Nº 67, enero - junio de 2017, pp. 09-29.
ISSN: 0213-4691. eISSN: 1989-9890.
DOI: 10.14198/INGEO2017.67.01

Investigaciones Geográficas
Instituto Interuniversitario de Geografía
Universidad de Alicante

Cita bibliográfica: Díaz Cuevas, M.P., Pita López, M.F., Fernández Tabales, A., & Limones Rodríguez, N. (2017). Energía eólica y territorio en Andalucía: diseño y aplicación de un modelo de potencialidad para la implantación de parques eólicos. *Investigaciones Geográficas,* (67), 9-29. https://doi.org/10.14198/INGEO2017.67.01

Energía eólica y territorio en Andalucía: diseño y aplicación de un modelo de potencialidad para la implantación de parques eólicos

Wind energy and land in Andalusia: the design and application of a potential model to set up wind farms

María del Pilar Díaz Cuevas[1]
María Fernanda Pita López[2]
Alfonso Fernández Tabales[3]
Natalia Limones Rodríguez[4]

Resumen

El trabajo analiza la potencialidad del territorio para la implantación de parques eólicos en la Comunidad Autónoma de Andalucía. Para ello se construye un modelo locacional utilizando las capacidades analíticas de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y las Técnicas de Evaluación Multicriterio (EMC). En este modelo se señalarán las zonas con mayor potencialidad para la implantación eólica, así como aquéllas en las que ésta resulta desaconsejable o incluso incompatible con otras actividades y usos del territorio. Los resultados ponen en evidencia la existencia de diversas limitaciones en Andalucía para el desarrollo de la energía eólica, pero, además y sobre todo, pueden ofrecer un instrumento de gran utilidad para un impulso ordenado del sector eólico en la región.

Palabras clave: Energía eólica; Territorio; Técnicas de Evaluación Multicriterio; Sistemas de Información Geográfica; Andalucía.

Abstract

This paper analyzes the potential of the land to set up wind farms in Andalusia (Southern Spain). A locational model using the analytical capabilities of Geographic Information Systems (GIS) and Multi-criteria Evaluation Techniques (EMC) has been built. This will be able to point out the areas with the greatest potential for wind power, as well as those in which it is inadvisable or even incompatible with other activities and land use. The results highlight the existence of several constraints in Andalusia to develop wind energy, but also and above all, they provide a useful tool to promote the wind energy industry in the region in an orderly fashion.

Key words: Wind energy; Territory; Multi-criteria analysis; Geographical Information System; Andalusia.

1. Introducción

Con una población de 8.401.000 habitantes en 2014 (Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía, 2015) y una extensión de 87.554 km^2, la Comunidad Autónoma de Andalucía posee un alto

1 Departamento de Geografía Física y Análisis Geográfico Regional. Universidad de Sevilla. pilard@us.es
2 Departamento de Geografía Física y Análisis Geográfico Regional. Universidad de Sevilla. mfpita@us.es
3 Departamento de Geografía Física y Análisis Geográfico Regional. Universidad de Sevilla. aftabales@us.es
4 Departamento de Geografía Física y Análisis Geográfico Regional. Universidad de Sevilla. natalialr@us.es

Recepción: 07/11/2016. **Aceptación:** 10/04/2017. **Publicación:** 28/06/2017.

Este trabajo se publica bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional.

grado de dependencia energética estrechamente vinculada a los combustibles fósiles, con unas importaciones que suponen el 80% del consumo energético de la región.

El Plan Andaluz de Sostenibilidad Energética (Agencia Andaluza de la Energía [AAE], 2007), documento base de la administración regional para programar el desarrollo del sector, formulaba entre las metas energéticas de la región previstas para 2013 que un 38,1% de la energía eléctrica consumida procediera de fuentes de energía renovable. Para la energía eólica, objeto del presente trabajo, el objetivo para ese año consistía en alcanzar 4.800 MW instalados, objetivo bastante ambicioso si se considera que en 2007, la potencia eólica instalada en la región era de 1.284 MW (AAE, 2012).

Para alcanzar las metas planteadas, la *Ley 2/2007, de 27 de marzo, de fomento de las energías renovables y del ahorro y eficiencia energética de Andalucía* recogía en su artículo 11 la necesidad de identificar posibles zonas compatibles con las instalaciones de generación y transformación de energías renovables, pero a día de hoy no existe aún en Andalucía ningún referente en la planificación regional que definan zonas compatibles con estas instalaciones.

En la actualidad, el desarrollo de estas energías se encuentra en un momento de ralentización (Díaz-Cuevas y Pita López, 2015), si bien la nueva Estrategia Energética de Andalucía 2015-2020 (AAE, 2016), recoge entre sus objetivos elevar el aporte de energías renovables en 2020 al 25% del consumo final bruto de energía, superándose de este modo los objetivos europeos previstos en la Directiva 2009/28/CE de Fomento de Energías Renovables (objetivo 20%).

El sector se encuentra, así, en un momento de pausa, que debería ser aprovechado para reflexionar sobre los impactos negativos ya producidos como consecuencia de la ausencia de una planificación adecuada. Así, por ejemplo, en el caso andaluz las únicas aproximaciones para la medición de la potencialidad eólica en el territorio han sido realizadas a escala subregional o local, bien en planes específicos desarrollados para el sector (Plan Especial Supramunicipal de Ordenación de Infraestructuras de los Recursos Eólicos en la Comarca de la Janda, -ARENAL, 2004a-, o Plan Especial de Ordenación de los recursos eólicos de Jerez de la Frontera -ARENAL, 2004b- entre otros), o bien en planes de ordenación del territorio subregionales que determinan, en función de una serie de criterios, las zonas aptas para la implantación eólica (Plan de Ordenación del Territorio de La Janda -Consejería de Fomento y Vivienda, 2011a-, o Plan de Ordenación del Territorio del Campo de Gibraltar, -Consejería de Fomento y Vivienda, 2011b-). A pesar de los ejemplos mencionados, se puede afirmar que en este fenómeno, como en otros que se desarrollan en el territorio, resulta obligado el análisis multiescalar por diversas consideraciones:

- En primer lugar, porque la adopción de distintas escalas es clave para entender la realidad en toda su complejidad. Por ejemplo, la implantación de una infraestructura puede tener un efecto equilibrador o desequilibrador, dependiendo de la escala de estudio adoptada (Gutiérrez, 2001). En el caso que nos ocupa, si bien a nivel regional la concentración de parques eólicos en una determinada zona supondría un incremento de la eficiencia técnica y económica al compartir infraestructuras comunes, también implica la concentración del impacto local, pudiendo resultar su implantación altamente desequilibrante en esta escala.
- En segundo lugar, porque pese a ser lícito asumir que los problemas locales pueden obtener respuestas más adecuadas desde la propia acción en esa misma escala, desde la lógica del conocimiento del territorio resulta imprescindible rebasar el ámbito estricto de estudio y generar un marco conceptual de coherencia más amplio, pues, de no hacerlo, se podría cometer el error grave de considerar el área a ordenar como un enclave o espacio aislado (Zoido, 1998).
- En tercer lugar, porque en el análisis territorial y en la planificación, el cambio de escala supone una modificación de las perspectivas con las que se observa el espacio y por ello se debe recurrir a distintos elementos de análisis. Territorialmente implica que en cada nivel han de detectarse los aspectos que permiten examinar esta estructura y los fenómenos esenciales que se originan a dicha escala. Así, los cambios de escala aportan diferenciaciones y matices que quedan ocultos o enmascarados en el nivel precedente, y que podrían ser muy enriquecedores. En el caso contrario, según Harvey (2003), al situar un problema en todas las formas de pensar que operan solo a una escala, las conclusiones se vuelven al menos cuestionables, si no directamente engañosas, y en materia eólica, encontrar una adecuada localización de plantas requiere de una detallada evaluación del territorio que no es compatible con la visión de una sola escala.

En las páginas siguientes se tratará de manera especial la escala regional, la única desarrollada en este artículo por obvias razones de espacio, si bien para cada uno de los niveles habría que identificar los objetivos a perseguir (diferentes en cada escala, lógicamente), los principales contenidos a considerar, la metodología a desarrollar y, por supuesto, en cada caso habría que buscar la representación cartográfica más adecuada.

En consonancia con estas premisas, el objetivo de este trabajo es doble: por un lado, evaluar la potencialidad del territorio andaluz para la implantación de parques eólicos; por otro, elaborar una metodología repetible que permita la evaluación de estas potencialidades territoriales usando para ello las oportunidades instrumentales que ofrecen los Sistemas de Información Geográfica (SIGs) y las Técnicas de Evaluación Multicriterio (EMC).

2. Metodología y fuentes

La valoración de la potencialidad del territorio andaluz para la implantación eólica ha necesitado de una exhaustiva revisión de documentos científicos y de planificación para diferentes ámbitos y escalas espaciales, que ya han establecido determinaciones en este sentido. Este análisis ha servido de base para la definición de los contenidos y criterios a tener en cuenta para una correcta evaluación de la potencialidad eólica en la escala regional. Además estas fuentes documentales han resultado de especial importancia para la identificación de las restricciones a aplicar sobre los criterios definidos, así como para la revisión de las diferentes metodologías desarrolladas.

Los productos y servicios recopilados por el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía en 2011 en la base de datos *Datos Espaciales Referencia de Andalucía para escalas intermedias*, y por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía en la *Red de Información Ambiental de Andalucía,* han sido la base para la recopilación espacial de los criterios planteados. Junto a estas, destacan también las series de ortofotografías aéreas recogidas por la Infraestructura de Datos Espaciales de Andalucía (http://www.ideandalucia.es/portal/web/ideandalucia/), que han servido para la digitalización de otras coberturas utilizadas en el análisis. Este es por ejemplo el caso de los aerogeneradores existentes en la comunidad andaluza, que han sido digitalizados para 2011 (fecha de la última ortofotografía aérea disponible en el momento de realización del trabajo).

El planteamiento de partida de esta investigación nace de entender la potencialidad para la implantación eólica como el resultado de la consideración de dos componentes. El primero de ellos sería el propio recurso eólico, el viento, que actúa en sentido positivo respecto a la potencialidad, de forma tal que a mayor disponibilidad de recurso en cantidad y calidad en un territorio, mayor potencialidad y viceversa. El segundo componente sería el propio territorio, que está afectado por determinados usos, actividades y ocupaciones, que no en todos los casos presentan una compatibilidad clara con la explotación eólica y que conviene preservar. La seguridad y la salud de la población, los bienes patrimoniales, tanto naturales como culturales, o el medio ambiente en general son algunos de los ejemplos de usos del territorio que merecerían especial protección y que deberían ser tenidos en cuenta previamente a la implantación de cualquier instalación eólica. En algunos casos la preservación de estos bienes será incompatible con las instalaciones eólicas y estos territorios quedarán excluidos de su posible utilización. En los restantes casos la actividad eólica será posible, pero con niveles de idoneidad diferentes dependiendo del grado de amenaza que ésta ejerza sobre los restantes usos y actividades.

La metodología desarrollada para la valoración de la potencialidad del territorio andaluz para la implantación de parques eólicos ha seguido las siguientes fases:

1. Identificación de los contenidos del modelo de potencialidad a escala regional.
2. Construcción del modelo de potencialidad.

2.1. Identificación de los contenidos del modelo de potencialidad a escala regional

La construcción de un modelo de potencialidad eólica a escala regional en Andalucía tiene como finalidad el establecimiento de un marco territorial de referencia que identifique los espacios con limitaciones ambientales, físicas, de eficiencia y salubridad para el desarrollo de la implantación. En este sentido, a nivel regional se identificarán áreas donde la incompatibilidad de la actividad es clara, así como las zonas donde será necesario elaborar estudios a nivel subregional, de mayor detalle, que deberán incluir el análi-

sis de criterios no abordados en el modelo regional, además de un tratamiento con mayor grado de detalle de criterios que sí fueron abordados a esa escala. Una vez identificadas las áreas incompatibles, se realizarían para el resto de las zonas análisis de idoneidad y potencialidad, lo que permitiría jerarquizar los territorios en función de su mayor o menor adecuación para la explotación sostenible de los recursos eólicos.

Por otro lado, conviene señalar que los análisis a esta escala no deberían derivar en la selección de emplazamientos concretos para implantar parques eólicos, pues supondría establecer decisiones sobre realidades no definidas, ya que se desconoce la ubicación y cómo serán finalmente los proyectos (Pérez, Requejo y Ballesteros, 2007), y porque, por su naturaleza, algunos de los criterios a tener en cuenta (potencialidad eólica, impacto sobre las aves o el paisaje, entre otros) no pueden ser abordados completamente a nivel regional, sobre todo en regiones de gran extensión, como es el caso de Andalucía. Aspectos tan relevantes como el impacto de los aerogeneradores sobre la avifauna, por ejemplo, están vinculados a su ubicación exacta en los parques (De Lucas, Janss y Ferrer, 2007; Atienza, Martín, Infante, Valls y Domínguez, 2008), o los impactos en el paisaje, que deberá incluir necesariamente las escalas subregional y local. La temática de los nuevos "paisajes eólicos" y sus impactos, es un ámbito de trabajo de gran trascendencia, cuyo tratamiento ha obtenido una creciente atención en la literatura científica reciente (Frolova, 2010; Prados, 2010; Iglesias, Del Río y Dopico, 2011; Prados, Baraja, Frolova y Espejo, 2012; Espejo y García, 2012, Frolova, Espejo, Baraja y Prados, 2014; entre otros).

A este respecto, entre las medidas que propone la Convención Europea del Paisaje (Consejo de Europa, 2000), destaca la de establecer procedimientos para fomentar la participación pública en la formulación y aplicación de las políticas destinadas a la protección, gestión y ordenación del paisaje (Frolova y Pérez, 2011); y generalmente los enfoques para señalar a escala regional localizaciones óptimas para la implantación de parques eólicos en función del criterio paisajístico, se han basado fundamentalmente en la visibilidad de las nuevas instalaciones en el paisaje y la extensión espacial de zonas "protegidas" que deben ser salvaguardadas de estos desarrollos, (van Der Host y Lozada-Ellison, 2010). De ello se deriva, y es uno de los principales problemas planteados al adoptar el enfoque regional para esta temática paisajística, que es inviable operativamente contar con la opinión y participación de los actores locales, por lo que parece más conveniente reservar esta temática para su tratamiento a escalas detalladas, donde este criterio deberá ser tratado con una profundidad impracticable en un artículo de las características del presente.

En síntesis se podría decir que a la escala regional le correspondería determinar las condiciones de posibilidad y oportunidad de un proyecto eólico en un determinado territorio, mientras que la escala subregional y local se ocuparían de la resolución de los problemas concretos y específicos de cada actuación. Este trabajo aborda la primera de las cuestiones y, en consecuencia, presenta un modelo locacional para caracterizar la potencialidad del territorio andaluz ante la implantación de parques eólicos.

En cualquier caso, la selección de las ubicaciones óptimas para los parques eólicos debe estar realizada siempre en consonancia con las alternativas aportadas por los modelos regionales y subregionales; así mismo, a escala local correspondería señalar el modo más adecuado para la disposición de los elementos de los parques y marcar las pautas para hacer viable su integración en el territorio.

2.2. Construcción del modelo de potencialidad

Una vez definidos los contenidos del modelo, la valoración de la potencialidad del territorio andaluz para la implantación de energía eólica se ha construido, con SIG y EMC, a partir de un modelo locacional que señala las zonas donde la actividad eólica resulta incompatible o altamente desaconsejable (zonas incompatibles), y que califica a las aptas en función de sus diferentes niveles de idoneidad y potencialidad.

La Figura 1, muestra de manera más detallada la construcción del modelo de potencialidad. Este se centra en la consecución de varias fases claramente diferenciadas.

En la fase 1 se procederá a la determinación de zonas incompatibles con la implantación eólica. Para ello se identificarán y desestimarán del análisis las zonas del territorio andaluz donde la localización de parques eólicos resulta incompatible con alguno de sus rasgos según los factores y criterios previamente definidos.

A continuación, en la fase 2 se procederá a catalogar el resto del territorio andaluz, considerado a priori como compatible, según su mayor o menor idoneidad para la implantación de parques eólicos. Para ello se trabajará en la definición y tratamiento de criterios de idoneidad relacionados con garantizar

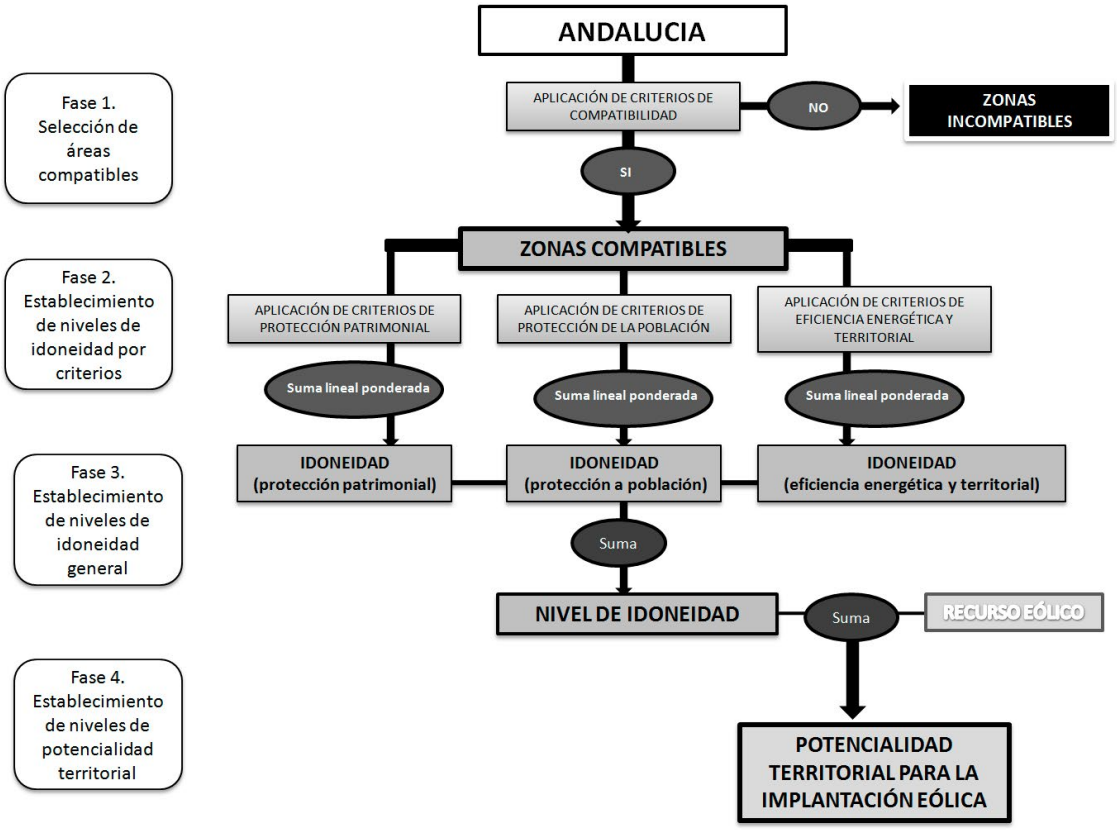
el mínimo o nulo impacto sobre el patrimonio y la población, así como la máxima eficiencia energética y territorial.

Seguidamente dichas catalogaciones serán ponderadas para la elaboración de los índices parciales, que recogerán la idoneidad del territorio atendiendo a la protección patrimonial, la protección de la población y la eficiencia energética y territorial. Se ha considerado que no todos los criterios poseen el mismo peso en la construcción de cada índice y se ha procedido a la ponderación de estos. Para evitar inconsistencias en las ponderaciones se han seguido los planteamientos del método de comparación por pares de Saaty (Saaty, 1980). Este método permite incorporar aspectos cualitativos que pueden ser relevantes en algunos casos y que suelen quedarse fuera del análisis por la complejidad de su medición, y permite determinar si el juicio de valor realizado es consistente y adecuado.

En la fase 3 se procederá a la obtención de los niveles de idoneidad general de los territorios mediante la suma de los niveles de idoneidad definidos en la fase anterior.

Por último, en la fase 4 se ha obtenido la potencialidad territorial para la implantación eólica. Para ello se han puesto en común los niveles de idoneidad con el recurso eólico.

Figura 1. Esquema metodológico



Elaboración propia.

Resulta importante señalar, que para el cálculo de todas las superficies de territorio apto, idóneo o potencial desde el punto de vista territorial, se ha utilizado el sistema de referencia European Datum 1950 UTM Zona 30N.

2.2.1. Identificación de zonas incompatibles con la explotación eólica

Para la identificación de las zonas incompatibles se ha procedido en primer lugar a la definición de los criterios de incompatibilidad, obtenidos a partir de la revisión bibliográfica. Estos han sido formulados principalmente para garantizar la protección patrimonial, la protección de la población y la eficiencia energética y territorial.

Dado el carácter aplicado de la propuesta y su orientación hacia la toma de decisiones por parte de los poderes públicos, se ha optado por la construcción de dos modelos con distintos niveles de restricción. El modelo menos restrictivo se limita a considerar las limitaciones impuestas por la legislación y planificación vigente y debería resultar de obligado cumplimiento para cualquier tipo de administración o de agente territorial. El modelo más restrictivo parte de la adopción de una actitud más prudente, se hace eco del *principio de precaución*[5] (COM/2000/0001 final) -vigente para todas las cuestiones ambientales y relacionadas con los riesgos para la población- e impone criterios más restrictivos en cada una de las variables consideradas. Estaría destinado a sociedades más protectoras del medio, la población y el patrimonio de sus territorios, las cuales encontrarían en esta cartografía un instrumento más adecuado para su toma de decisiones. Porque conviene no olvidar que es cada sociedad en cada momento preciso la que debe establecer los niveles de protección y los niveles de riesgo admisible que considere más adecuados para su buen funcionamiento.

En relación con la protección de la población (ver tabla 1) lo esencial se centra en el establecimiento de distancias de seguridad frente a posibles accidentes derivados de roturas en los aerogeneradores y frente al ruido generado por el movimiento de sus aspas.

Tabla 1. Restricciones para la implantación eólica en Andalucía. Protección de la población

VARIABLE	ESCENARIO MENOS RESTRICTIVO	ESCENARIO MÁS RESTRICTIVO
Núcleos de población, edificaciones rurales y equipamientos de uso público	500 m a núcleos cabecera municipal 400 m para resto 400 m a todos aquellos equipamientos relacionados con la población, BIC y playas, garantizando la seguridad en caso de que se desprenda una pieza y el mínimo impacto acústico (Leujene y Feltz, 2008)	2 km a núcleos cabecera municipal 400 m resto de núcleos y a todos aquellos equipamientos relacionados con la población, BIC y playas (Baban y Parry, 2001 y Fernández-Núñez, Díaz, Ojeda, Prieto y Sánchez-Carnero, 2015)
Carreteras, caminos y líneas ferroviarias	Autopistas y autovías: 140 m; Resto de las carreteras y líneas ferroviarias: 110 m Caminos: 100 m (*Ley 8/200, de 12 de julio, de carreteras* y *Ley 9/2006, de 26 de diciembre, de Servicios Ferroviarios de Andalucía*, con el fin de garantizar el dominio público más una distancia de seguridad)	
Aeropuertos, antenas y zonas militares	5 km a grandes aeropuertos y con tráfico alto de pasajeros y 600 m a aeródromos, antenas y zonas militares (Baban y Parry, 2001)	17 km grandes aeropuertos y con tráfico alto de pasajeros y 600 m a aeródromos, antenas y zonas militares (Simao, 2009)

Fuente: Extraído de Fernández-Núñez *et al.*, 2015; Simao, 2009; Leujene y Feltz, 2008; Baban y Parry, 2001 y de la Planificación y legislación existente. Elaboración propia.

En los casos en los que no había establecidas distancias de seguridad en la legislación y planificación vigentes se han seleccionado las distancias máxima y mínima encontradas en la bibliografía manejada. Merece destacarse el umbral de 400 m de distancia utilizado para proteger a los núcleos de población del impacto acústico. Este umbral, que se establece ya en el Plan Territorial Sectorial de la Energía Eólica en la Comunidad Autónoma del País Vasco en el año 2002 (Departamento de Industria, Comercio y Turismo, 2002), puede resultar en estos momentos algo excesivo, dado que las innovaciones tecnológicas han dado lugar a la construcción de máquinas cada vez más silenciosas; no obstante, se ha decidido mantenerlo en alusión al *principio de precaución* y en aras de garantizar la seguridad y el bienestar para las poblaciones afectadas. Además, se considerará para ambos escenarios una distancia de 400 m a los Bienes de Interés Cultural, puesto que, al ser visitables según la legislación al menos 4 días al mes, esta distancia garantizará la protección de la población visitante. También es destacable la prohibición del uso eólico en las playas, espacios de uso público, las cuales han sido obtenidas a partir de Fernández-Núñez, *et al.* (2015).

La tabla 2 recoge las principales restricciones derivadas de las necesidades de la protección del patrimonio natural y cultural. De ella merece destacarse el caso de los territorios catalogados como LICs o ZEPAs, los cuales en principio no se consideran incompatibles para la implantación eólica, siguiendo el artículo 6.3 de la *Directiva 92/43/CE del Consejo de 21 de marzo de 1992*, relativa a la conservación de

5 Este, de acuerdo a lo establecido en el artículo 191 del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea (UE), puede invocarse cuando un fenómeno, un producto o un proceso puede tener efectos potencialmente peligrosos identificados por una evaluación científica y objetiva, si dicha evaluación no permite determinar el riesgo con suficiente certeza; es decir exige tomar medidas que reduzcan la posibilidad de sufrir un daño ambiental grave a pesar de que se ignore la probabilidad precisa de que éste ocurra [Comunicación de la Comisión COM(2000) 1 final].

los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestre. En dicha Directiva se considera conveniente que los proyectos se acompañen de la adecuada evaluación de sus repercusiones en el lugar. Ello necesitaría de un gran esfuerzo para identificar en el espacio cada uno de los valores merecedores de la declaración y por tanto de la evaluación del efecto de un proyecto eólico sobre cada uno de ellos, lo cual debe ser abordado a escalas más detalladas. En consecuencia, en el escenario menos restrictivo la actividad eólica no se considera incompatible en estas zonas, mientras que en el escenario más restrictivo, la aplicación del *principio de precaución* establece que la actividad resultará incompatible en el interior de estas zonas y en las áreas situadas a menos de un kilómetro de ellas (Leujene y Feltz, 2008), siendo esta la máxima restricción encontrada en la bibliografía existente.

Tabla 2. Restricciones para la implantación eólica en Andalucía. Protección patrimonial

<table>
<tr><th>VARIABLE (nº de espacios existentes en la Comunidad Andaluza)</th><th>ESCENARIO MENOS RESTRICTIVO</th><th>ESCENARIO MÁS RESTRICTIVO</th></tr>
<tr><td>Parque Nacional (2)</td><td rowspan="2">Según lo establecido para cada Parque en su Plan de Ordenación de los Recursos Naturales</td><td rowspan="7">Toda la superficie del espacio más un buffer de 1000 m
Máxima restricción aplicada por las fuentes documentales analizadas, Leujene y Feltz, 2008</td></tr>
<tr><td>Parque Natural (24)</td></tr>
<tr><td>Reserva Natural(28)/Paraje Natural (32)/Parque periurbano/ Monumento Natural (40)/ Paisaje Protegido (2)</td><td>Toda la superficie debido a la singularidad funcional de estos espacios, recogida en la Ley 2/89 por la que se aprueba el Inventario de Espacios Naturales Protegidos y la Ley 4/1989de Conservación de espacios naturales y de la flora y fauna silvestre</td></tr>
<tr><td>LICS (195) y ZEPAS (131) De ellos 62 se muestran bajo otra figura de protección</td><td>Según las determinaciones establecidas por los documentos de planificación de otras figuras de protección declaradas sobre estos espacios (Parque Nacional, Natural, etc.)</td></tr>
<tr><td>Reservas de la Biosfera (9) Todas poseen otras figuras de protección asociadas(Parques nacionales/ naturales…etc.)</td><td>Zonas núcleo y las zonas establecidas en determinaciones del resto de las figuras de protección declaradas sobre estos espacios.</td></tr>
<tr><td>Sitios Ramsar (25). Todos son parajes o reservas naturales</td><td>Toda la superficie</td></tr>
<tr><td>Zepimes (4). También catalogadas bajo otras figuras de protección (2 parques, 1 paraje natural y 1 área marina)</td><td rowspan="2">Según las determinaciones establecidas por el resto de las figuras de protección declaradas sobre estos espacios</td></tr>
<tr><td>Geoparques (2). Ambos son Parques Naturales</td></tr>
<tr><td>Avifauna</td><td>Las consideraciones respecto a aves serán tenidas en cuenta a escala subregional y local, pues según aconsejan los documentos y autores analizados, es muy dependiente de las especies concretas del lugar y de la disposición exacta de cada aerogenerador (De Lucas et al., 2007)</td><td>Toda la superficie catalogada como Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPAS), ya protegidas anteriormente, Zonas de Interés para las Aves Esteparias (ZIAE) y Áreas de Interés para las Aves (IBA)</td></tr>
<tr><td>Vías pecuarias</td><td colspan="2">Conforme a lo dispuesto en la Ley 3/1995, de 23 de marzo, de vías pecuarias y el Decreto 155/1998, de 21 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Vías Pecuarias en la Comunidad Autónoma de Andalucía (175 m para las cañadas, 135 m para los cordeles, 20 m para las veredas y 100 m para el resto)</td></tr>
<tr><td>Dominio público marítimo terrestre</td><td colspan="2">Según la Ley de Costas (Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas), Dominio Público Marítimo Terrestres + servidumbre de tránsito</td></tr>
<tr><td>Dominio público hidráulico</td><td colspan="2">Según lo dispuesto en Real Decreto 9/2008, de 11 de enero por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril. Si bien los ríos son considerados una línea en nuestro modelo, en algunos casos, y a fin de evitar al máximo posibles errores geométricos derivados de ello, la anchura de estos quedará recogida como una distancia de 25 metros desde la línea que representa los ríos y ramblas y 10 metros para la línea que representa los arroyos y las láminas de agua</td></tr>
<tr><td>Patrimonio arqueológico y cultural</td><td colspan="2">Según la distancia de seguridad impuesta en la Ley 1/1991 de Patrimonio Histórico de Andalucía. Por ello se establecen distancias de seguridad de 150 m a los BIC para protegerlos de un posible accidente, pues la distancia que puede alcanzar una pala o pieza que se desprende de un aerogenerador varía entre los 90 y 150 metros (National Wind Coordinating Committee, 1998)</td></tr>
</table>

Fuente: Extraído de Leujene y Feltz, 2008; De Lucas *et al.*, 2007; NWCC, 1998 y de la planificación y legislación existente. Elaboración propia.

Es destacable también el caso de la Lista de Humedales Ramsar, que integra las zonas húmedas más importantes del mundo desde el punto de vista ecológico y de conservación de la biodiversidad. Dado que la actividad eólica puede resultar altamente desaconsejable para la biodiversidad a proteger en estos humedales, ésta queda totalmente prohibida en ambos escenarios. Ello, por otro lado, no hace sino reafirmar el alto nivel de protección que se exige a estos espacios por su carácter también de Parque Nacional, Paraje y Reserva Natural, en cuyos planes de ordenación la implantación eólica resulta siempre incompatible.

La tabla 3 recoge las restricciones establecidas para garantizar la eficiencia energética y territorial de las instalaciones eólicas. En este apartado se han establecido distancias respecto a los bosques y zonas arboladas para impedir una alta rugosidad del terreno, que limitaría la eficiencia de los parques. En el escenario menos restrictivo esta distancia se limita a 100 m (Baban y Parry, 2001), mientras que en el más restrictivo se eleva a 500 m (Petit, 1995). Del mismo modo se descartarán del modelo aquellas zonas ya ocupadas por parques eólicos y se establece una distancia de separación de 200 m entre aerogeneradores, para evitar posibles modificaciones en la dirección o intensidad del recurso eólico.

Una vez definidas las restricciones aplicables a los distintos criterios para cada escenario, se han elaborado las cartografías correspondientes a cada uno de ellos, las cuales, mediante agregación, han permitido a su vez obtener la localización y cuantificación de las zonas incompatibles con la explotación eólica.

Tabla 3. Restricciones para la implantación eólica en Andalucía. Eficiencia energética y territorial

VARIABLE	ESCENARIO MENOS RESTRICTIVO	ESCENARIO MAS RESTRICTIVO
Bosques	100 m	500 m
Parques eólicos existentes	200 m a cada aerogenerador	

Fuente: Extraído de Baban y Parry (2001) y Petit (1995). Elaboración propia.

2.2.2. Establecimiento de zonas idóneas para la explotación eólica

A diferencia del modelo de incompatibilidad, que se limita a desestimar zonas donde la implantación eólica resulte desaconsejable, el modelo para el establecimiento de la idoneidad es un estudio de soluciones múltiples en el que existe más de una localización posible. En este caso la tarea esencial es la selección de las mejores alternativas, es decir, las que más se aproximen al cumplimiento de los criterios manejados. Para la culminación de esta tarea es necesario seleccionar los criterios de idoneidad más relevantes, expresarlos en unidades normalizadas y asignar diferentes ponderaciones a cada uno de ellos (ver tabla 4).

Tabla 4. Criterios, variables y factores ponderadores para obtener los niveles de idoneidad

CRITERIOS	VARIABLES	FACTOR PONDERADOR (p)
Protección de la población	Lejanía a los núcleos de población	0,49
	Lejanía a aeropuertos	0,14
	Lejanía a carreteras y vías férreas	0,32
	Lejanía a zonas militares	0,05
Total Índice de protección de la población	1	
Protección patrimonial	Lejanía a espacios naturales protegidos	0,57
	Lejanía a patrimonio cultural y arqueológico	0,34
	Lejanía a los ríos	0,09
Total Índice de protección patrimonial	1	
Eficiencia energética y territorial	Cercanía a núcleos de población	0,08
	Cercanía a la red eléctrica	0,39
	Cercanía a las carreteras	0,14
	Lejanía a los bosques	0,39
Total Índice de eficiencia energética y territorial	1	

Elaboración propia.

Se consideran más idóneas aquellas localizaciones en las que, garantizándose la protección de la población, se genere el mínimo impacto sobre el patrimonio natural y cultural y se garantice el aprovechamiento máximo de los activos territoriales existentes.

Desde el punto de vista de la población, si bien por lo general las instalaciones eólicas no suelen ser peligrosas, pueden conllevar una serie de riesgos para ella que derivan de la posible rotura de algún elemento, del ruido producido, del peligro de incendio y de las interferencias electromagnéticas de los aerogeneradores sobre los radares.

Desde el punto de vista patrimonial se considerarán con carácter general emplazamientos más idóneos para la implantación de parques eólicos, aquellas zonas más alejadas de los espacios naturales protegidos, con gran sensibilidad desde el punto de vista ambiental, las zonas más alejadas de áreas con alto valor cultural y arqueológico, con el fin de evitar posibles impactos sobre ellas y las zonas más alejadas de los ríos y láminas de agua, para preservar la dinámica hidrogeomorfológica y proteger a la fauna que vive o acude a ellas.

Por último, la necesidad de aprovechar al máximo los activos territoriales existentes para la implantación de instalaciones eólicas, se justifica por los objetivos propuestos desde el ámbito europeo, nacional y regional, en materia de ahorro y eficiencia energética. Así, se entenderán como emplazamientos más idóneos para el aprovechamiento eólico aquellos que cumplan en mayor medida las siguientes condiciones:

- Zonas más cercanas a la red eléctrica, debido a la necesidad de verter y distribuir la energía eléctrica producida por los aerogeneradores, ya que, generalmente, los parques eólicos están situados en zonas en las que la electrificación no suele ser muy intensiva, siendo necesario invertir en la modificación de la infraestructura eléctrica. En algunos casos la lejanía de los parques eólicos al punto de conexión a la red compromete seriamente la rentabilidad del proyecto, y convierte a veces en irrealizables proyectos con buena calidad del recurso y poca o nula problemática de orden ambiental. Por otro lado, debe evitarse en la medida de lo posible la instalación de nuevas redes eléctricas, que podrían tener negativas repercusiones ambientales en la región.
- Zonas más cercanas a los núcleos y actividades relacionadas con la población, debido al interés por parte de los países en apostar por la llamada generación distribuida (GD). Ésta se basa en que la electricidad se genere muy cerca de donde se consume. El hecho de que las zonas de generación se encuentren cerca de las zonas de consumo hace que también se reduzcan el tamaño y número de las líneas eléctricas que deben construirse y mantenerse en buenas condiciones, ya que la cercanía a los centros de consumo evitará la pérdida de energía por transporte.
- Zonas más cercanas a la red viaria, con el fin de evitar la realización de nuevos viarios para acceder a la instalación eólica y los consiguientes impactos.
- Zonas más alejadas de los bosques, con el fin de evitar posibles turbulencias y el efecto apantallamiento que disminuya la velocidad del viento o cambie su dirección.

Una vez seleccionados los criterios y expresados en unidades normalizadas, posteriormente han sido ponderados. Los factores de ponderación se han establecido a partir del conocimiento experto de la temática planteada y, además, sobre ellos se ha aplicado el método de comparación por pares de Saaty (Saaty, 1980) ver tabla 4, utilizado en numerosos trabajos sobre planificación empresarial, territorial y entorno SIG e incluso en la resolución de conflictos territoriales (Siddiqui, Everett y Vieux, 1996). El método se basa en la creación de una matriz de comparación por pares de criterios, que coteja la importancia de cada criterio sobre los demás y permite determinar si el juicio de valor realizado es consistente internamente (para más detalle sobre el método, ver Saaty, 1980).

Una vez asignadas las ponderaciones, se han calculado índices parciales de protección a la población, de protección patrimonial y de eficiencia energética y territorial, los cuales se obtienen mediante la suma lineal ponderada de sus correspondientes variables (1).

(1)

$$\mathrm{Ip} = \sum_{j=1}^{n} WjVj$$

Donde:

Ip es el Índice parcial,
Wj el peso del criterio j y
Vj es el valor del criterio j.

Obtenidos los valores de cada índice, este ha sido reclasificados en siete intervalos utilizando el método de clasificación de cuantiles. Ello permite obtener valores adimensionales comprendidos entre el 1

y el 7, de manera que el valor 1 recoge aproximadamente el 15% de los valores más bajos de idoneidad y el valor 7 el 15% de los valores más altos. La selección de un número impar de intervalos se justifica por la conveniencia de establecer un intervalo central que integre los valores intermedios de las respectivas series y que separe los valores inferiores, situados por debajo de este intervalo central, de los superiores, situados por encima. Por su parte, la elección concreta de siete intervalos obedece a la necesidad, en este nivel del análisis, de un grado de detalle suficiente como para captar los posibles matices existentes en el territorio a este respecto.

Por último, mediante la suma de los tres índices parciales se obtendrían los niveles de idoneidad de los distintos territorios.

Lógicamente, las cartografías incorporarían a estas tres categorías la correspondiente a las áreas incompatibles, mediante la multiplicación de los valores de idoneidad por las zonas incompatibles, previamente reclasificadas dando valor de 0 a las incompatibles y valor de 1 a las compatibles. Se completa de este modo todo el panorama de posibilidades en relación con la implantación eólica (2).

(2)

$$Ni = [Ipa + Ipo + Ie] * Z^{(0,1)}$$

Donde:

Ni es el Índice Niveles de Idoneidad,
Ipa es el Índice Parcial de protección patrimonial,
Ipo es el Índice Parcial de protección de la población ,
Ie es el Índice Parcial de eficiencia energética y territorial y
$Z^{(0,1)}$ Son las áreas reclasificadas en función de su grado de compatibilidad con la actividad eólica. Se ha asignado el valor 0 a las zonas incompatibles y el 1 a las compatibles.

Posteriormente los valores resultantes han sido reclasificado en tres niveles mediante los correspondientes terciles, lo que ha permitido catalogar el 33% de los valores más bajos en idoneidad *baja,* el 33 % de los valores medios en idoneidad *media y* el 33 % de los valores más altos en idoneidad *alta*. Se ha mantenido un número impar de intervalos, como en el nivel anterior, pero ahora se ha reducido su número a tres para facilitar la toma de decisiones por parte de los poderes públicos y de los posibles actores implicados en las mismas.

2.2.3. Determinación de la potencialidad para la explotación eólica

La potencialidad para la explotación eólica en un territorio se obtiene mediante la consideración conjunta de su idoneidad y de la disponibilidad del recurso eólico existente en él. Para la expresión del recurso eólico se ha utilizado la velocidad media del viento a 120 m de altura, por ser éste el nivel que pueden alcanzar los aerogeneradores actuales. Su cartografía para Andalucía ha sido obtenida a partir del proyecto MINIEOLICA (Gomariz-Castillo, Alonso-Sarría, Montálvez y Lorente, 2012), por ser éste uno de los proyectos de evaluación de recursos eólicos en los que se han manejado, para la modelización y simulación, series temporales más largas y estaciones de observación más numerosas.

El proyecto evalúa los recursos eólicos mediante una simulación climática a partir del modelo de mesoescala de quinta generación MM5 de la Universidad Estatal de Pensilvania (para más detalles, ver Gomariz-Castillo, *et al.,* 2012). Como resultado de la simulación, que se extiende para los intervalos 1960-2007, se ha obtenido una base de datos de potencia de viento en dicho periodo para la Península Ibérica y el mar territorial, con un total de 15.625 puntos implementada en un sistema gestor de base de datos espacial (POSTGIS) con una equidistancia entre puntos de 10 km. El control de calidad aplicado posteriormente a los datos (un total de 450 estaciones automáticas con datos de velocidad y dirección de viento y una resolución temporal horaria) confirma la validez del modelo, en el cual solo aparecen ligeros errores asociados a la resolución espacial, es decir, a pequeñas colinas o valles que la resolución de 10 km no captura con precisión. Resulta, pues, muy adecuado para la evaluación de recursos a escala regional, que es la perseguida en este trabajo.

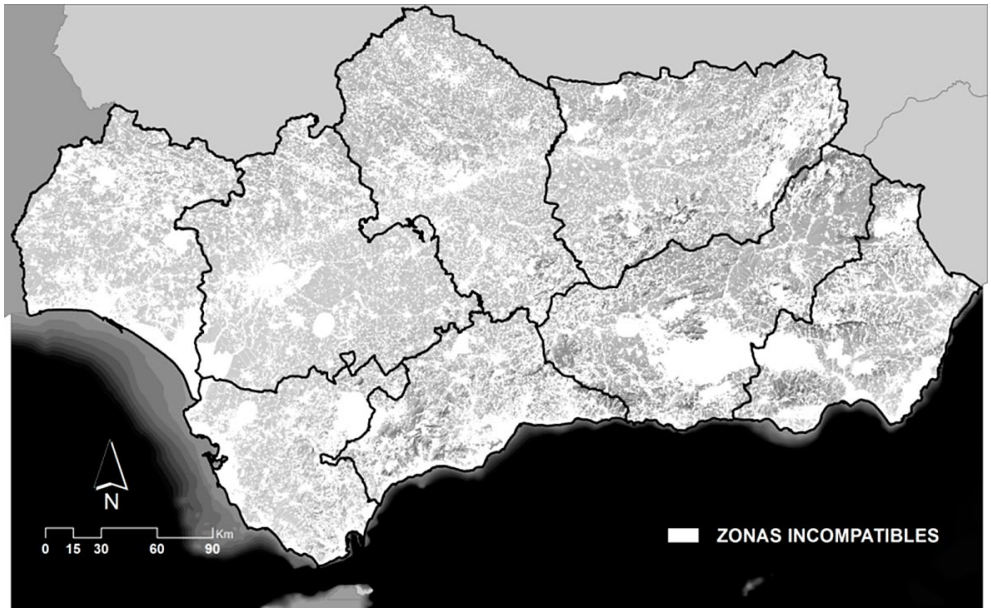
3. Resultados

La aplicación de la metodología descrita al territorio andaluz nos ha permitido identificar las áreas en las cuales la implantación eólica es incompatible y asignar diferentes niveles de idoneidad y potencialidad a las restantes.

3.1. Zonas incompatibles con las implantaciones eólicas en Andalucía

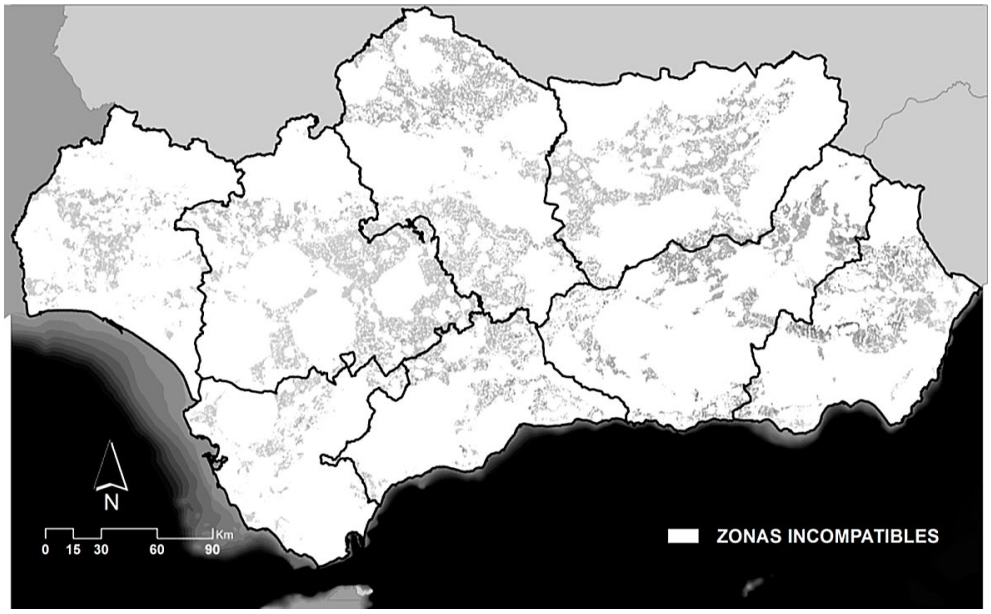
Manejando el escenario más permisivo, la actividad eólica resulta incompatible o altamente desaconsejable en un 48,5% del territorio andaluz (42.464 km^2) -figura 2- elevándose esta cifra al 84% (73.546,2 km^2) - figura 3- en el escenario más restrictivo. Ello implica que, más allá de la disponibilidad de recursos eólicos, las consideraciones territoriales pueden llegar a ser mucho más limitantes de lo que en principio cabría imaginar.

Figura 2. Zonas incompatibles con la implantación eólica en el escenario menos restrictivo



Elaboración propia.

Figura 3. Zonas incompatibles con la implantación eólica en el escenario más restrictivo



Elaboración propia.

Hay que destacar además que en muchas ocasiones las restricciones impuestas por los distintos criterios actúan conjuntamente, de forma tal que en muchos territorios no existe una sola limitación, sino

varias. Ello es especialmente frecuente en el escenario más restrictivo, donde solo en el 35,4% del espacio las limitaciones derivan del incumplimiento de un único criterio; en el escenario más permisivo este porcentaje se eleva al 65%.

Esta información puede ser de utilidad tanto para el promotor como para la administración, pues no sólo señalará a ésta las zonas donde centrar la atención en la defensa de los valores del territorio, incompatibles con el desarrollo eólico proyectado, sino que además servirá también para agilizar el procedimiento de evaluación y autorización de estas infraestructuras, ya que los proyectos con mayores implicaciones de este tipo conllevan un procedimiento más largo, con riesgo de no ser autorizados. Se trata por tanto de un análisis que garantizará no sólo un menor impacto territorial y ambiental de estas infraestructuras, sino también una potente herramienta para la rápida toma de decisiones, disminuyendo costes de tiempo y dinero.

Por otro lado, el conocimiento de los criterios concretos incumplidos en cada área permite realizar posibles actuaciones para mejorar sus valores de incompatibilidad. Esta utilidad se ve reforzada por el hecho de que, mediante la herramienta COMBINE de análisis espacial localizada en el software ESRI ArcGIS, se pueden identificar de inmediato para cada celdilla representativa de 20 m^2 no solo el número de los criterios incumplidos, sino también la identidad de los mismos.

En ambos escenarios resultan destacables las importantes limitaciones que se imponen a la implantación eólica en las áreas serranas, esencialmente en virtud de la abundancia en ellas de figuras de protección ambiental, así como en las zonas litorales, debido a la protección del dominio público marítimo terrestre, que en estas áreas se une con frecuencia a la existencia de espacios protegidos (sobre todo en la costa atlántica) o de abundantes núcleos de población y vías de comunicación (costa mediterránea). El resto del territorio constituye una matriz heterogénea, que se ve fragmentada por manchas de gran extensión excluidas en virtud de una importante presencia de núcleos de población, infraestructuras, red viaria y de ferrocarril y de un complejo entramado de vías pecuarias y ríos.

Atendiendo a la distribución provincial de las superficies incompatibles con las implantaciones eólicas, ésta no muestra excesivas diferencias entre unas y otras para ambos escenarios, aunque, lógicamente, el paso de un escenario a otro introduce un aumento significativo de la superficie incompatible con las implantaciones eólicas en todas las provincias (ver tabla 5).

Tabla 5. Distribución provincial de la superficie incompatible

	ESCENARIO MENOS RESTRICTIVO		ESCENARIO MÁS RESTRICTIVO		INCREMENTO DE LA SUPERFICIE INCOMPATIBLE (%)
	Superficie (km^2)	Superficie (%)	Superficie (km^2)	Superficie (%)	
SEVILLA	6.030,25	42,9	11.140,95	79,35	36,4
HUELVA	5.458,17	53,8	9.076,60	89,53	35,7
CÁDIZ	4.186,09	56,2	6.757,55	90,88	34,6
MÁLAGA	3.991,25	54,6	6.319,36	86,5	31,8
ALMERÍA	4.811,30	54,9	7.308,24	83,4	28,5
GRANADA	6.207,02	49,1	10.807,49	85,55	36,4
JAEN	5.918,40	43,9	11.175,48	82,92	39
CÓRDOBA	5.861,62	42,5	10.960,52	79,64	37,1
TOTAL	42.464,10	48,5	73.546,20	83,9	35,4

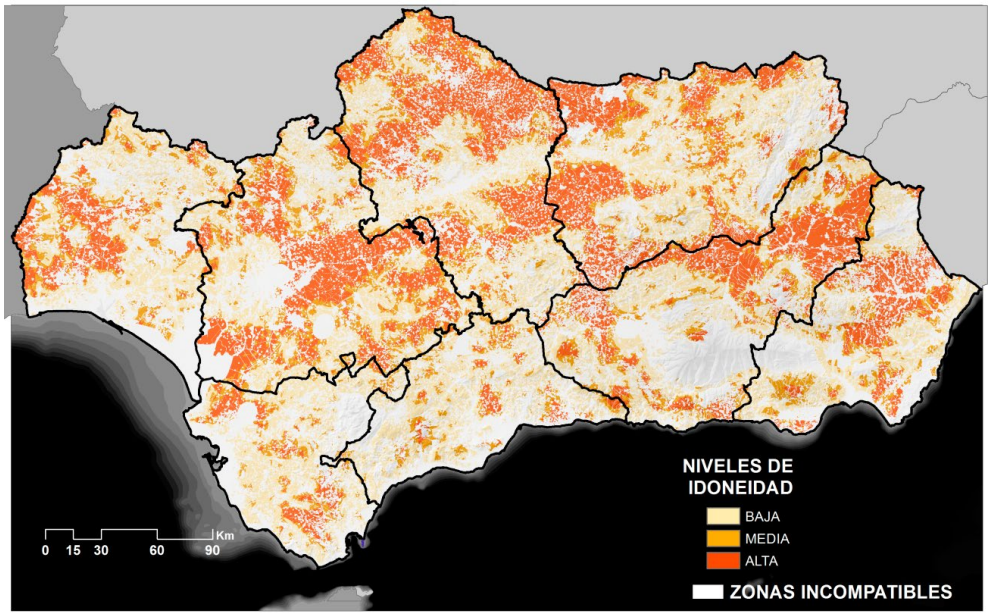
Elaboración propia.

En el escenario menos restrictivo los porcentajes de superficie incompatible se sitúan en torno al 50% del territorio, oscilando entre un valor máximo del 56,2% para la provincia de Cádiz y unos mínimos del orden del 43% para Córdoba y Sevilla. En el escenario más restrictivo los porcentajes de superficie incompatible se elevan por término medio hasta aproximadamente el 85%; en este caso los máximos superan el 90%, y se sitúan también en la provincia de Cádiz, y los mínimos se aproximan al 80% y se registran -como en el escenario menos restrictivo- en Córdoba y Sevilla.

3.2. Zonas idóneas para las implantaciones eólicas en Andalucía

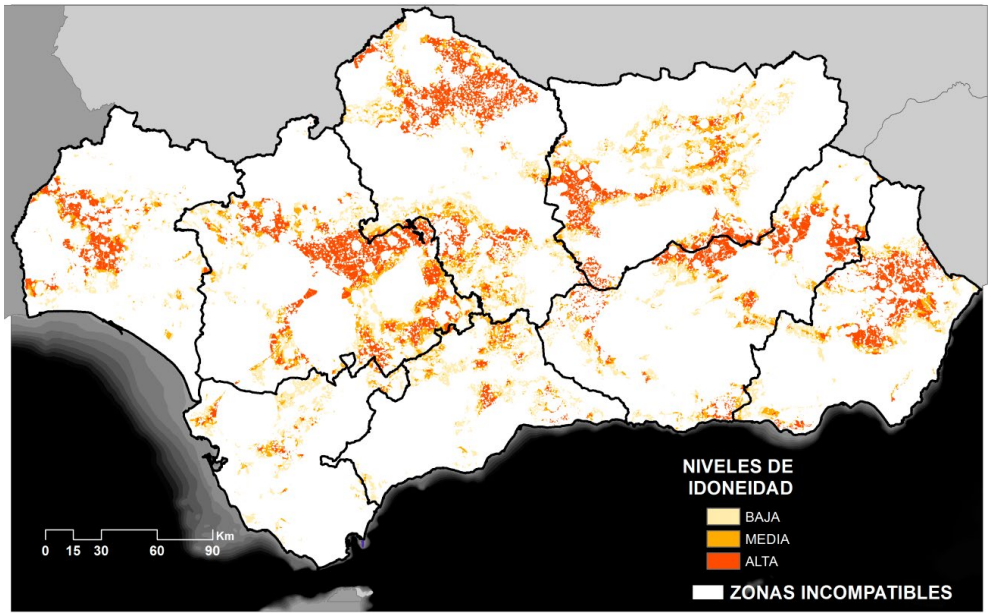
Las figuras 4 y 5 muestran para ambos escenarios las zonas del territorio andaluz caracterizadas según sus niveles de idoneidad.

Figura 4. Niveles de idoneidad para la implantación eólica en el escenario menos restrictivo



Elaboración propia.

Figura 5. Niveles de idoneidad para la implantación eólica en el escenario más restrictivo



Elaboración propia.

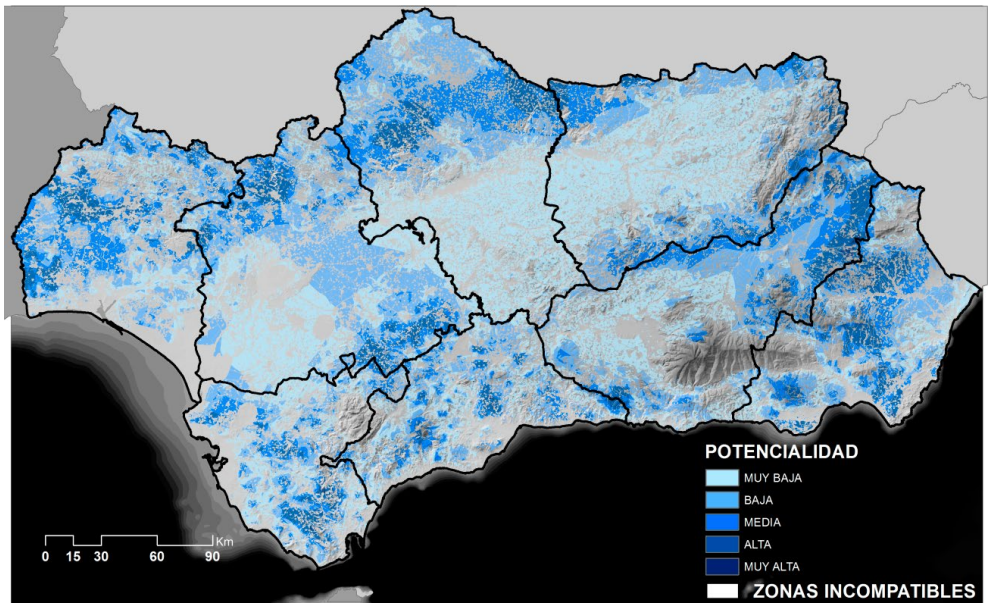
Atendiendo a las zonas con mayor nivel de idoneidad para la implantación de parques eólicos se observa cómo, para ambos escenarios, Cádiz y Málaga constituyen las provincias que registran menor superficie catalogada con valores de idoneidad alta, dándose la situación opuesta en las provincias de Sevilla y Granada. Es destacable también que la mayor parte de las zonas con alto nivel de idoneidad se caracterizan por poseer una baja actividad económica, según lo diagnosticado en la tipología de desarrollo territorial elaborada en el Tercer Informe de Desarrollo Territorial de Andalucía (Pita y Pedregal, 2011). Ello es relevante de cara a su utilización como posible recurso en los procesos de desarrollo de estos territorios ya que, según Espejo y García (2012), la implantación de parques eólicos en áreas rurales con escaso desarrollo económico supone una apreciable fuente de ingresos para los municipios.

3.3. La potencialidad del territorio andaluz para la implantación eólica

La potencialidad eólica es resultado de poner en relación la idoneidad para el escenario más y menos restrictivo con el recurso eólico, resultado del proyecto MINIEÓLICA previamente comentado.

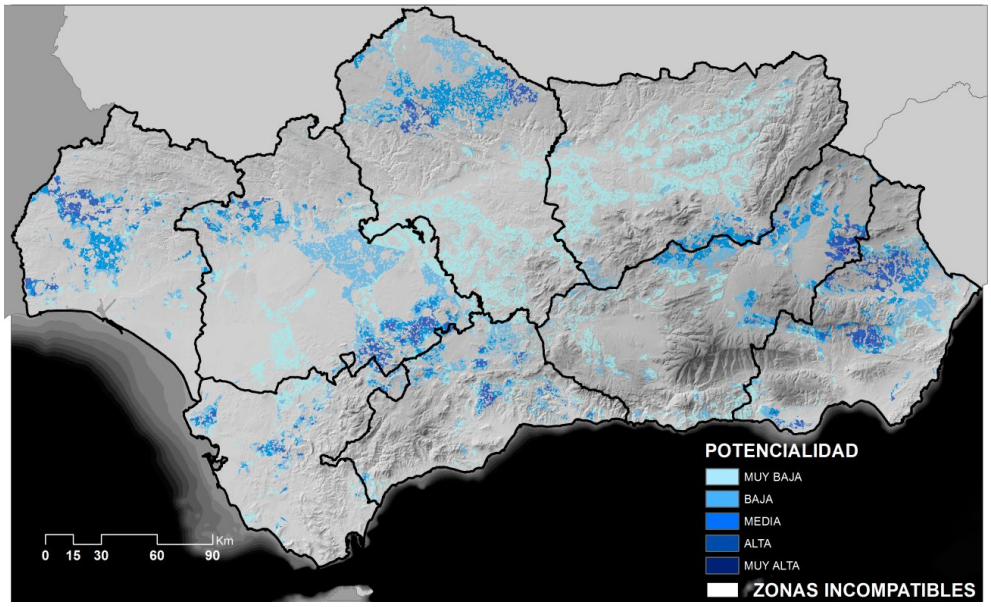
Dado que los valores de recurso eólico son comunes para los dos escenarios y la potencialidad sólo varía en función de los niveles de idoneidad, en términos absolutos, los valores de potencialidad alta y muy alta son bastante mayores para el escenario menos restrictivo, concentrándose predominantemente en determinados ámbitos de la Depresión del Guadalquivir, espacios vinculados a la Sierra Sur de Sevilla, el norte de la provincia de Córdoba, el Andévalo onubense, el Altiplano almeriense y las Sierras Subbéticas, concretamente en las inmediaciones de la Sierra de Arana (figuras 6 y 7).

Figura 6. Potencialidad del territorio andaluz para la implantación eólica en el escenario menos restrictivo



Elaboración propia.

Figura 7. Potencialidad del territorio andaluz para la implantación eólica en el escenario más restrictivo



Elaboración propia.

Los valores de potencialidad media, que aglutinan el 18% del territorio idóneo en el escenario menos restrictivo y el 19% en el caso más restrictivo, se localizan dispersos entre las manchas de potencialidad alta o muy alta, a excepción del territorio vinculado a los municipios de Écija, Carmona, Morón y alrededores, que concentran una gran mancha con potencialidad media. En términos relativos los porcentajes de territorio con potencialidad baja y muy baja son muy similares para ambos escenarios (en torno al 70%), estando éstos concentrados en torno al valle del Guadalquivir y las depresiones interiores.

La combinación entre los tres niveles de idoneidad y los cinco niveles de disponibilidad de recurso eólico para ambos escenarios conduce a la fragmentación del territorio en 15 tipos diferentes, cuyas dimensiones aparecen plasmadas en las tablas 6 y 7. En ellas se han destacado, por un lado, los espacios más favorables (niveles de idoneidad alta y de recurso eólico alto o muy alto); por otro, los más desfavorecidos (niveles de idoneidad bajos y recurso eólico bajos o muy bajos); en tercer lugar, aquellos que gozan de niveles altos o muy altos en uno de los criterios, pero no en el otro; y por último, los espacios en los que ambos criterios se sitúan en el valor intermedio.

Tabla 6. Potencialidad del territorio andaluz para la implantación de parques eólicos en km^2 y en porcentaje (entre paréntesis) para el escenario menos restrictivo según combinaciones posibles de idoneidad y de recurso eólico

VALORES DE IDONEIDAD	VALORES DE RECURSO EÓLICO					
	1	2	3	4	5	TOTAL
1	3.633,97 (8,06)	3.751,8 (8,32)	3.450,4 (7,65)	3.749,10 (8,32)	4.349 (9,65)	18.934 (42)
2	2.230,8 (4,95)	1.955,8 (4,34)	1.974,6 (4,38)	2.409,3 (5,34)	1.747,8 (3,88)	10.318,30 (22,89)
3	3.257,3 (7,23)	3.490,5 (7,75)	4.269,9 (10,69)	3.578,8 (7,94)	1.242 (2,76)	15.839 (36,37)
TOTAL	9.122,07 (20,24)	9.198,10 (20,40)	9.694,90 (21,50)	9.737,20 (21,59)	7.338,50 (16,27)	45.090,77 (100,00)

Elaboración propia.

Tabla 7. Potencialidad del territorio andaluz para la implantación de parques eólicos km^2 y en porcentaje (entre paréntesis) para el escenario más restrictivo según combinaciones posibles de idoneidad y de recurso eólico

VALORES DE IDONEIDAD	VALORES DE RECURSO EÓLICO					
	1	2	3	4	5	TOTAL
1	1.699,60 (12,14)	1.089,5 (7,78)	729,3 (5,20)	676,8 (4,88)	801,7 (5,73)	4.996,9 (35,67)
2	1.092,1 (7,80)	660,2 (4,71)	499,5 (3,57)	576,4 (4,11)	402,7 (2,87)	3230,90 (23,06)
3	1.244,6 (8,89)	1.451,63 (10,36)	1.698,6 (12,13)	1.030,7 (7,36)	355,2 (2,53)	5.780,73 (41,27)
TOTAL	4036,30 (28,83)	3201,33 (22,85)	2927,40 (20,90)	2283,90 (16,30)	1559,60 (11,13)	14008,53 (100,00)

Elaboración propia.

Los resultados son bastante similares en ambos escenarios y sólo presentan entre ellos matices de escasa importancia. En ambos los territorios más favorables (buenos o muy buenos por ambos conceptos) suponen aproximadamente un 10% del espacio disponible (marcados en azul en la tabla), en tanto que los más desfavorecidos (malos o muy malos por ambos conceptos) se sitúan entre el 15 y el 20% del mismo (en rojo en la tabla) . Las áreas que son buenas o muy buenas por un concepto, pero malas o muy malas por el otro constituyen un 28% del espacio disponible en el escenario más restrictivo y un 32% en el menos restrictivo (en gris en la tabla). En ambos casos podrían calificarse como áreas en las que alguno de los activos (la idoneidad territorial o el recurso eólico) sería desperdiciado. Es especialmente

destacable la situación de los territorios con abundante recurso eólico, pero con escasas aptitudes para su aprovechamiento por sus bajos valores de idoneidad territorial, los cuales suponen aproximadamente el 18% del espacio disponible en el escenario menos restrictivo y el 10% en el más restrictivo. Por último, en torno al 40 o 50% del territorio compatible goza de condiciones intermedias por ambos conceptos (ver tablas 6 y 7).

Como resultado de este análisis podrían extraerse dos conclusiones en cierto sentido contrapuestas. En primer lugar, la existencia de limitaciones apreciables en el territorio andaluz para las implantaciones eólicas por alguno de los dos criterios considerados o por ambos simultáneamente; en segundo lugar, y como contrapunto a lo anterior, la existencia también de suficiente espacio disponible como para permitir un desarrollo importante de la implantación eólica, pero respetuosa con el medio, el patrimonio y la población. Baste para ello con considerar que todos los aerogeneradores implantados en Andalucía en 2011(1954 aerogeneradores), supuesto que dispusieran de palas de 50 m, ocuparían un espacio total de 16 km^2 con arreglo a un buffer calculado mediante el software de ESRI Arc-Gis 10.X. Este espacio tiene dimensiones irrelevantes en relación con los espacios favorables que se presentan en las tablas 6 y 7, incluso en el escenario más restrictivo.

4. Discusion de resultados

Los temas de planificación territorial y económica, pero con importantes repercusiones ambientales e implicaciones sobre el nivel de riesgos a la población -como el que nos ocupa en este trabajo- no están exentos de polémica y resultan, por su propia naturaleza, siempre discutibles. Desde esa perspectiva general debe juzgarse el alcance de los resultados obtenidos en el trabajo. Es también esta perspectiva la que ha inspirado la elaboración en el mismo de dos escenarios con distintos niveles de restricciones en la protección y en la eficiencia, decisión que corresponde valorar en primer lugar

Efectivamente, la elaboración de dos escenarios de protección diferentes responde, por un lado, a la idea de que no nos enfrentamos a temas de carácter determinista y, por otro, a la pretensión aplicada de nuestro trabajo, el cual aspira a aportar una herramienta de ayuda a la toma de decisiones por parte de los poderes públicos en relación con las implantaciones eólicas. En ese sentido, esta investigación se orienta a suministrar a los agentes públicos y privados diferentes posibilidades, de modo que la toma de decisiones se realice desde el ejercicio de la libertad y la responsabilidad, y reflejando el sistema de valores que la sociedad asuma en cada momento. En muchos aspectos el procedimiento es similar al que se aplica en el contexto del cambio climático, en el que se ofrecen diversos escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero y de climas de futuro, para que se tomen las decisiones que se estimen oportunas en función del tipo de futuro al que se aspire. De esta forma, es esencial no ofrecer una sola imagen cerrada del territorio apto para el aprovechamiento del recuso eólico, sino abrir el abanico de posibilidades. En el presente trabajo se ofrecen dos escenarios, por entender que es el número de alternativas más reducido y, consecuentemente, el que facilita en mayor medida la toma de decisiones, pero nada impide que se amplíe a un mayor número de opciones. De hecho, el modelo diseñado permite abrir las posibilidades tanto como se desee, e incluso explorar las repercusiones territoriales que se derivarían de la aplicación de diferentes niveles de restricción en cada uno de los criterios manejados. Pensamos que esta dimensión experimental constituye una gran potencialidad del trabajo y se está considerando su mayor explotación en el futuro inmediato.

En relación con el método utilizado para la caracterización de la compatibilidad y la idoneidad para la explotación eólica, entendemos que los criterios empleados reflejan los valores vigentes en la sociedad actual (protección hacia la población y el patrimonio natural y cultural, manteniendo la necesaria eficiencia energética y territorial), como también lo hacen los factores ponderadores seleccionados para cada uno de ellos. Ha sido sin embargo fundamental utilizar algún método para evitar posibles inconsistencias entre los pesos asignados a cada criterio, de ahí que la aplicación del método de Saaty constituya una pieza clave de la propuesta metodológica.

En cuanto a los umbrales establecidos en cada uno de los criterios manejados, se ha partido del hecho de que inevitablemente están asociados a unas coordenadas espacio-temporales precisas. La mayoría de los umbrales aluden a distancias de protección que separan los aerogeneradores de núcleos de población, espacios protegidos, infraestructuras etc., y han sido fijados siguiendo básicamente la legislación vigente, la cual es reflejo de un momento del desarrollo social y un lugar precisos. Modificaciones de la legislación española o andaluza conducirán inevitablemente a una necesaria modificación de estos umbrales, como

también lo harían posibles cambios tecnológicos futuros que alteraran la relación de amenaza supuesta por los aerogeneradores respecto al territorio circundante. De cualquier forma, el armazón conceptual y metodológico podría seguir vigente para aplicaciones futuras con las necesarias actualizaciones. Lo mismo cabe decir de la aplicabilidad del modelo para otros ámbitos espaciales, que sólo necesitaría la correspondiente adaptación de cada uno de los criterios a las respectivas legislaciones.

Así pues, entendemos que el método es perfectamente extrapolable a otros ámbitos, aunque con adaptaciones; así mismo, le atribuimos una vigencia prolongada aunque, lógicamente, cambios tecnológicos, legales, institucionales y de valores en la sociedad, exigirían una actualización de los criterios utilizados y, sobre todo, de los umbrales fijados en ellos y de los factores ponderadores que se les atribuyen.

Respecto a los resultados obtenidos acerca de la aptitud del territorio andaluz para las implantaciones eólicas, la primera precisión que se impone es la necesidad de considerarlos como válidos únicamente para la escala para la cual se han obtenido, es decir, para la escala regional. Esta aproximación escalar ha condicionado los criterios seleccionados para el análisis, los umbrales fijados en ellos e incluso sus factores ponderadores; debe condicionar también la interpretación de los resultados. Unos resultados a los que atribuimos dos cualidades fundamentales:

a) en primer lugar, la cualidad de ser el marco general en el que habrán de desarrollarse los estudios de mayor detalle espacial, en los cuales por fuerza deberían incluirse nuevos criterios, tales como protección del carácter de cada paisaje u otros;

b) en segundo lugar, la de constituir un instrumento útil para los poderes públicos subregionales y locales (provinciales, comarcales, municipales) a la hora de poner en valor sus recursos territoriales o para tratar de superar las limitaciones que se opongan a su uso adecuado. Entre los recursos territoriales, en los momentos actuales, es indispensable tomar en consideración la mayor o menor potencialidad para la explotación eólica. A su vez, entre las limitaciones existentes para un uso acorde con sus potencialidades, algunas -como la ausencia de una red eléctrica adecuada para evacuar los excedentes de energía producidos- pueden solucionarse fácilmente con voluntad política. Para ambas tareas entendemos que el modelo generado puede resultar de utilidad.

5. Conclusiones

A partir de los resultados anteriormente expuestos, las conclusiones más relevantes en relación con la metodología y las fuentes utilizadas son las siguientes:

En primer lugar, la necesidad de una aproximación multiescalar a la potencialidad del territorio para la implantación de parques eólicos, así como la definición de un marco conceptual de referencia claro, que marque los contenidos, objetivos y criterios de planificación eólica para cada uno de los niveles territoriales de planificación. En el caso que nos ocupa, un análisis en tres escalas: regional, subregional y local, podría ser el más apropiado, dado que en cada uno de esos niveles actúan componentes y factores operativos propios, y constituyen niveles territoriales con una organización política y unas competencias que quedan bien reflejadas en el ordenamiento jurídico (Zoido, 2001). Así, a partir de la escala regional a la que está referido este trabajo, se hace necesario profundizar en estudios de detalle en la escala local, para determinar con precisión los efectos reales sobre el territorio y el paisaje. En estos estudios en detalle resultará imprescindible incluir instrumentos de participación pública y ciudadana (inviables en la escala regional), que permitan profundizar en el carácter democrático de la planificación.

Además se evidencia la gran utilidad de las Tecnologías de Información Geográfica y las Técnicas de Evaluación Multicriterio para abordar la potencialidad eólica de los territorios, herramientas que ya habían demostrado parcialmente su validez para estudios similares (Baban y Parry, 2001; Domínguez, 2002; Rodman y Meentemeyer, 2006; Leujene y Feltz, 2008; Simao, Densham y Haklay, 2009; Janke, 2010; van Haaren y Fthenakis, 2011; Resch, *et al.*, 2014).

En tercer lugar, el modelo desarrollado resulta de gran utilidad en la planificación de estas infraestructuras, tanto para la Administración, que contará con un instrumento sencillo, repetible y capaz de identificar fácilmente zonas incompatibles, como para los propios promotores, que, ante un proyecto eólico, podrán descartar de antemano posibles ubicaciones y centrarse en la realización de análisis más detallados en las zonas que obtienen mejor puntuación. En este sentido, la definición de dos escenarios diferentes permite la obtención de resultados supeditados al mejor y el peor escenario de potencialidad posibles a esa escala, así como la comparación de ambos.

Por último, en los aspectos metodológicos queremos destacar la concepción del modelo como una herramienta dinámica, necesitada de actualización permanente ante los cambios tecnológicos o normativos que vayan surgiendo, lo cual permite igualmente la adaptación de su metodología a otros contextos territoriales o institucionales diferentes al territorio andaluz.

Respecto a la potencialidad del territorio andaluz para la implantación de parques eólicos, merecen destacarse los siguientes hechos:

El trabajo constituye la primera aproximación a la valoración del territorio andaluz para la implantación de parques eólicos, que tiene en cuenta los condicionantes territoriales, ambientales, culturales, urbanísticos y de infraestructuras, no existiendo antecedentes de ello a escala regional, sino sólo algunos trabajos y documentos de planificación para ámbitos subregionales y locales.

Frente a la percepción extendida acerca de la gran potencialidad del territorio andaluz para la implantación eólica, este trabajo muestra las limitaciones que se imponen a este hecho una vez que se aplican con rigor un amplio abanico de criterios territoriales y ambientales de localización. Ello obliga a reconsiderar los postulados imperantes hasta el momento para la ubicación de parques eólicos.

En ese sentido, cabe destacar la importancia de identificar los territorios con menores valores de potencialidad a esta escala regional, dado que en ellos podría haber grandes posibilidades de incremento de la superficie compatible o con altos valores de idoneidad y potencialidad, trabajando en escalas de mayor detalle. La actuación sobre alguno de los factores o variables tratados, como la red de carreteras o la red eléctrica, por ejemplo, podrían actuar en ese sentido. Lo mismo cabe decir de la altura de los aerogeneradores, cuyo aumento podría implicar un incremento paralelo en la velocidad del viento y, por ende, en la disponibilidad del recurso eólico.

Por último, como conclusión derivada de la coyuntura actual, es de destacar la oportunidad de aprovechar la vigente ralentización del proceso de expansión de las instalaciones (como consecuencia de la crisis económica y de cambios normativos contrarios al mantenimiento de las ayudas públicas), como un momento de pausa que permita reflexionar sobre los impactos ya producidos, así como desarrollar metodologías más precisas de evaluación de los efectos territoriales e instrumentos de actuación para prevenir su agravamiento de cara al futuro.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido realizada en el marco de los proyectos de la Unión Europea (Project Developing Skills in the Field of Integrated Energy Planning in Med Landscapes -ENEPLAN- y Project s*Innovative Educational Tools for Energy Planning* -E-RESPLAN-).

Referencias

Agencia Andaluza de la Energía. https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/

Agencia Andaluza de la Energía (2007). *Plan Andaluz de sostenibilidad energética (2007-2013)*. Consejería de Innovación, Ciencia y Empleo. Recuperado de http://www.juntadeandalucia.es/organismos/empleoempresaycomercio/areas/energia/planificacion-ordenacion/paginas/pasener.html

Agencia Andaluza de la Energía (2012). *Datos energéticos de Andalucía 2011*. Consejería de Innovación, Ciencia y Empleo. Recuperado de https://soporte.agenciaandaluzadelaenergia.es/es/documentacion/tipo-de-documento/informes-y-estudios/datos-energeticos-de-andalucia-2012

Agencia Andaluza de la Energía (2016). *Estrategia energética de Andalucía 2020*. Consejería de Empleo, Empresa y Comercio. 152 pp. Recuperado de https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/es/estrategia-energetica

Arenal (2004a). *Plan Especial Supramunicipal de Ordenación de los Recursos Eólicos de la Comarca de la Janda (Cádiz)*. Inédito.

Arenal (2004b). *Plan Especial de Ordenación de los Recursos Eólicos de Jerez de la Frontera (Cádiz)*. Inédito.

Atienza, J.C., Martín, I., Infante, J., Valls, J. y Domínguez, J. (2008). *Directrices para la evaluación del impacto de los parques eólicos en aves y murciélagos (versión 3.0)*. Madrid: SEO/BirdLife. Recuperado de http://www.seo.org/wp-content/uploads/2012/05/MANUAL-MOLINOS-VERSION-31_WEB.pdf

Baban, S.M.J. & Parry. T. (2001). Developing and applying a GIS-assisted approach to locating wind farms in the UK. *Renewable Energy*, vol. 24, 1, 59-71. https://doi.org/10.1016/S0960-1481(00)00169-5

Consejo de Europa (2000). Convenio europeo del paisaje. Florencia: 20 de noviembre de 2000. Retrieved from http://conventions.coe.int/treaty/fr/Treaties/Html/176.html

Consejería de Obras Públicas y Vivienda, 2001a. *Plan de Ordenación del territorio de La Janda*. Sevilla. Junta de Andalucía. Recuperado de http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal_web/web/temas_ambientales/vigilancia_y_prevencion_ambiental/Prevencion_Ambiental/evaluacion_ambiental_planes_y_programas/memoriaambinetalpotlajanda.pdf

Consejería de Obras Públicas y Vivienda, 2001b. *Plan de Ordenación del territorio del Campo de Gibraltar*. Sevilla. Junta de Andalucía.

[COM/2000/0001 final] Comunicación de la Comisión sobre el recurso al principio de precaución. Bruselas. Comisión de las Comunidades Europeas. Recuperado de http://eur-lex.europa.eu/

De Lucas, M., Janss, G.F.E. & Ferrer, M. 2007. *Birds and wind farms. Risk assessment and mitigation*. Madrid: Editorial Quercus.

Departamento de Industria, Comercio y Turismo (2002). *Plan territorial sectorial de la energía eólica en la Comunidad Autónoma del País Vasco*. Vitoria-Gasteiz: Gobierno Vasco.

Decreto 155/1998, de 21 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Vías Pecuarias en la Comunidad Autónoma de Andalucía. *Boletín Oficial de la Junta de Andalucía,* nº 87, de 4 de agosto de 1988.

Díaz-Cuevas, P. (2013). *Energía eólica y territorio. Potencialidades para la Implantación eólica en Andalucía*. Tesis doctoral. Inédita. Universidad de Sevilla.

Díaz-Cuevas, P. y Pita López, M.F. (2015). Evaluación y caracterización de las zonas incompatibles con la implantación eólica en Andalucía mediante la aplicación de un modelo locacional con Sistemas de Información Geográfica y Técnicas de Evaluación Multicriterio. En: J. de la Riva, P. Ibarra, R.Montorio y M. Rodríguez (eds.): *Análisis espacial y representación geográfica: innovación y aplicación* (pp.581-590). Universidad de Zaragoza y Asociación de Geógrafos Españoles.

Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de abril de 2009,

relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, en Diario Oficial de la Unión Europea L 335/1-155.

Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*, número L 206 de 22 de julio de 1992.

Domínguez, J. (2002). *La integración económica y territorial de las energías renovables y los Sistemas de Información geográfica.* Memoria presentada para optar al grado de doctor, Facultad de Geografía e Historia, Departamento de Geografía Humana, Universidad Complutense de Madrid.

Espejo, C. y García, R. (2012). La energía eólica en la producción de electricidad en España. *Revista de Geografía Norte Grande,* 51, 115-136. http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022012000100007

Fernández- Núñez, M. Díaz-Cuevas, P., Ojeda, J., Prieto, A. y Sánchez-Carnero, N. (2015). Multipurpose line for mapping coastal information using a data model: the Andalusian coast (Spain). *Journal of Coastal Conservation*, 19, 461-474. http://dx.doi.org/10.1007/s11852-015-0400-1

Frolova, M. (2010). Landscapes, Water Policy and the Evolution of Discourses on Hydropower in Spain. *Landscape Research*, nº 35 (2), 235-257. http://dx.doi.org/10.1080/01426390903557956

Frolova, M., Espejo, C., Baraja, E. y Prados, M. J. (2014). Paisajes emergentes de las energías renovables en España. En *Boletín de la Asociación de Geógrafos Espa*ñoles, nº 66, 223-252.

Frolova, M. y Pérez, B. (2011). New landscape concerns in the development of renewable energy projects in South-West Spain. En: Z. Roca, P. Claval. y J. Agnew (eds.). *Landscapes, Identities and Development* (pp. 389-401). Farnham, Ashgate Publishing.

Gomariz- Castillo, F.J., Alonso-Sarría, F., Montálvez, J.P. y Lorente, R. (2012). Un servidor cartográfico para la modelización del potencial eólico sobre la Península Ibérica basado en software libre. En: J. Marín y I. Marín (eds.): *Tecnologías de la Información Geográfica en el contexto de Cambio Global* (pp. 459-469). Instituto de Economía, Geografía y Demografía. CSIC.

Gutiérrez, J. (2001). Escalas espaciales, escalas temporales. *Estudios Geográficos*, 2001, volumen 62, nº 242. http://dx.doi.org/10.3989/egeogr.2001.i242.295

Harvey, D. (2003). *Espacios de esperanza*. Madrid: Akal.

Iglesias, G., Del Río, P. y Dopico, J. A. (2011). Policy analysis of autorization for wind energy deployment in Spain. *Energy Policy*, 38, 4067-4076. http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2011.03.033

Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (2011). *Datos Espaciales de Andalucía Referencia Para Escalas Intermedias*. [CD-ROOM]. Junta de Andalucía.

Janke, J. (2010). Multicriteria GIS modeling of wind and solar farms in Colorado. *Renewable Energy*, 35, 2228-2234. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2010.03.014

Leujene, P. & Feltz, C. (2008). Development of a decision support system of setting up a wind energy policy across the Walloon Region (southern Belgium). *Renewable Energy*, 33, 2416-2422. http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2008.02.011

Ley 2/1989, de 18 de Julio, por la que se aprueba el Inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía, y se establecen medidas adicionales para su protección. *Boletín Oficial de la Junta de Andalucía*, número 60, de 27 de julio de 1989.

Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas. *Boletín Oficial del Estado*, número 181, de 29 de julio de 1988.

Ley 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestre. *Boletín Oficial del Estado,* número 74 de 28 de marzo de 1989.

Ley 3/1995 de Vías pecuarias. *Boletín Oficial del Estado,* número 71, de 24 de marzo de 1995.

Ley 8/2001, de 12 de julio, de Carreteras de Andalucía. *Boletín Oficial de la Junta de Andalucía,* nº 85, de 26 de julio de 2001.

Ley 9/2006, de 26 de diciembre, de Servicios Ferroviarios de Andalucía. *Boletín Oficial de la Junta de Andalucía*, nº 251, de 30 de diciembre 2006.

Ley 1/1991, de julio, de Patrimonio Histórico de Andalucía. *Boletín Oficial de la Junta de Andalucía*, número 59, de 13 de julio de 1991.

Ley 2/2007, de 27 de marzo de fomento de las energías renovables y de ahorro y eficiencia energética de Andalucía. *Boletín Oficial de la Junta de Andalucía* nº 109, de 7 de mayo de 2007.

National Wind Coordinating Committee (1998). *Permitting of Wind Energy Facilities: A Handbook*. Washington, D.C.: NWCC Siting Subcommittee.

Pérez, B., Requejo, J., y Ballesteros, C. (2007). *Energías Renovables y Paisaje: Incidencia en el Paisaje de Parques Eólicos y Plantas Fotovoltaicas. Escalas de Análisis. En V Congreso Internacional de Ordenación del Territorio «Agua, Territorio y Paisaje. De los instrumentos programados a la planificación aplicada»*, Málaga, del 22 al 24 de noviembre de 2007, p. 1191-1204.

Petit, C. (1995).Winds of change. GIS helps site wind farms in France. Godmanchester (Huntingdon): *GeoTecMedia*, 17-18.

Pita, M.F. y Pedregal, B. -coord- (2011). *Tercer Informe de desarrollo territorial de Andalucía*. Sevilla: Secretariado de publicaciones de la Universidad de Sevilla.

Prados, M.J. (2010). Renewable energy policy and landscape management in Andalusia, Spain: the facts. *Energy Policy*, 38 (11), 6.900-6.909. http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2010.07.005

Prados, MJ., Baraja, E., Frolova, M. y Espejo, C. (2012). Integración paisajística y territorial de las energías renovables. *Ciudad y Territorio*, 171, 127-143. http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.3368.2087

Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril. *Boletín Oficial del Estado,* número 14, de 16 de enero de 2008.

Resch, B., Sagl, G., Törnros, T., Bachmaier, A., Eggers, J. B., Herkel , S.,... & Gündra, J. (2014). GIS-Based Planning and Modeling for Renewable Energy: Challenges and Future Research Avenues. *International Journal of Geo-Information*, 3, 662-692. http://dx.doi:10.3390/ijgi3020662

Rodman, L. & Meentemeyer, R. (2006). A geographic analysis of wind turbine placement in Northern California. *Energy Policy*, 34, 2137-2149. http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2005.03.004

Saaty, T.L. (1980). *The analytic hierarchy process*. New York: Mc GRAWHILL.

Siddiqui, M., Everett, J., &Vieux, B. (1996). Landfill sitting using geographical information system: A demonstration. *Journal of Environmental Management,* 122, 6, 515-523.

Simao, A., Densham, P.J., & Haklay, M.M. (2009).Web-based GIS for Collaborative Planning and Public Participation: An Application to the Strategic Planning of Wind Farm Sites. *Journal of Environmental Management*, nº 90, 6, 2027-2040. http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2007.08.032

Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía. Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía. http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/sima/index2.htm.

Van Der Host, D. y Lozada-Ellison, L.M. (2010). Conflictos entre las energías renovables y el paisaje: siete mitos y la propuesta de manejo adaptativo y colaborativo. *Nimbus. Revista de Climatología, Meteorología y Paisaje*, 25-26, 231-251.

Van Haaren, R. & Fthenakis, V. (2011). GIS-based wind farm site selection using spatial multi-criteria analysis (SMCA): Evaluating the case for New York State. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 15, 3332-3340. http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2011.04.010

Zoido, F. (1998). Geografía y ordenación del territorio. *Iber: Didáctica de las Ciencias Sociales. Geografía e Historia*, 16, 19-31.

Zoido, F. (2001). La ordenación del territorio a distintas escalas. En: A. Gil y J. Gómez. (Coords.): *Geografía de España* (505-618). Barcelona: Ariel.