprovechamiento eólico que se le puede dar a este terreno, deberíamos estar casi igual que las otras dos comunidades.

Pensando en la extensión que las energías renovables deben tener en España, en particular en la generación de electricidad, entendemos que la potencia instalada en nuestro país debería ser mayor, quizás doblarse como muestran algunos estudios, (FEE). Eso supondría que en Andalucía se deberían llegar a unos 7.000 MW para mantener una evolución equilibrada en todo el Estado; en ese supuesto hay que pensar en eólica terrestre y también en eólica marina.

5. Cuestiones Ambientales

5.1 Impactos ambientales

-Ruido

Este impacto es uno de los más estudiados sobre el medio ambiente debido a su fácil medición, la cual se realiza con equipos de sonido y se expresa en decibelios, dB.

En los comienzos de la construcción del parque, como en todo tipo de construcciones, el ruido aparece en la fase de transporte de maquinaria y de la infraestructura que afecta a la población cercana de humanos y aves. Cuando el parque se pone en funcionamiento, el ruido que generan las turbinas de viento tiene dos orígenes: el aerodinámico, producido por el viento sobre las aspas y el mecánico producido por los engranajes de transmisión y generación. Los aerogeneradores pueden perturbar el vuelo de las aves, aunque en los últimos años se han desarrollado nuevas tecnologías para que el máximo ruido de un aerogenerador sea 107 dB y así disminuir el impacto.

La importancia del impacto acústico debe estar presente sobre todo cuando exista una población cercana, y aunque no se puede medir el grado de molestia que puede generar en personas, sí se conoce que la incidencia es mayor en zonas rurales que en ciudades, por un lado debido a la cercanía y por otro a la valoración de la tranquilidad en áreas rurales.

-Paisaje

Existen varias definiciones para este concepto, pero una buena definición fue propuesta por el ecólogo alemán Zonneveld que define paisaje como *“una parte de la superficie terrestre reconocible, que es resultado y está mantenida por la mutua actividad de seres vivos y no vivos, incluyendo entre los primeros al hombre”* (Zonneveld, I.S., 1984). Esta definición implica una relación entre humanos y medio ecológico, que muchas veces no se aprecia.

Medir el impacto del paisaje es algo un poco abstracto, ya que depende de la localización del parque, del tamaño del parque y del color de la maquinaria entre otros.

Algunas de las medidas que se podrían adoptar para evitar el impacto visual serían:

- ✓ Usar pocos aerogeneradores de mayor potencia antes que muchos pequeños aerogeneradores de menor potencia unitaria.
- ✓ Usar maquinaria de colores claros.
- ✓ Realizar los estudios teniendo en cuenta la localización del parque y teniendo en cuenta la opinión de la población cerca, ya que ellos son los que en gran parte sufren este impacto.

-Fauna

El principal impacto que produce un parque eólico desde su construcción hasta que deja de funcionar es la muerte de las aves en la zona. Se trata de un impacto directo pero que puede ser reducido o incluso eliminado gracias a las nuevas tecnologías que algunos parques ya tienen implantadas. En los estudios encontrados para realizar este trabajo se destaca que las especies más perjudicadas son las aves y los murciélagos (SEO). Los impactos que reciben las especies son:

1. Colisiones: las aves y murciélagos chocan con las aspas de los aerogeneradores, hecho que provoca en la mayoría de los casos su muerte instantánea.

Gracias a la innovación en las tecnologías, algunos parques ya tienen instalado el "molino inteligente" que detecta la aproximación de aves a 750 metros de distancia y se detiene.

2. Desplazamiento/efecto barrera: el parque eólico puede afectar al hábitat de una o varias especies o al paso migratorio de alguna especie al poder tratarse de un lugar de paso migratorio.

3. Ruidos: la construcción de los parques y el ruido que producen las aspas del aerogenerador producen molestias a las poblaciones cercanas y a la fauna de esa zona.

4. Destrucción de hábitat: el territorio destinado a la construcción de los parques puede coincidir con el espacio en el que una o varias especies vive.

Según un estudio de la organización SEO/BirdLife, los parques eólicos españoles causan al año la muerte de entre 6 y 18 millones de aves y murciélagos. Las especies que más sufren en los parques de Andalucía son (ver anexo 2, para más detalle):

- **AGUILUCHO CENIZO**

Circuspygargus "Vulnerable a la extinción" (VU).

Nidifica en casi todas las provincias andaluzas pero ocupa de forma continua el Valle del Guadalquivir. La población andaluza se estimó en el año 2001 en 1.366-1.505 parejas, de las cuales la mitad correspondían a las provincias de Cádiz y Sevilla.

- **CERNÍCALO PRIMILLA**

Falco naumanni

"Riesgo menor, casi amenazada de extinción"(LR,nt)

En Andalucía se reparte por todas las provincias, siendo más frecuente en el Valle del Guadalquivir y la provincia de Cádiz. El censo andaluz de la especie ejecutado en 1995 cifraba en un mínimo de 3.923 las parejas reproductoras.

5.2 Buitres en Tarifa

Una mala ubicación de un parque eólico puede ser una de las principales causas de incidentes ambientales o rechazos sociales. Queremos resaltar aquí el hecho de la muerte de buitres en la zona de Tarifa ocurrida en los primeros años de la década de los noventa.

La especie de buitre que sufre más en esta zona es la de *Gypsfulvus*, conocido como buitre leonado. La Estación Biológica de Doñana, instituto del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) en Sevilla y la Fundación Migres investigan sobre todo esta zona, para poder reducir estas muertes que son, como datan sus estudios recientes, unas 170 muertes de buitres al año en estos parques. Para poner remedio, el año 2014, se llevó a cabo un estudio sobre las corrientes de viento en estos parques y como se comportaban estas

aves en estas condiciones, ya que los buitres se suelen dejar llevar por las corrientes térmicas.

Esta investigación concluyó con el dato de que el problema era la mala ubicación de algunos molinos, que generaban "puntos muertos" y apostaron por el estudio de cada molino, no sólo del parque de manera globalizada y por la implantación de sistemas de vigilancia que hace que el molino se apague al acercarse un animal.

6. Percepción de la eólica en Andalucía

6.1. Zona de estudio

La zona de estudio, Andalucía está compuesta por 8 provincias, pero nuestro interés se ha centrado en Cádiz y Granada, debido a la gran influencia del viento en estas provincias sobre todo en Cádiz y a la falta de información detallada que no pudimos obtener de las otras provincias. En Andalucía están ubicados 143 parques eólicos, de los cuales 16 están ubicados en Granada y 73 en Cádiz (ver figura 14). Para más detalle, ver anexo1.

La provincia de Cádiz, es una provincia situada en sur de la comunidad de Andalucía, cuya capital es Cádiz. Está situada en lo que es conocido como tómbolo, en este caso no se une directamente con el continente, sino con la isla de León, donde se encuentra San Fernando. Tiene una población de 118.919 habitantes y su principal actividad es el turismo, seguido por industrias relacionadas con el mar.

Granada, está situada en una gran depresión formada por el río Genil y por el pie de monte de Sierra Nevada, lo que condiciona claramente su climatología. Tiene una población de 234.758 habitantes y su principal actividad económica, también es el turismo.



Figura 14. Mapa de la situación de los parques eólicos en Andalucía.
Fuente: AEE

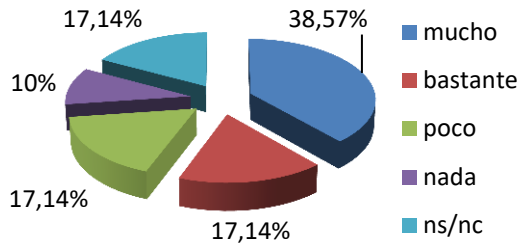
6.2 Encuestas

Para poder mediar la aceptación social acerca de la energía eólica y todo el proceso que esto conlleva, se han realizado setenta encuestas a la población de Andalucía, la gran mayoría en las provincias de Granada, Cádiz, Málaga y Huelva, y a personas residentes en Madrid pero con familia andaluza o alguna relación directa con esta Comunidad. Se realizaron un total de 72 encuestas repartidas como hemos dicho antes por distintos puntos de Andalucía.

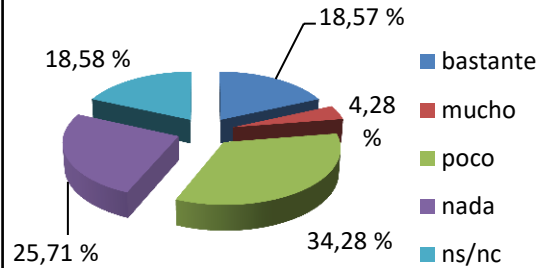
La encuesta consta de dos partes, la primera está formada por 15 preguntas acerca de la percepción del desarrollo eólico con cinco posibles respuestas, y una segunda parte, con preguntas personales, como son su lugar de residencia o su nivel de formación, para poder estudiar mejor la población encuestada. En el anexo 3, podemos encontrar un modelo de encuesta realizada.

La primera idea generada con los resultados obtenidos es que la Comunidad de Andalucía está de acuerdo con el desarrollo de la energía eólica. De las 15 preguntas, se han seleccionado seis de ellas por su carácter representativo, y se han analizado con gráficos para su mejor comprensión, que se muestran a continuación.

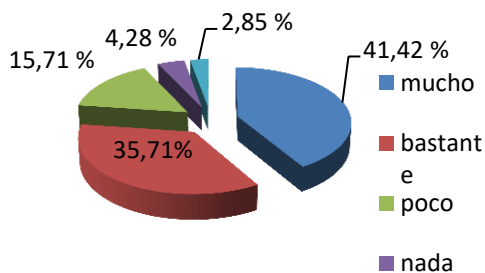
¿Cree que se debe subvencionar el desarrollo de la energía eólica?



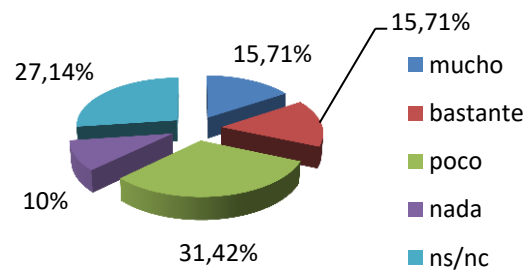
¿Opina que se tiene en cuenta a los residentes en el proceso de ubicación y construcción de los parques eólicos?



¿Esta usted a favor del desarrollo de la energía eólica?



¿Piensa que existe una alta mortandad de aves en los parques eólicos?



Con estos gráficos, se puede reafirmar lo citado antes, la gran mayoría acepta el desarrollo de la energía eólica en la Comunidad, aunque hay que resaltar que un alto porcentaje de personas considera que no se tiene en cuenta a la población a la hora de la construcción de los parques o cuando se plantea el proyecto; éste entendemos que es un aspecto crítico hacia un futuro para seguir extendiendo la eólica.

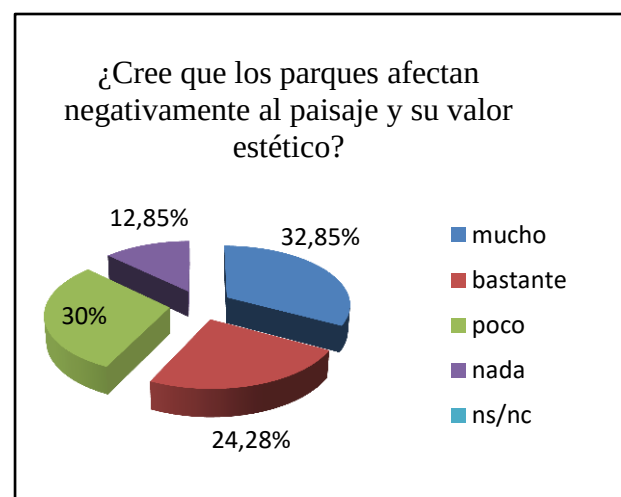
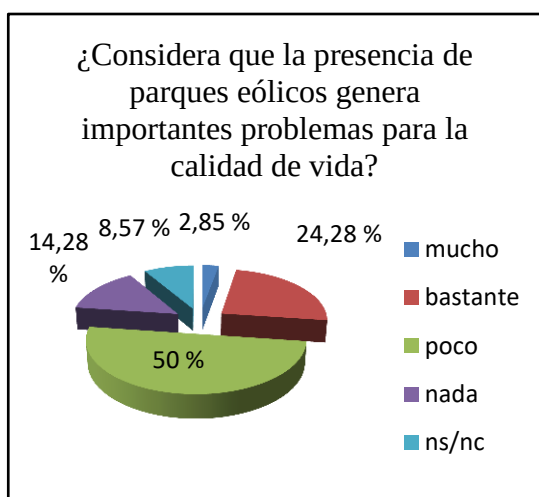
Casi un 39 % está de acuerdo en subvencionar el desarrollo de esta energía, pero hay que resaltar, que a la hora de realizar las encuestas, algunos nos quisieron matizar que apoyaban la subvención siempre y cuando el gobierno en cuestión, informase de la inversión realizada y del desarrollo de la misma.

En la pregunta de la mortandad de aves, nos ha llamado la atención, que un gran número de la población que ha realizado la encuesta, aunque no la mayoría, no ha sabido contestar la pregunta, lo que nos hace dudar, sobre la información que reciben acerca de los impactos que se pueden crear. Muchos de los que han realizado la encuesta, nos preguntaban en esta cuestión, que cómo era posible que un parque eólico produjese muerte en aves, lo que nos confirmó la idea que teníamos sobre la carencia de información que se está produciendo en esta zona.

Al analizar las encuestas, hay dos preguntas que hemos destacado, ya que creemos que son las más asociadas a la percepción social, que como hemos citado anteriormente, en esta comunidad, tiene mucha influencia.

Ante la pregunta sobre lo que puede afectar la presencia de un parque eólico a la calidad de vida, nos hemos encontrado que un 50 %, piensa que afectan poco a la calidad de vida, ya que como ellos decían, no ven ni oyen nada. Comentaban, que sólo los veían cuando viajaban, pero que nos les afecta a su calidad de vida de forma diaria.

La otra pregunta, que queremos resaltar, es la de si los parques afectan negativamente al paisaje y a su valor estético, y como consecuencia de la pregunta anterior, nos hemos encontrado cierta controversia. Un 30 % contestaron que no afecta al paisaje, porque decían que apenas se veían, como ya hemos citado, pero por otra parte, casi un 33 % contestaron que afectaba mucho al paisaje. Esta controversia puede estar relacionada con que la encuesta ha sido contestada alrededor de todo Andalucía haciendo que las



encuestas estén resueltas por una gran variedad de personas, que tienen distintas vidas.

6.3. La eólica marina en Cádiz

Es conocida como eólica offshore, estos parques son construidos en el mar, allí los vientos son más frecuentes y más regulares que en la tierra. Una de sus ventajas es que los parques pueden ser más grandes ya que no interfieren en ningún núcleo de población humana, y su transporte se realiza en barco. La gran desventaja de estos parques marinos es el alto coste, ya que se duplica al precio de un parque en tierra pero también hay que tener en cuenta el hábitat marino, ya que la mayoría de veces se ve afectado.

Uno de los países que más ha evolucionado e invertido en esta energía es China. Posee dos parques marinos, Donghai Bridge, (102 MW), y Jiangsu Rudong, (150 MW), pero sin duda Europa lidera esta lista ya que en sus mares hay varias zonas con poca profundidad lo que hace que la instalación del parque en ese lugar sea idónea, como puede ser en el mar del Norte o el Canal de la Mancha, ver figuras 15 y 16; Gran Bretaña ya ha instalado varios parques offshore.

En España hasta la fecha se han dado varios casos de intento de construcción de parques marinos, desechados por rechazo social; en Andalucía fueron los casos de Barbate y Chipiona en la costa de Cádiz.



Figura 15. Zonas donde es idónea la situación de un parque eólico marino. Fuente: Riso National Laboratory

	Reino Unido	Dinamarca	Países Bajos	Bélgica	Suecia	Alemania	Irlanda	Finlandia	Noruega	TOTAL
Parques	20	12	4	2	5	7	1	2	2	55
Aeros	504	400	128	61	75	51	7	9	2	1.237
MW	1.586,0	853,7	246,8	195,0	163,7	195,3	25,2	26,3	2,3	3.294,3

Figura 16. Tabla comparativa del número de parques eólicos marinos instalados (año 2011). Fuente: EWEA

Los impactos ambientales a considerar en estos parques son (ATIENZA, 2012):

- Impactos bióticos: daños en flora, mamíferos marinos, bentos, peces y aves.
- Impacto abióticos:
 - Impacto en el terreno: erosión sobre todo en la fase de construcción.
 - Impacto acústico: ruido aéreo y contaminación acústica.
 - Impacto en el agua: ruido y vibraciones submarinas, alteración de corrientes marinas y contaminación.
- Impacto visual: se daña el paisaje si se construye cerca de la costa.
- Impactos económicos: puede afectar al turismo de la zona, y Andalucía tiene como fuente principal de su economía el turismo.

En España nos encontramos con un conocido proyecto de parque eólico en la costa de Cádiz, conocido como *Mar de Trafalgar*. El proyecto consistía en la instalación de 276 molinos a unos 18 kilómetros del cabo de Trafalgar, entre Barbate y Conil.

El proyecto se encontró con fuertes discrepancias. La propuesta fue apoyada por algunas organizaciones ecologistas: Ecologistas en Acción y Greenpeace, en la medida que suponía una reducción de emisiones de CO₂ en la generación de electricidad. Por el contrario, otras organizaciones ecologistas reclamaban que se resolviesen los problemas de impacto visual, de afección a

las aves en las rutas migratorias y los problemas que pudiesen afectar a los caladeros de la zona.

El proyecto se encontró con otro gran inconveniente, los pescadores no estaban de su parte ya que veían su "negocio", la pesca, en peligro. El proyecto, a esos efectos, ideó una estructura que se rodearía de piedras para facilitar la vida marina entorno a los molinos, y encima se colocaría una jaula de acuicultura, asegurando así una pesca en la zona, pero la idea no terminó de convencer a los pescadores.

Otra dificultad con la que se encontró este proyecto fue el poder instalar a esos kilómetros de la costa el parque, ya que por esta zona podría pasar alguna ruta de navegación o las rutas de migración de aves. Este proyecto no ha salido adelante por los problemas y por los continuos cambios en la legislación debido a los cambios políticos, pero hoy en día, la empresa Acciona Energía, sigue mostrando interés en que este proyecto siga adelante y se desarrollen los parques eólicos marinos.

6.4. Posibles alternativas. ¿Repotenciación o eólica marina?

Como hemos visto anteriormente, la principal problemática que nos encontramos en la Comunidad de Andalucía a la hora de plantear la construcción de un parque eólico es la presión social. Tras el análisis de las encuestas, hemos podido concluir que el impacto paisajístico que causan los parques es la principal causa de que el desarrollo de esta energía no sea totalmente factible, ya que la población se moviliza en contra. Para el desarrollo de esta energía se plantean dos posibles opciones: la repotenciación o la eólica marina.

La repotenciación se basa en sustituir los molinos antiguos y de baja potencia ya instalados por nuevas máquinas con tecnología moderna y de más potencia unitaria. Esta sustitución es rentable siempre y cuando se haga en parques que llevan ya 10 años de funcionamiento, puesto que si no, la rentabilidad económica de la empresa se vería reducida. Una repotenciación significaría una reducción de la infraestructura del parque, ya que disminuiría el número de

máquinas y el desarrollo tecnológico haría que fuesen mecanismos más silenciosos. Esta nueva implantación, más moderna, implicaría que el impacto paisajístico y el sonoro, disminuyese.

Caso PESUR

Un caso de repotenciación en Andalucía, de momento el único de España, es el del parque eólico PESUR, situado en Tarifa en la provincia de Cádiz. En 1992 se inicia la actividad de este parque por parte de tres empresas: Ecotecnia, Endesa y Abengoa. Cada empresa aporta sus máquinas, Ecotecnia y Endesa tienen diseños propios (FEE 2010-1) pero Abengoa decide usar aerogeneradores de Estados Unidos (FEE 2010-2). Este parque estaba diseñado con una potencia de 30 MW, ampliable con los años a 50 MW y cuya vida comercial no se esperaba que superara los 15 años. En un principio, este proyecto tuvo un gran apoyo, al ser algo novedoso en Andalucía y al estar ubicado en una zona cuya velocidad del viento era idónea (8 m/s) a pesar de que la inversión rondaba 3.600 millones de las antiguas pesetas, aunque de ella, el 24% provenía de ayudas públicas. El parque constaba de:

- 100 aerogeneradores repartidos entre Ecotecnia y Made, cuya potencia era de 150 kW cada máquina.
- 150 máquinas de la empresa estadounidense AWP, que aportaba Abengoa, con una potencia unitaria de 100KW.

La empresa Abengoa pretendía demostrar que, aunque el parque constase de maquinaria española (maquinaria de barlovento) y máquinas procedentes de Estados Unidos con otro diseño, (máquinas de sotavento), estas últimas producirían más energía. Años después de poner en marcha el parque, a lo largo de su funcionamiento se comprobó que los aerogeneradores de diseño español tenían mejor recuperación energética que los de diseño americano, sotavento; en la actualidad los aerogeneradores que se construyen en todo el mundo son en su mayoría de tipo barlovento.

Es una muestra de que la tecnología española en energías renovables sigue las líneas punteras de desarrollo (FEE, 2010).

La repotenciación de PESUR ha consistido en sustituir los 250 aerogeneradores por 42 nuevas máquinas, de potencia unitaria 2.000 kW, lo que supone una nueva potencia total de 74 MW, es decir dos veces y media más que el antiguo parque, ocupando el mismo espacio y reduciendo el número de aerogeneradores a menos de la quinta parte. No disponemos de información escrita sobre los resultados operativos, pero en conversaciones con el gestor del parque nos ha dicho que han mejorado la recuperación energética, pasando de 2.600 a 3.200 horas equivalentes a plena carga al año.

Comparando ambos parques se estima que ha habido un muy significativo incremento de la generación de electricidad, pasando de una estimación en el parque antiguo de unos 78 millones de kWh/año a otra estimación de 237 millones de kWh, es decir se ha triplicado esa generación.

Propuesta parque eólico marino en la costa de Málaga

La segunda alternativa que proponemos para la extensión de la eólica en Andalucía es la de construir parques offshore, y a continuación se expone un ejemplo.

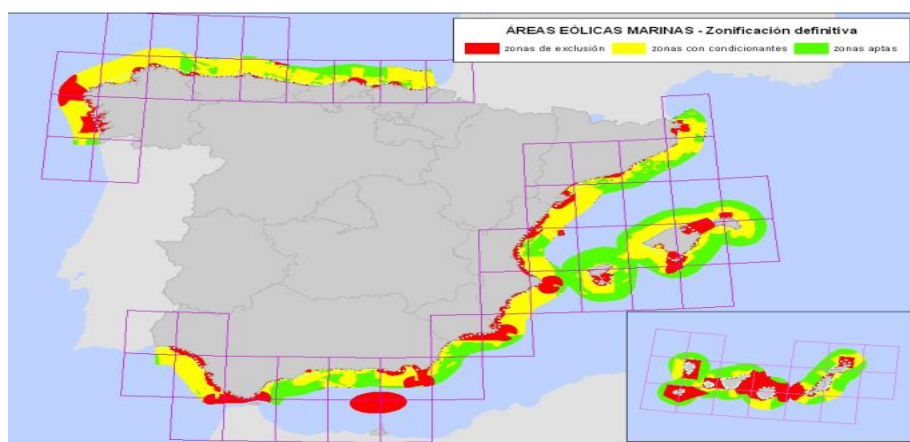


Figura 17. Áreas eólicas marinas. Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimento y Medio Ambiente.

Para esta propuesta en primer lugar se deben de analizar las restricciones ambientales que pueden darse. En el mapa de la figura 17 se pueden ver las zonas en la costa de España donde sería apropiada la construcción de un parque eólico marino, colores verde en primer lugar y amarillo con más precauciones.

De las posibles zonas de ubicación en Andalucía, nosotros nos hemos fijado en la costa de Málaga o en la de Almería, ya que en la de Cádiz ha habido un fuerte rechazo previo. Definitivamente nos hemos decantado por la costa de Málaga, ya que cerca de la costa almeriense se ha decretado una zona de exclusión, color rojo en la figura 17, y se nos podrían presentar más problemas tanto sociales como a la hora de evaluar el daño al medio marino. El emplazamiento de la costa de Málaga se encuentra alejado de la zona de exclusión del Mar de Alborán.

Las máquinas antes del 2015 eran de 3 MW situadas a una profundidad de 20 metros, actualmente su potencia unitaria es de 5MW, con una profundidad válida de anclaje de hasta 40 metros, y nosotros vamos a suponer que para el 2020, se han desarrollado maquinarias necesarias, para que tengan una potencia un poco mayor, de 6 MW con una profundidad de fijación de 50 metros o más; con la posibilidad de que para esa fecha las estructuras offshore sea semiflotante o flotante.

Suponiendo este avance tecnológico, este parque constaría de aerogeneradores flotantes, como los usados hoy en día como demostración en las costas de Noruega. Estos aerogenerador también llamados, "Hywind" se asemejan a una boya de las que nos encontramos en el mar, están diseñados para poder ser colocados en zonas profundas. La turbina de estos aerogeneradores estaría fuera del agua, mientras que el resto de estructura de hormigón y/o acero estaría flotando por debajo del agua. Una de las cosas más curiosas de este prototipo de aerogenerador, es que está diseñado de tal forma que nunca se hunda ni sufra daños grandes debido a las tormentas o el oleaje, ya que posee una base semiesférica que actúa de sobrepeso ante estas situaciones.

La ubicación pensada para poner este parque, sería entre la costa de Málaga y lejos del mar Alborán, sin afectar a las zonas protegidas. Las corrientes superficiales en este mar fluyen hacia el Este, aportando agua atlántica al Mediterráneo, sin embargo las corrientes submarinas, aportan el agua del mediterráneo a la zona del atlántico. Esta variedad de corrientes, hace que en esta zona exista una riqueza faunística.

Entre las especies destacas en esta zona, está el delfín nariz de botella y las tortugas marinas. También cabe destacar que hay una gran presencia de sardinas y pez espada, por lo que en esta zona, la pesca es importante.

Para evitar el daño que se puede producir a la biodiversidad marina, se realizarían varios estudios previos, para ver qué zonas son las menos "peligrosas" para instalarlo; valorando tanto el periodo de construcción como el de operación. Debemos tener en cuenta que la construcción de estos parques eólicos también puede favorecer a la fauna local, ya que se podrían crear zonas de no pesca y zonas de arrecifes artificiales donde las especies podrían crecer sin problemas. Se tiene que tener en cuenta que los aerogeneradores que se usarían en este parque, serian flotantes, por lo que el daño al medio marino sería menor que usando otro tipo de aerogenerador.

Este parque constaría de 15 máquinas de 6 MW cuyas torres se situarían a 13 kilómetros de la costa malagueña, figura 18, evitando así el impacto paisajístico que tanta importancia tiene como hemos visto en las encuestas, en esta Comunidad Autónoma.



Figura 18.Posible localización de un parque eólico marino. Fuente: elaboración propia

La distribución de las torres se planificaría con 3 filas paralelas de 5 máquinas cada una, cada fila estaría separada por 2 kilómetros; se evitaría el paso de los barcos de tráfico convencional que pudieran dar lugar a un accidente. A su vez, se facilitaría a los barcos unas rutas de navegación paralelas para poder bordear este recinto evitando así cualquier molestia.

La inversión de este parque sería de 2,5 millones de euros por cada MW, por tanto en este parque sería una inversión de 15 millones de euros por máquina, incluyendo toda la infraestructura eléctrica necesaria, lo que hace un total de 225 millones de euros para las 15 maquinarias previstas. Es una gran inversión, lo que hace que el proyecto deba ser estudiado atentamente y realizado por una empresa que tenga esquemas de largo plazo en sus planteamientos económicos: financiación, retorno de la inversión, beneficios, etc.

Se ha previsto que el parque se estudie con una financiación total que se devolvería a veinte años con un interés del crédito del 5%. Con ese punto de partida, e incluyendo los gastos de operación, mantenimiento, seguros y otros, resulta un coste medio para esos veinte años de periodo de amortización de 8,4 cts de €/kWh. En el anexo 4 se muestran detalles de este análisis.

Ese valor de coste es mayor que el correspondiente a los parques en tierra firme, y también está por encima del correspondiente a la subasta de generación eléctrica convencional en España, que se sitúa en unos 5 cts de €/kWh; ahora bien en este último valor no se incluye en muchas de las ofertas el coste de amortización ya que está descontada por los “fondos de transición a la competencia” que se asignaron en la Ley del Sector Eléctrico de 1997 a todas las instalaciones construidas antes de esta fecha.

Nos encontramos pues ante un tema que ha de analizar la Administración Española que intenta que se desarrollen las energías renovables, y en la actualidad estudia cómo asegurar un beneficio de un 7,5% a las inversiones en estas energías, sobre la base de que cada proyecto sea estudiado y aprobado previamente.

Aparte de la elevada inversión, otro problema que nos podemos encontrar aquí es la opinión pública. Como hemos visto en las encuestas, el rechazo social es elevado en cuanto al impacto paisajístico, por eso este parque estaría situado a 13 kilómetros de la costa, no viéndose los molinos desde la playa. Es cierto, que también nos podemos encontrar con negativas de los pescadores de la zona, pero se les deberá informar que la pesca no se prohibirá en ningún momento en la zona y que la construcción de este parque también generaría empleo, que sería dado a población de la propia provincia.

Por supuesto los estudios ambientales de la zona de emplazamiento deberán ser exhaustivos y claros, con la participación de las instituciones más adecuadas: Universidades, Centros de Investigación, consultores expertos, etc.

7. Análisis de resultados

Durante la realización de este trabajo, se me plantearon muchas dudas ante el desarrollo de la eólica en Andalucía, ya que no entendía porque no evolucionaba de manera más firme, ya que al principio tenía la idea de que sería fácil, pero me equivocaba. Elegí Andalucía, porque aparte de tener orígenes de allí, había leído y me habían comentado, gente del mundo de la eólica, que Andalucía tenía una gran potencia eólica, pero que nadie apostaba por ella. Probablemente, sea una de las energías cuyo desarrollo sea el más lento y uno de los más problemáticos ya que como hemos visto, los principales problemas son los económicos y el impacto paisajístico.

Como hemos visto en el apartado de la energía eléctrica en España, Andalucía demanda mucha energía de biomasa, porque probablemente le sale más barato que implicarse en obtenerla de otras energías limpias. Es comprensible, que en los tiempos que estamos, sumergidos en una crisis, tengamos que manejar mejor el dinero y pensar dos veces, en que vamos a invertir el dinero, y más cuando no es nuestro, sino de todos. Pero esto me hace recapacitar. ¿Es mejor invertir en el futuro o invertir en lo inmediato y ya veremos lo que el futuro nos depara?

Ante mi parecer, la Comunidad de Andalucía ha seguido este último camino, ya que hubo unos años, donde se impulsó el desarrollo de la eólica gracias a las ayudas suministradas por el gobierno de la época, pero que luego se quitaron, produciendo un parón en el sector, que hoy en día es notable.

	Aves	Ruido	Rechazo social	paisaje	EIA	Falta de información
Almería	-	-	-	-	-	X
Cádiz	X	-	X	X	X	-
Córdoba	-	-	-	-	-	X
Granada	X	X	X	X	-	X
Huelva	-	-	-	-	-	X
Jaén	-	-	-	-	X	X
Sevilla	-	-	X(marina)	X	-	X

En el cuadro previo se ve un resumen de la problemática en cada provincia, basada en la opinión propia generada tras pasar las encuestas en distintos puntos de la comunidad y tras leer artículos de prensa.

La primera conclusión que me encuentro es la falta de información, dato que me resulta muy llamativo, ya que los ciudadanos deberían estar informados de todo lo que pase en su comunidad. No he encontrado muchos documentos de la Junta de Andalucía, hablando del desarrollo de la energía eólica, y tampoco de las renovables, pero por el otro lado, si he encontrado muchos documentos en contra de la energía eólica, pero eran artículos de prensa y blogs de ciudadanos de las provincias. En algunas zonas es comprensible que no haya este tipo de información ya que es poco apropiado el desarrollo de esta energía, debido al poco viento de la zona o porque no compensa económicamente depender en cierto modo de la energía del viento.

Centrándonos en el desarrollo de la energía eólica se ve que la opción de repotenciar parques de máquinas pequeñas y antiguas para así incrementar la potencia total es una alternativa clara que se debe estudiar para todos aquellos casos de parques que hayan cumplido al menos diez años de vida.

La alternativa de la eólica marina presenta problemas económicos y ambientales que deberán ser estudiados en cada caso.

8. Conclusiones

España en general, y Andalucía en particular, se encuentran en una encrucijada energética que reclama estudios en profundidad. Éste ha sido sólo una aproximación en el contexto de la generación de electricidad con energía eólica.

Entendemos que hay problemas de futuro en lo que respecta a la seguridad de abastecimiento energético. La eólica puede ser una opción con diferentes formas de desarrollo, pero en cualquier caso precisa de análisis y trabajos que lleven a un consenso social y a los adecuados resultados económicos.

9.- Bibliografía

Documentos y libros consultados

- Atienza J.C., Martín Fierro I., Infante O., Valls J. & Domínguez J. (2012), "Directrices para la evaluación del impacto de los parques eólicos en aves y murciélagos (versión 3.0)". SEO/BirdLife. Madrid, España.
- FEE(2010-1),FUNDACION PARA ESTUDIOS SOBRE LA ENERGÍA, Universidad Politécnica de Madrid, "ENERGIAS RENOVABLES PARA LA GENERACION DE ELECTRICIDAD EN ESPAÑA",
- FEE(2010-2) FUNDACION PARA ESTUDIOS SOBRE LA ENERGIA, Universidad Politécnica de Madrid," INVESTIGACION ENERGETICA EN ESPAÑA".
- Moselle,Boaz;Padilla,Jorge; Schmalensee, Richard.(2010), "ELECTRICIDAD VERDE: ENERGIAS RENOVABLES Y SISTEMA ELECTRICO". Editorial Marcial Pons .

Información tomada en páginas web

- AEE; Asociación Empresarial Eólica (2013) "Generación eólica" "disponible en : <http://www.aeeolica.org/es/sobre-la-eolica/la-eolica-en-espana/generacion-eolica/>
- AAE; Agencia Andaluza de la Energía , "Energía Eólica Marina" disponible en:

"http://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/sites/default/files/energia_eolica_marina.pdf

- AAE; Agencia Andaluza de la Energía, "PASENER 2007-20013" disponible en :
http://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/sites/default/files/2_pasener_2007-2013_documento_completo.pdf
- AEE; Agencia Andaluza de la Energía," PLEAN 2003-2006 "disponible en:
http://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/sites/default/files/1129906106388_plean2003-20061.pdf
- Enercon. Noviembre 2012. "La repotenciación de los parques eólicos y la mejora de la respuesta a la red" Disponible en :
http://www.aeeolica.org/uploads/documents/jir2010/II_Juan-Hernan_ENERCON.pdf
- Junta de Andalucía. Capítulo 3." La energía eólica en España y en Andalucía: situación y perspectivas" Disponible en:
<http://www.juntadeandalucia.es/educacion/vscripts/wbi/w/rec/4135.pdf>
- REE; Red eléctrica de España. (2013)." La demanda de energía eléctrica desciende un 2,1%".Madrid, España.
- Revista eólica y del vehículo eléctrico. Agosto 2012 "Andalucía, a la cabeza del desarrollo de la energía eólica y termosolar"<http://www.evwind.com/2012/08/21/andalucia-a-la-cabeza-del-desarrollo-de-la-energia-eolica-y-termosolar/>
- Scribd. "GUIA PARA LA EVALUACION AMBIENTAL ,ENERGIAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES" disponible en
<http://es.scribd.com/doc/50311164/37/Figura-19-Estimacion-del-nivel-de-ruido-en-distancia-al-parque-eolico>

Noticias y denuncias

- Ecologismos.(14-06- 2011) “ Sistemas para alejar a las aves de los aerogeneradores”
- El mundo.es (18-12-2008) “El molino inteligente que protege a las aves”
Asociación Senderistas Pasos largos.
http://www.pasoslargos.com/historico/opinion_industriaeolica_juanluis.htm
- Rtve.es (03-02-2014) “El Gobierno quiere eliminar las primas para los parques eólicos autorizados antes de 2005”

Anexos

1. Listado de parques de Andalucía, en concreto los de las provincias de Cádiz y Granada
2. Registros de colisiones de aves y murciélagos en parques eólicos. (SEO/BirdLife)
3. Modelo de encuesta
4. Análisis económico

1. Listado de parques de Andalucía, en concreto los de las provincias de Cádiz y Granada (2015)

parque eólico	Sociedad promotora	provincia	potencia instalada	número de aerogeneradores	potencia unitaria	marca del aerogenerador
Loma del Capón	Sinia Renovables, S.C.R.R.S.	Granada	30,6	17	1800	VESTAS
Los Morrones	ACCIONA ENERGÍA	Granada	30	15	2000	GAMESA
Dólar III	IBERDROLA ENERGÍAS RENOVABLES DE ANDALUCÍA	Granada	49,5	21 y 4	2000	GAMESA
Ferreira II	IBERDROLA ENERGÍAS RENOVABLES DE ANDALUCÍA	Granada	49,5	25	2000	GAMESA
Huéneja III	IBERDROLA ENERGÍAS RENOVABLES DE ANDALUCÍA	Granada	49,5	25	2000	GAMESA
Las Lomas	WINDET EÓLICA ANDALUZA	Granada	15	10	1500	VESTAS
Las Lomas	Parque Eólico Lomas de Lecrín, s.l.	Granada	2	1	2000	ENERCON
Lecrín	Parque Eólico Lecrín, S.L.	Granada	12	6	2000	ENERCON

Lomas de Manteca	Parque Eólico Lomas de Manteca, S.L.	Granada	4	2	2000	ENERCON
Cueva Dorada	COMPAÑÍA EÓLICA GRANADINA	Granada	16,15	19	850	GAMESA
Los Sillones	COMPAÑÍA EÓLICA GRANADINA	Granada	19,55	23	850	GAMESA
El Conjuero	S.E. Montes del Conjuero	Granada	17	14 y 6	850	GAMESA
El Conjuero	WINDET EÓLICA ANDALUZA	Granada	13,6	16	850	GAMESA
Padul	ENEL GREEN POWER ESPAÑA	Granada	18	11	2000	VESTAS
Valcaire	SINERGIA ANDALUZA, S.L.	Granada	16	8	2000	VESTAS
Jaufil	Parque Eólico Jaufil, S.L.	Granada	4	2	2000	ENERCON
Loma de Lázaro	ACCIONA ENERGÍA	Cádiz	16	8	2000	ENERCON
Viento de Alcalá	ACCIONA ENERGÍA	Cádiz	42	21	2000	ENERCON
Buenvista	DESARROLLOS EÓLICOS DE BUENAVISTA, S.A.	Cádiz	7,8	26	300	DESA
La Victoria	EON Renovables	Cádiz	23,21	12	2000	VESTAS
Alijar	ALDESA ENERGÍAS RENOVABLES	Cádiz	24	16	1500	ACCIONA WIND POWER
Bolaños	IBERENOVA PROMOCIONES	Cádiz	24	12	2000	GAMESA

Chorreaderos Bajos	IBERDROLA ENERGÍAS RENOVABLES DE ANDALUCÍA	Cádiz	30	15	2000	GAMESA
Doña Benita Cuellar	IBERDROLA ENERGÍAS RENOVABLES DE ANDALUCÍA	Cádiz	32	16	2000	GAMESA
El Olivillo	ALDESA ENERGÍAS RENOVABLES	Cádiz	25,5	17	1500	ACCIONA WIND POWER
Jerez	WIGEP Andalucía, S.A.	Cádiz	42,5	22	2100	SUZLON
La Rabia	GECAI, S.A	Cádiz	21,71	13	1670	Alstom-ECOTECNIA
Los Isletes	IBERENOA PROMOCIONES	Cádiz	9,94	5	2000	GAMESA
Roalabota	ALDESA ENERGÍAS RENOVABLES	Cádiz	28,05	19	1500	ACCIONA WIND POWER
El Pino	Energías Eólicas del Pino, S.L.	Cádiz	24,6	4 y 7	3000 y 1800	VESTAS
Almeriques	Eólica La Janda, S.L.U.	Cádiz	25,72	12 y 1	2000 y 1720	VESTAS
El Venzo	IBERENOA PROMOCIONES	Cádiz	8	4	2000	GAMESA
Las monjas	Eólica La Janda, S.L.U.	Cádiz	26	7, 6 y 1	1800, 2000 y 1400	VESTAS

Las Monjas Fase II	Eólica La Janda, S.L.U.	Cádiz	8	4	2000	VESTAS
Los Alburejos	IBERENOVA PROMOCIONES	Cádiz	10	5	2000	GAMESA
Rancho Viejo	Eólica La Janda, S.L.U.	Cádiz	14,4	8	1800	VESTAS
Las Vegas	AL ANDALUS WIND POWER	Cádiz	22	10	2300	SIEMENS
Zorreras	P&T TECNOLOGÍA IBER, S.L.U.	Cádiz	32	19	2000	GAMESA
Cortijo de Guerra I	Parque eólico Puerto Real, S.L.	Cádiz	40,8	17	3000	VESTAS
Cortijo de Guerra I Ampliación	Parque eólico Puerto Real, S.L.	Cádiz	1,2			VESTAS
Cortijo de Guerra II	LDV CORTIJO DE GUERRA, S.L.	Cádiz	28	14	2000	ENERCON
La Castellana	ACCIONA ENERGÍA	Cádiz	46	17 Y 4	2000 Y 3000	ENERCON y ACCIONA WIND POWER
Chorreaderos Altos	IBERDROLA ENERGÍAS RENOVABLES DE ANDALUCÍA	Cádiz	20,59	11	2000	GAMESA
Los Isletes	AL ANDALUS WIND POWER	Cádiz	25,3	11	2300	SIEMENS

Almendarache	WIESA 6	Cádiz	21	11	2000	GAMESA
Aviadores	DERROLLOS EÓLICOS ALMARCHAL, S.A.U.	Cádiz	6	4	1500	VESTAS
Cortijo de Iruelas	ACCIONA ENERGÍA	Cádiz	13,6	17	800	MADE
EEE (Repotenciado)	SOCIEDAD EÓLICA DE ANDALUCÍA, S.A.	Cádiz	32	16	2000	ENERCON
El Bancal	PARQUE EÓLICO BANCAL, S.L.	Cádiz	21	10	2000	VESTAS
El Cabrito / La Locustura (Laese)	PROASEGO	Cádiz	1,65	1	1650	VESTAS
El Gallego	ACCIONA ENERGÍA	Cádiz	24	30	800	MADE
El Pandero	ACCIONA ENERGÍA	Cádiz	20	7 y 3	2000	GAMESA
El Ruedo	ACCIONA ENERGÍA	Cádiz	16	20	800	MADE
Hinojal I	Parque eólico Hinojal, S.L.	Cádiz	13,8	6 y 1	2000 y 1800	VESTAS
Hinojal II	Parque eólico Hinojal, S.L.	Cádiz	7,4	3 y 1	1800 y 2000	VESTAS
KW Tarifa (El Cabrito)	KW Tarifa	Cádiz	36,9	90	410	Kenetech

La Herrería	AEROGENERADORES DEL SUR, S.A.	Cádiz	46,76	28	1670	Alstom-ECOTÈCNIA
La Joya (PEESA)	P.E.E.S.A. (PLANTA EÓLICA EUROPEA, S.A.)	Cádiz	6	12	500	VESTAS
La Manga	ACCIONA ENERGÍA	Cádiz	12	15	800	MADE
La Risa	Desarrollos Eólicos Almarchal, S.A.U.	Cádiz	12	6	2000	VESTAS
La Tahuna	PROASEGO	Cádiz	20	10	2000	ENERCON
La Torre I	ACCIONA ENERGÍA	Cádiz	16	8	2000	GAMESA
Levantera	AGE GENERACIÓN EÓLICA, S.A.	Cádiz	0,65	5 y 1	100 y 150	AWP / MADE
Loma de Almendarache	ACCIONA ENERGÍA	Cádiz	12	6	2000	GAMESA
Los Lances	SOCIEDAD EÓLICA LOS LANCES, S.A.	Cádiz	10,68	8 y 9	660 y 600	MADE y Alstom-ECOTÈCNIA
Los Siglos	Parque Eólico Los Siglos, S.L.	Cádiz	18	10	2000	VESTAS
Monteahumada I	MADE TECNOLOGÍAS RENOVABLES, S.A.	Cádiz	2,42	1, 1 y 1	1300, 800 y 330	MADE
Pasada de Tejeda	AEROGENERADORES DEL SUR, S.A.	Cádiz	10,02	6	1670	Alstom-ECOTÈCNIA

Pedregoso A	ELICA EL PEDREGOSO	Cádiz	16,2	9	1800	VESTAS
Pedregoso B	EÓLICA EL PEDREGOSO	Cádiz	16,2	9	1800	VESTAS
Pedregoso D	EÓLICA DEL PINO	Cádiz	16,2	9	1800	VESTAS
PESUR (Repotenciado)	SOCIEDAD EÓLICA DE ANDALUCÍA, S.A.	Cádiz	42	21	2000	ENERCON
Prototipo DESA Hinojal/Tahivilla	DESARROLLOS EÓLICOS DE TARIFA	Cádiz	0,6	1	600	DESA
Prototipo Ecotècnia (Tarifa)	Alstom-Ecotècnia	Cádiz	0,5	1	500	
Prototipo Ecotècnia Tarifa	Alstom-Ecotècnia	Cádiz	0,6	1	600	
Puerto Facinas	Eólica La Janda, S.L.U.	Cádiz	12	6	2000	GAMESA
Río Almodóvar	ACCIONA ENERGÍA	Cádiz	12,8	16	800	MADE
Tahivilla	DESARROLLOS EÓLICOS DE TARIFA	Cádiz	30	100	300	DESA
Tarifa II	Alstom-Ecotècnia	Cádiz	0,15	1	150	Alstom-Ecotècnia
Tarifa III	Alstom-Ecotècnia	Cádiz	0,2	1	200	Alstom-Ecotècnia

Zarzuela II	Parque eólico Hinojal, S.L.	Cádiz	14,8	2 y 6	2000 y 1800	VESTAS
Zorreras (las)	PROASEGO	Cádiz	20	10	2000	ENERCON
Lomas de las Peñuelas	Eólica La Janda, S.L.U.	Cádiz	9	3	3000	VESTAS
Cerro Conilete	EDPR	Cádiz	9	3	3000	VESTAS
Loma del Suyal (Fase A)	Eólica La Janda, S.L.U.	Cádiz	4		3000	VESTAS
Loma del Suyal (Fase B)	Eólica La Janda, S.L.U.	Cádiz	4		3000	VESTAS
Los Granujales	ENEL GREEN POWER ESPAÑA, S.L.	Cádiz	24	12	2000	GAMESA
Mostaza	Eólica La Janda, S.L.U.	Cádiz	18	9	2000	VESTAS
Tejonero	Eólica La Janda, S.L.U.	Cádiz	32	16	2000	VESTAS

2. Representación de registros de colisiones de aves y murciélagos en parques eólicos (2015). (SEO/BirdLife)

Leyenda

MAR: Aves marinas (Gaviidae, Procellariiformes, Pelecaniformes y Sulidae)

ACU: Aves acuáticas y cigüeñas (Podicipedidae, Phalacrocoracidae, Ciconiiformes, Phoenicopteriformes y Anseriformes)

RAP: Aves rapaces (Falconiformes)

GAL: Perdices y faisanes (Galliformes)

GRU: Grullas (Gruiformes)

LIM: limícolas (Charadriiformes excepto Laridae)

GAV: Gaviotas (Stercoraridae, Laridae y Rynchopidae)

COL: Palomas y gangas (Columbiformes)

CUC: Cucos (Cuculiformes)

NOC: Aves nocturnas (Strigiformes y Caprimulgidae)

VEN: Vencejos (Apodiformes)

PIC: Carpinteros, trepadores y agateadores (Piciformes)

PAS: Paseriformes (Passeriformes)

MUR: Murciélagos

INS: Insectos protegidos

<u>Grupo</u>	<u>Especie</u>	<u>Lugar</u>	<u>Nº muertes</u>	<u>Referencia</u>
ACU	Anasplatyrh nchos	Cádiz	1	Muñoz,2008o
ACU	Anasplatyrh nchos	Cádiz	2	Muñoz,2008h
ACU	Bulbulcus ibis	Cádiz	2	Muñoz, 2008b.
ACU	Bulbulcus ibis	Cádiz	5	Muñoz et al. 2009
ACU	Egretta garzeta	Cádiz	1	Muñoz et al.2009
RAP	Accipiter gentilis	Cádiz	1	Muñoz,2008a
RAP	Accipiter gentilis	Cádiz	1	Ornitour,2008b
RAP	Buteo buteo	Cádiz	1	Lobon y Villar,2009a
RAP	Buteo buteo	Cádiz	1	Lobon y Villar,2009b
RAP	Buteo buteo	Cádiz	2	Muñoz,2008e
RAP	Circus aeruginosus	PESUR	6	Marti y Barrios,1995
RAP	Circus aeruginosus	Tarifa	1	Janss,2000.En: Kingsley y Whittam 2007
RAP	Circus aeruginosus	Cádiz	1	Muñoz,2008c
RAP	Falco naumanni	Cádiz	1	Clemente,2009b
RAP	Falco naumanni	Cádiz	1	Fernandez,2008b
RAP	Falco naumanni	PESUR	18	Marti y Barrios,1995
RAP	Falco sp.	Cádiz	1	Yarte,2009
RAP	Falco sp.	Cádiz	2	Sereno,2009
RAP	Falco tinnunculus	PESUR	24	Marti y Barrios,1995
RAP	Falco tinnunculus	Cádiz	1	Muñoz, 2008k
RAP	Falco tinnunculus	Cádiz	1	Arcosur Atlántico, 2009
RAP	Falco tinnunculus	Cádiz	1	Yarte, 2009
RAP	Gyps fulvus	Cádiz	3	Muñoz,2008a
RAP	Gyps fulvus	Cádiz	15	Lobon y Villar,2009a
RAP	Gyps fulvus	Cádiz	4	Muñoz,2008b
RAP	Gyps fulvus	Cádiz	7	Lobon y Villar,2009b
RAP	Hieraaetus fasciatus	Cádiz	1	Lobon y Villar,2009a
RAP	Hieraaetus fasciatus	Cádiz	1	Muñoz,2008g
RAP	Hieraaetus fasciatus	Cádiz	1	Lobon y Villar,2009g
RAP	Hieraaetus fasciatus	Cádiz	2	Lazp et al.,2008
RAP	Milvus migrans	PESUR	2	Martí y Barrios,1995
RAP	Milvus migrans	Cádiz	1	Yarte,2009

RAP	Milvus migrans	Cádiz	1	Lobon y Villar, 2009g
RAP	Pandion haliaetus	Cádiz	1	Muñoz, 2008n
RAP	Rapaces sin identificar	PESUR	2	Martí y Barrios, 1995
GAL	Coturnix coturnix	Cádiz	1	Fernandez, 2009b
GAL	Galeridacrista	Cádiz	1	Muñoz, 2008b
GAL	Galeridacrista	Cádiz	1	Muñoz, 2008i
GAL	Galeridacrista	Cádiz	1	Muñoz, 2008k
GAL	Galeridacrista	Cádiz	1	Muñoz, 2008n
GRU	Grus grus	Cádiz	1	Muñoz, 2008d
LIM	Pluvialis apricaria	Cádiz	1	Muñoz, 2008d
GAV	Larus cachinnans	Cádiz	3	Clemente, 2009a
GAV	Larus cachinnans	Cádiz	1	Clemente, 2009a
NOC	Bubo budo	PESUR	2	Martí y Barrios, 1995
NOC	Bubo budo	Cádiz	1	Cruz, 2009
NOC	Tyto alba	Cádiz	1	Lobon y Villar, 2009f
PAS	Carduelis carduelis	Cádiz	2	Muñoz, 2008m
PAS	Cisticola juncidis	Cádiz	1	Muñoz, 2008, g
PAS	Delichon urbicum	Cádiz	1	Lobon y Villar, 2009b
PAS	Delichon urbicum	Cádiz	1	Muñoz, 2008k
PAS	Delichon urbicum	Cádiz	1	Serano, 2009
PAS	Emberiza calandra	Cádiz	5	Muñoz, 2008b
PAS	Emberiza calandra	Cádiz	2	Muñoz, 2008c
PAS	Emberiza calandra	Cádiz	3	Muñoz, 2008n
PAS	Emberiza calandra	Cádiz	3	Muñoz, 2008o
PAS	Emberiza calandra	Cádiz	1	Lobon y Villar, 2009f
PAS	Galeridacrista	Cádiz	2	Lobon y Villar, 2009g
PAS	Hirundo rustica	Cádiz	1	Muñoz, 2008d
PAS	Hirundo rustica	Cádiz	1	Muñoz, 2008j
PAS	Lanius senatus	Cádiz	1	Muñoz, 2008b

3.	PAS	Lanius senato r	Cádiz	2	Muñoz, 2008e
	PAS	Melanocorypha calandra	Cádiz	1	Muñoz, 2008f
	PAS	Melanocorypha calandra	Cádiz	2	Muñoz et al. 2009
	PAS	Melanocorypha calandra	Cádiz	1	Muñoz et al. 2009
	PAS	Melanocorypha calandra	Cádiz	2	Fernandez, 2009b
	PAS	Merops alpestris	Cádiz	1	Sereno, 2009
	PAS	Motacilla alba	Cádiz	1	Lobon y Villar, 2009a
	PAS	Motacilla flava	Cádiz	1	Muñoz, 2008e
	PAS	Myotis blythii	Cádiz	1	Yarte, 2009
	PAS	Passer domesticus	Cádiz	1	Muñoz, 2008a
	PAS	Passer domesticus	Cádiz	2	Muñoz, 2008b
	PAS	Passer domesticus	Cádiz	1	Muñoz, 2008g
	PAS	Phylloscopus collybita	Cádiz	1	Lobon y Villar, 2009d
	PAS	Saxicola torquata	Cádiz	1	Muñoz, 2008i
	PAS	Saxicola torquata	Cádiz	1	Lobon y Villar, 2009e
	PAS	Sturnus unicolor	Cádiz	1	Lobon y Villar, 2009e
	PAS	Sturnus unicolor	Cádiz	1	Lobon y Villar, 2009c
	PAS	Sturnus vulgaris	Cádiz	1	Muñoz, 2008g
	MUR	Pipistrellus pipistrellus	Cádiz	2	Yarte, 2009
	MUR	Pipistrellus pipistrellus	Cádiz	2	ORNITOUR, 2008d
	MUR	Pipistrellus pipistrellus	Cádiz	18	Lazo et al., 2008
	MUR	Pipistrellus pipistrellus	Cádiz	1	Muñoz, 2008b
	MUR	Pipistrellus sp.	Cádiz	2	Muñoz, 2008c

Modelo encuesta realizada

Como parte de una serie de Trabajos Fin de Grado, en la Universidad de Jaén queremos evaluar cuál es la percepción del público sobre la energía eólica y la presencia de parques de molinos en España. ¿Sería tan amable de colaborar contestando una breve encuesta anónima? Muchas gracias.

PREGUNTAS	Mucho	Bastante	Poco	Nada	NS/NC
1. ¿Está usted a favor del desarrollo de las energías renovables?					
2. ¿Está usted a favor del desarrollo de la energía eólica?					
3. ¿Considera que son necesarios los grandes parques eólicos?					
4. ¿Piensa que hay información disponible para los ciudadanos sobre el proceso de diseño, ubicación y construcción de parques eólicos?					
5. ¿Cree que es fácil visitar los parques eólicos?					
6. ¿Opina que se tiene en cuenta a los residentes en el proceso de ubicación y construcción de los parques eólicos?					
7. ¿Considera que los parques eólicos pueden generar impactos de gran importancia y/o magnitud sobre el medio ambiente y/o sobre las condiciones de bienestar de las personas?					
¿Podría poner ejemplos?					
8. ¿Considera inadecuadas las ubicaciones de parques eólicos que conoce?					
¿Citaría algún ejemplo?:					
9. ¿Considera que la presencia de parques eólicos genera importantes problemas para la calidad de vida?					
10. ¿Cree que los parques afectan negativamente al paisaje y su valor estético?					
11. ¿Piensa que existe una alta mortandad de aves en los parques eólicos?					
12. ¿Cree que el ruido ocasionado por los parques afecta al normal desarrollo de la vida animal en su entorno?					
13. ¿Le parece que la construcción de caminos y líneas eléctricas para los parques puede afectar fuertemente a montes y bosques?					
14. ¿Cree que los parques eólicos provocan incendios?					
15. ¿Cree que se debe subvencionar el desarrollo de la energía eólica?					
16. ¿Piensa que la construcción de parques eólicos supone una creación de industria y empleo en su Comunidad Autónoma?					
17. Si hay algún parque eólico en su municipio ¿Considera que su municipio recibe una adecuada compensación económica?					
Razona tu respuesta:					
18. ¿Estaría dispuesto a que instalasen un parque eólico en las cercanías de su domicilio? Supuesto el cumplimiento de los trámites legales de E.I.A.					
¿De qué dependería?:					

Datos de residencia del encuestado.

1. Lugar de residencia habitual:
2. ¿Desde cuándo vive usted aquí/allí? años.
3. Su infancia la vivió en zona Rural o Urbana
4. ¿Usted se siente más Rural o Urbano? (sentimiento personal).
5. ¿Cerca de su residencia hay parques o molinos eólicos? Si No
6. Nómbrelos por favor:

Comportamiento ambiental

7. ¿Es usted miembro de alguna asociación con fines ambientalistas? Si No
¿Cuál?
8. ¿Lee revistas u otras publicaciones de tipo ambiental con cierta frecuencia?
Sí No ¿Cuál?
.....
9. ¿Usa habitualmente bombillas de bajo consumo?
Sí No

Datos socio-demográficos

10. Edad..... años
11. Sexo: Hombre Mujer
12. ¿Podría decirme cuál es su nivel de estudios?
Primarios Secundaria / Bachillerato Universitarios
Formación profesional Sin estudios formales
13. ¿Tiene alguna formación relacionada con las ciencias de la naturaleza? Si
No
14. ¿Podría especificarla?
15. ¿Cuál es o ha sido su profesión?

4. Análisis económico de un parque marino en la costa de Málaga

A continuación se muestran los cálculos referidos a la inversión económica que se debería realizar para esta propuesta.

Se trata un parque con 15 aerogeneradores de una potencia unitaria de 6 MW. La disponibilidad de viento en la costa de Málaga la consideramos de 2.800 horas equivalentes a plena carga. Esto supondría una generación de electricidad de:

- $90 \text{ MW} \times 10^3 \text{ kW/MW} \times 2.800 \text{ h} = 252 \text{ millones de kWh/año}$

La inversión específica en eólica marina se estima en 2,5 Millones de € por MW instalado, mayor que la correspondiente a la eólica en tierra, que se sitúa en la cifra de 1,5 millones de €/MW. Con este supuesto, la inversión total del parque sería de 225 millones de €. A nuestros efectos, suponemos que se amortiza a los 20 años con un tipo de interés sobre el préstamo recibido del 5%:

- Anualidad de devolución: $225 \text{ Millones } € / 20 \text{ años} = 11,25 \text{ Millones de €/año}$
- Interés a pagar el primer año: $225 \text{ Millones } € \times 0,05 = 11,25 \text{ millones de } €$
- Interés a pagar el año 20: $11,25 \text{ Millones } € \times 0,05 = 0,56 \text{ millones de } €$

COSTES

Primer año, un pago total al banco de 22,5 millones de euros. Año 20, un pago al banco de 11,8 millones de euros

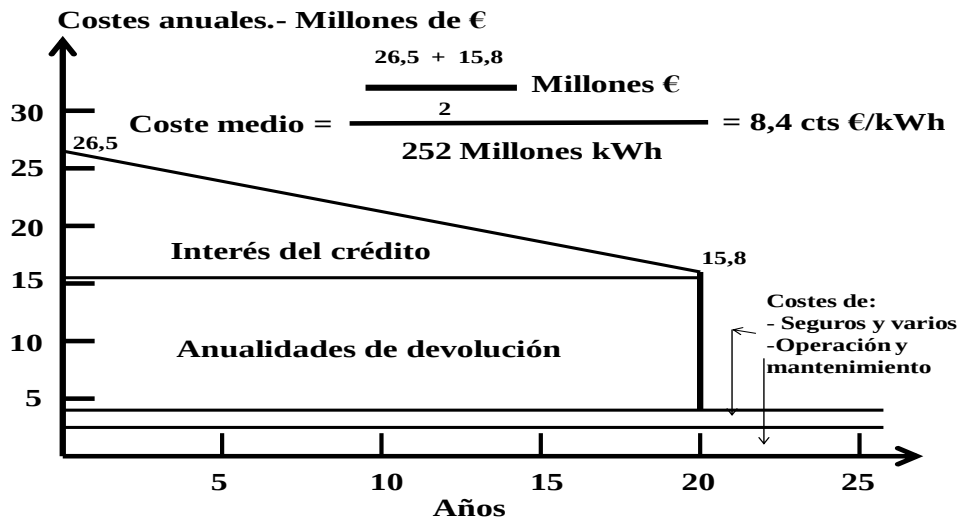
Operaciones y mantenimiento

Se suele contratar una entidad especializada a la cual se le paga por electricidad vendida, por ejemplo algo parecido a 1 ct de € por kWh generado.

-El parque genera 252 millones de kWh, por tanto, 2,5 millones de euros en este concepto.

Adicionales

-Seguros y pagos diversos: 1,5 millones de € anuales.



-En los primeros veinte años, los de la devolución del crédito, resulta un coste medio de 8,4 cts €/kWh.

-Un segundo periodo a partir del año veinte con un coste de algo más de 1,5 cts €/kWh.

La actual subasta de generación de electricidad en España da un coste medio a lo largo del año de unos 5 cts €/kWh, por ello el resultado que nos aparece, 8,4 cts €/kWh no es un valor fuera de la lógica de desarrollo de las energías renovables; sobre todo si tenemos en cuenta que:

- La mayoría de las instalaciones convencionales no deben considerar la amortización en su valor de subasta, ya que ésta ha sido previamente compensada por la Ley del Sector Eléctrico de 1997 con “Los costes de Transición a la Competencia”
- El precio de la electricidad para los consumidores domésticos o de pequeña magnitud, es de 22 cts de €/kWh, muy por encima del que resulta en los cálculos anteriores para la electricidad de origen eólico. Bien es verdad que en ese valor de 22 cts €/kWh se incluye el transporte y distribución.

Por otro lado, el Gobierno Español, trata de establecer un esquema de pagos a las futuras instalaciones de energías renovables que suponga un beneficio a la inversión de un 7,5% anual. No está definido todavía, pero puede adaptarse a un caso como éste.