



## TÍTULO

**ENERGÍA RENOVABLE Y TERRITORIO. POTENCIALIDAD  
EÓLICA Y SOLAR EN LA COMARCA DE DOÑANA**

## AUTORA

**María del Pilar Díaz Cuevas**

Director  
Tutor  
Curso  
ISBN

**Esta edición electrónica ha sido realizada en 2010**

Francisco Borja Barrera

César Borja Barrera

**VIII Maestría en Conservación y Gestión del Medio Natural**

978-84-694-0710-3

© María del Pilar Díaz Cuevas

© Para esta edición, la Universidad Internacional de Andalucía



## Reconocimiento-No comercial-Sin obras derivadas 2.5 España.

### Usted es libre de:

- Copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra.

### Bajo las condiciones siguientes:

- **Reconocimiento.** Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciadador (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o apoyan el uso que hace de su obra).
- **No comercial.** No puede utilizar esta obra para fines comerciales.
- **Sin obras derivadas.** No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.
  
- *Al reutilizar o distribuir la obra, tiene que dejar bien claro los términos de la licencia de esta obra.*
- *Alguna de estas condiciones puede no aplicarse si se obtiene el permiso del titular de los derechos de autor.*
- *Nada en esta licencia menoscaba o restringe los derechos morales del autor.*

VIII MAESTRÍA EN CONSERVACIÓN Y GESTIÓN DEL MEDIO NATURAL  
**2009**

**ENERGÍA RENOVABLE Y  
TERRITORIO. POTENCIALIDAD  
EÓLICA Y SOLAR EN LA  
COMARCA DE DOÑANA**



Autora

María del Pilar Díaz Cuevas

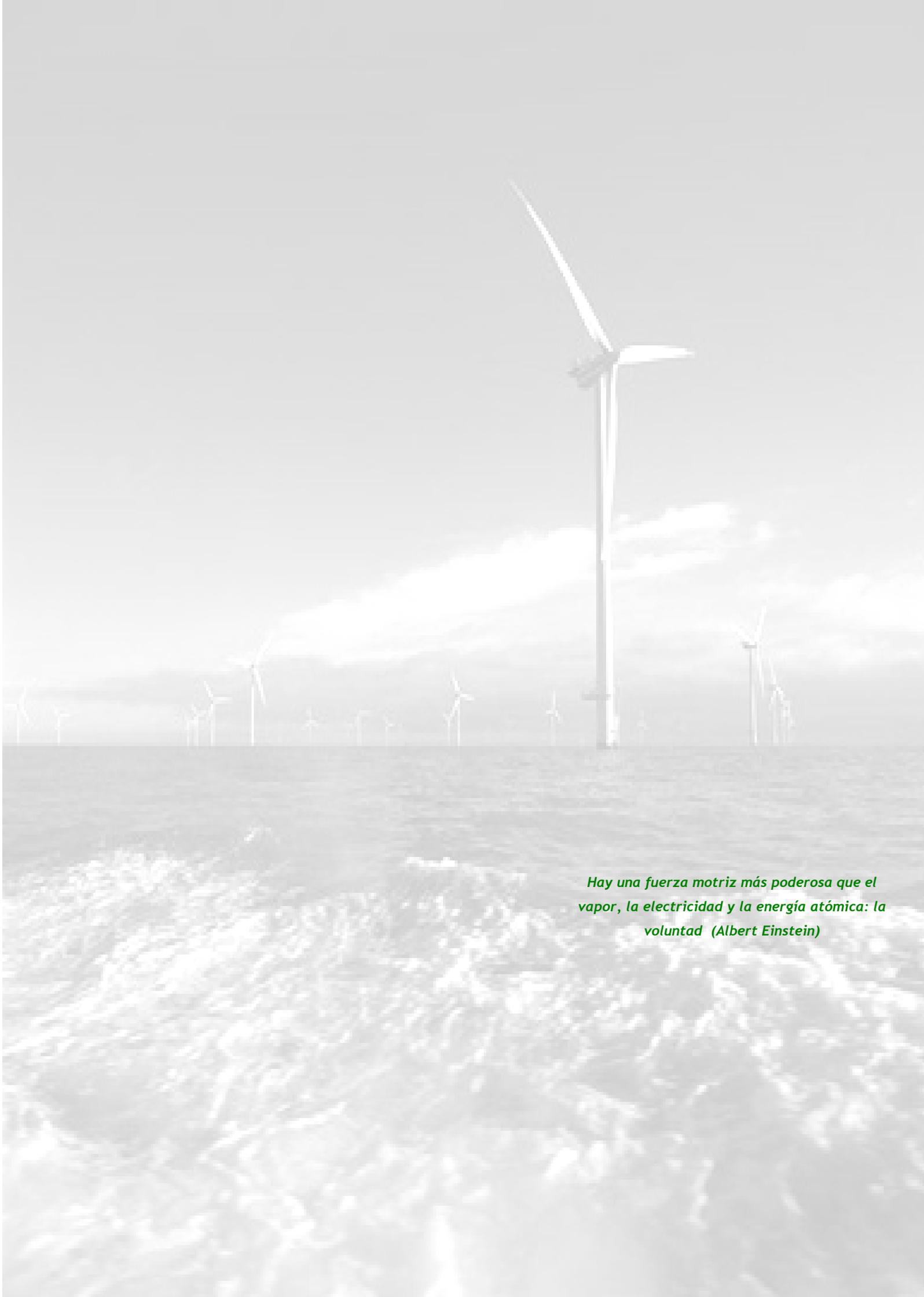
Director

Francisco Borja Barrera

Tutor

César Borja Barrera

DICIEMBRE 2009



*Hay una fuerza motriz más poderosa que el vapor, la electricidad y la energía atómica: la voluntad (Albert Einstein)*



## INDICE

	Pág.
I. PLANTEAMIENTOS GENERALES	5
I.1. INTRODUCCIÓN	6
I.2. OBJETIVOS	7
I.3. JUSTIFICACIÓN	8
I.4. ASPECTOS CONCEPTUALES Y DE MÉTODO	9
II. ESTADO DE LA CUESTIÓN	12
II.1. CAMBIO GLOBAL Y ENERGÍA. ENERGÍAS RENOVABLES	13
II.2. ENERGÍAS RENOVABLES, TERRITORIO Y DESARROLLO TERRITORIAL	15
II.3. ALGUNAS EXPERIENCIAS INTERNACIONALES	18
II.4. EL CASO DE ESPAÑA	24
II.5. EL CASO DE ANDALUCÍA	27
II.5.1. CRECIMIENTO CONTINUADO DEL CONSUMO ENERGÉTICO	27
II.5.2. ALTA TASA DE DEPENDENCIA ENERGÉTICA	28
II.5.3. CRECIMIENTO DE GASES EFECTO INVERNADERO	28
II.6. EL ÁMBITO DE APLICACIÓN DEL MODELO. LA COMARCA DE DOÑANA	32
III. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO DE POTENCIALIDAD	38
III.1. EXPERIENCIAS PREVIAS	39
III.2. FUENTES DOCUMENTALES. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL MODELO	46
III.3. SELECCIÓN DE CRITERIOS	
III.3.1. APTITUD DEL TERRITORIO PARA LA IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES EN LA COMARCA DE DOÑANA	52
III.3.2. IDONEIDAD DEL TERRITORIO PARA LA IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES EN LA COMARCA DE DOÑANA	66
III.3.2.1. ÍNDICE DE PROTECCIÓN PATRIMONIAL	67
III.3.2.2. ÍNDICE DE EFICIENCIA	75
III.3.3. INSOLACIÓN	81
III.3.4. RECURSO EÓLICO	82
IV. RESULTADOS	85
IV.1. APTITUD DEL TERRITORIO PARA LA IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES EN LA COMARCA DE DOÑANA	86
IV.2. IDONEIDAD DEL TERRITORIO PARA LA IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES EN LA COMARCA DE DOÑANA	89
IV.3. POTENCIALIDAD DEL TERRITORIO DE LA COMARCA DE DOÑANA PARA LA IMPLANTACIÓN EÓLICA Y SOLAR	91
IV.3.1. POTENCIALIDAD TERRITORIAL PARA LA IMPLANTACIÓN DE	
VIII MAESTRÍA EN CONSERVACIÓN Y GESTIÓN DEL MEDIO NATURAL. María del Pilar Díaz Cuevas	3



PARQUES SOLARES	91
IV.3.1. POTENCIALIDAD TERRITORIAL PARA LA IMPLANTACIÓN DE PARQUES EÓLICOS	95
V. CONCLUSIONES	99
BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES	106
ANEXOS	113
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE MAPAS	
ÍNDICE DE TABLAS	
CUADROS ESTADÍSTICOS	



## I. PLANTEAMIENTOS GENERALES



## I. PLANTEAMIENTOS GENERALES

### I.1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación, efectuado bajo la perspectiva de la *VIII Maestría de Conservación y Gestión del Medio Natural*, se realiza como complemento al módulo presencial, impartido en la Universidad Internacional de Andalucía en su Sede Iberoamericana de La Rábida.

Bajo los conceptos asimilados en la Maestría, se lleva a cabo el estudio de la potencialidad para la implantación eólica y solar de un territorio con un alto valor ecológico y patrimonial, la comarca de Doñana.

Si garantizar la “seguridad de suministro” en cantidad, precio y calidad suficientes, siempre ha sido objeto de las políticas de cualquier Estado, en los últimos años, estos objetivos han incrementado más si cabe su importancia, al converger con otros derivados de la mitigación de los efectos del Cambio Global, ampliamente tratados en esta Maestría, entre los que destacan la búsqueda de la sostenibilidad para el modelo de producción/consumo preponderante, caracterizado tanto por la finitud de los recursos energéticos como por el impacto ambiental que lleva implícito.

La comunidad autónoma andaluza no es una excepción y en la actualidad desarrolla instrumentos encaminados a impulsar un nuevo modelo energético, caracterizado por la sostenibilidad, conforme a lo dispuesto en su Estatuto de Autonomía, que aprobado por *Ley orgánica 6/1981 de 30 de Diciembre* y reformado en marzo de 2007, recoge de manera expresa criterios de sostenibilidad y uso racional de los recursos energéticos y naturales, en los artículos 204 y 196<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Artículo 196. Uso sostenible de los recursos naturales.

Los poderes públicos promoverán el desarrollo sostenible, el uso racional de los recursos naturales garantizando su capacidad de renovación, y la reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera. Asimismo la Comunidad Autónoma promocionará la educación ambiental en el conjunto de la población.

Artículo 204. Utilización racional de los recursos energéticos.

Los poderes públicos de Andalucía pondrán en marcha estrategias dirigidas a evitar el cambio climático. Para ello potenciarán las energías renovables y limpias, y llevarán a cabo políticas que favorezcan la utilización sostenible de los recursos energéticos, la suficiencia energética y el ahorro.



Para ello, el avance tecnológico experimentado en los últimos años, ha concedido al ser humano la capacidad de generar nuevas formas de intervención en la obtención, regulación y distribución de la energía desarrollando las llamadas energías renovables. Éstas, unidas al ahorro y eficiencia, se han convertido en los pilares fundamentales para el tránsito hacia un nuevo modelo energético.

De todas las energías renovables, la energía eólica y solar conllevan los mayores objetivos de producción en la Comunidad Autónoma, lo cuál ha supuesto que en los últimos años hayamos asistido a una proliferación de dichos parques a lo largo de toda la superficie regional, fenómeno que se seguirá produciendo en los próximos años ya que entre los objetivos más ambiciosos para la Comunidad, está el formulado en el *Plan Andaluz de Sostenibilidad Energética* según el cuál, en 2013, el 38,1% de la energía eléctrica consumida en Andalucía debe proceder de fuentes de energía renovables.

En este sentido, el presente trabajo de investigación lleva a cabo un análisis de la potencialidad del territorio de Doñana para el aprovechamiento eólico y solar, entendiendo que una planificación adecuada para el cambio de modelo energético en esta comarca, caracterizada por poseer amplios valores ecológicos y patrimoniales que conviene ser protegidos, debe apoyarse en un conocimiento exhaustivo de las potencialidades del territorio del que forma parte.

## I.2. OBJETIVOS

La presente investigación se plantea el siguiente objetivo general:

**Elaborar una caracterización del territorio de la comarca de Doñana, con cartografía asociada, en función de su aptitud, idoneidad y potencialidad para la implantación de las energías renovables (eólica y solar).**

La consecución de este objetivo general se realiza a partir de la concreción de los siguientes objetivos específicos:



- i) Análisis de las causas y los instrumentos de desarrollo actual de las energías renovables a nivel global.
- ii) Definición de la relación energía - territorio, que servirá de base conceptual para el análisis, discusión y reflexiones elaborados durante el trabajo de investigación.
- iii) Establecimiento de los criterios de idoneidad del territorio para la implantación de energías renovables (eólica y solar).
- iv) Ensayo de una metodología que señale la potencialidad del territorio para la implantación de energías renovables mediante la elaboración de un modelo que permita identificar los mejores emplazamientos, en función de los criterios previamente elegidos, para el aprovechamiento territorial sostenible de la energía eólica y solar en la comarca de Doñana.

### I.3. JUSTIFICACIÓN

La temática del presente trabajo de investigación está vinculada directamente a la gestión de un territorio con amplios valores ecológicos, desde una perspectiva territorial e integral que conlleve la mayor eficiencia posible (aprovechar la máxima potencialidad con los mínimos impactos territoriales).

Este objetivo se ajusta a los fundamentos impartidos en la *VIII Maestría en Conservación y Gestión del Medio Natural*, en la que se inserta el presente trabajo, avanzando en el ensayo de una nueva metodología para la conservación y gestión del medio natural en el marco del desarrollo sostenible entendiendo pues, que la conservación y gestión del medio natural debe contribuir a compatibilizar los procesos de crecimiento económico y desarrollo social con el mantenimiento de bienes y servicios que los sistemas naturales ofrecen a los distintos colectivos humanos, rompiendo el vínculo entre crecimiento económico y degradación ambiental.



Así, en un contexto energético como el actual, entre la perspectiva económica y ambiental, las energías renovables y la eficiencia energética se presentan como elementos esenciales no sólo para garantizar la seguridad del suministro sino también, para la mitigación de los impactos derivados de la producción y consumo de las fuentes de energía tradicionales (a escala global), y para la adaptación de los territorios al cambio (a escala local), hacia un sistema energético más eficiente y diversificado en función de sus potencialidades y necesidades.

Este hecho resulta de gran importancia para la región andaluza que cuenta con escasos recursos energéticos convencionales propios y donde la implantación de parques eólicos y plantas solares se ha intensificado en los últimos años a lo largo de toda la superficie regional, fenómeno que se seguirá produciendo en los próximos años ya que, entre los objetivos más ambiciosos para la Comunidad, está el formulado en el *Plan Andaluz de Sostenibilidad Energética* según el cuál, en 2013, el 38,1% de la energía eléctrica consumida en Andalucía debe proceder de fuentes de energía renovables. Ello, unido a la inexistencia de unas directrices de ordenación del territorio para el aprovechamiento de las fuentes de energía renovable, expresiva de los fines y objetivos de la política territorial de la comunidad andaluza en la comarca de Doñana, unido al desarrollo de la *Ley 54/1997, del Sector Eléctrico* que liberaliza las actividades de generación de energía, hace necesario establecer una primera zonificación de carácter general que señale los territorios con mayor potencialidad, donde la implantación resultaría más eficiente.

#### I.4. ASPECTOS CONCEPTUALES Y DE MÉTODO

La metodología del presente trabajo de investigación se caracteriza por abordar principios básicos del Análisis Geográfico Regional, y el por uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), de manera que, si bien las energías renovables disponen de unas especiales “cualidades geográficas” para su tratamiento con SIG, facilitando la posibilidad de realizar análisis sencillos, para la elaboración de mapas de recursos y la aproximación a los estudios de localización, la potencia de esta



herramienta se manifiesta netamente en la incorporación del análisis geográfico a la planificación estratégica de nuevas instalaciones, la caracterización del recurso y la localización óptima para los centros de electricidad.

En relación al Análisis Geográfico Regional, siendo el objeto de estudio de la investigación el territorio, la Geografía puede y debe introducirse de lleno en esta nueva temática, a través de varias perspectivas. Por un lado, mediante la descripción de los hechos espaciales, objeto primero y tradicional de esta disciplina. En segundo lugar, buscando las relaciones existentes entre el hecho especialmente analizado y los ámbitos de referencia. Y finalmente con el enfoque propio de la ordenación del territorio entendiendo que esta debe ser la técnica encargada de establecer los criterios espaciales que potencien el cambio hacia un nuevo modelo energético.

En este sentido, la metodología general utilizada para el desarrollo de este trabajo se ha fundamentado en las siguientes fases de análisis:

- I) En primer lugar, se ha procedido al **estudio de la situación energética actual y las causas explicativas del desarrollo de las energías renovables** que será de utilidad para el establecimiento de un marco de referencia que justifique y facilite el análisis de este fenómeno. Ello se realiza a través de la identificación de los objetivos energéticos planteados desde la UE, España y Andalucía así como de las causas que explican la necesidad de cambio hacia un nuevo modelo energético.
- II) En segundo lugar, dado que el fomento de las energías renovables constituye una de las principales apuestas de la comunidad andaluza para la transición hacia un nuevo modelo energético, será necesario conocer la **aptitud e idoneidad de un territorio como la comarca de Doñana**, tan extenso y diverso, para el desarrollo de dichas energías (eólica y solar fundamentalmente). Ello se acometerá mediante la elaboración de una metodología de análisis basada en la generación de un modelo locacional ponderado, esto es, indicando las zonas que más se aproximan al



cumplimiento de unos criterios de aptitud previamente establecidos, que confluyen para ambos tipos de parques. Para ello, los sistemas de información geográfica (SIG), en concreto el software Arc-Gis 9.2 y la herramienta “constructor de modelos” o Model Builder, ha resultado de gran utilidad para la realización de las operaciones necesarias.

- III) Para el establecimiento de los criterios de aptitud e idoneidad se ha realizado un **análisis de los documentos existentes a distintas escalas y para diversos territorios**, que derivan de la consideración de que los mayores impactos ocasionados por los parques eólicos y solares procede en gran medida de las infraestructuras de transporte rodado y eléctrico vinculadas a las mismas, definiéndose las zonas más aptas e idóneas para la implantación de dichos parques en función de criterios que responderán, por un lado, a la necesidad de infraestructuras asociadas a las implantaciones eólica y solar, y, por otro, a las limitaciones debidas al impacto de dichas instalaciones sobre el territorio.
  
- IV) Por último se realiza la **descripción y análisis interpretativo de los resultados obtenidos** que se ven reflejados en los productos cartográficos y estadísticos. En definitiva, en este último punto se trata de realizar un reflexión de todos los resultados obtenidos en los puntos anteriores.



## II. EL ESTADO DE LA CUESTIÓN



## II. EL ESTADO DE LA CUESTIÓN

### II.1. CAMBIO GLOBAL Y ENERGÍAS RENOVABLES

En actualidad, el sistema energético global afronta tres grandes desafíos que ponen en entredicho su sostenibilidad: las interrupciones en el suministro energético, la amenaza ambiental que lleva implícita y la persistente pobreza energética de buena parte de la humanidad, existiendo un elevado número de países dependientes del exterior.

Respecto a la amenaza ambiental, según el *Informe Planeta Vivo 2006*, los últimos datos disponibles indican que ha aumentado la Huella Ecológica de la humanidad, y el impacto sobre el Planeta, se ha triplicado desde 1961. En la misma línea, el programa de trabajo Evaluación de los Ecosistemas del Milenio<sup>2</sup>, advierte en su informe de 2004 que en los últimos 50 años, los seres humanos han transformado los ecosistemas más rápida y extensamente que en ninguna otra época de la historia humana.

Por otro lado, las previsiones para la población mundial recogidas en *el Informe Estado de la Población Mundial 2007, elaborado por UNFPA* (Fondo de Población de las Naciones Unidas) prevé un crecimiento de la población urbana mundial, de modo que, dentro de una sola generación, la población urbana en África y en Asia se duplicará, lo que supondrá un aumento del consumo de los recursos en general y de los impactos, traduciéndose además en un aumento de los residuos generados.

Estos argumentos (crecimiento de la población, aumento del consumo de recursos y amenaza ambiental) se enmarcan como causas principales del que es actualmente el problema global más importante de la Humanidad, el Cambio Global.

---

<sup>2</sup> Convocada por el Secretario General de las Naciones Unidas Kofi Annan en el año 2000, tiene como objetivo evaluar las consecuencias de los cambios en los ecosistemas para el bienestar humano y las bases científicas para las acciones necesarias para mejorar la conservación y el uso sostenible de los mismos, así como su contribución al bienestar humano. La EM ha involucrado el trabajo de más de 1.360 expertos de todo el mundo.



Definido el Cambio Global como el conjunto de cambios ambientales afectados por la actividad humana, especialmente en aquellos procesos que determinan el funcionamiento del sistema tierra (Duarte, 2006), uno de sus componentes principales, el cambio climático, está teniendo en la actualidad grandes repercusiones sociales y viene caracterizado por los diversos informes publicados por el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC). Éstos recogen desde 1990 la evolución del sistema climático en los últimos 140 años, observándose la significativa correlación con el incremento de CO<sub>2</sub> acumulado en la atmósfera a causa del aumento del uso de combustibles fósiles.

En el cuarto informe de evaluación (2007) se ratifica el efecto antrópico como causante del Cambio Global, implicación suficiente para afirmar que la humanidad se encuentra inmersa en la llamada Era del Antropocentrismo, así lo denomina el científico y premio Nobel Paul Crutzen (Crutzen y Stoermer, 2000), en la que la especie humana se diferencia del resto de especies por su consumo energético exosomático que, aunque ha cambiado a lo largo del tiempo, nunca ha sido mayor que ahora y continúa en aumento (Gómez Romero, 2007).

En esta línea, los datos del estudio internacional elaborado por el programa "Eficiencia de Energía en Tres Países" de Naciones Unidas y Banco Mundial revelan que de seguir la tendencia actual de consumo de energía y de uso de las fuentes tradicionales, para el año 2030, China, India y Brasil habrán duplicado su utilización de energía y por tanto, sus emisiones de gases invernadero (Taylor, 2008).

Satisfacer esa demanda energética a partir de fuentes convencionales no resulta tarea fácil, no sólo porque cada vez es mayor la dificultad de encontrar nuevos yacimientos de petróleo o gas y, por tanto, son mayores los costes de producción, sino porque además, un grupo reducido de países no exentos de dificultades políticas, concentran la mayor parte de estos recursos energéticos y hacen peligrar el suministro energético del resto de países.

Todo lo anterior, unido a la concienciación social existente sobre el cambio climático y al rechazo social de algunos países ante la energía nuclear, hacen que en



la actualidad se lleven a cabo estrategias de actuación a nivel mundial con el objeto de paliar los efectos del Cambio Global bajo la premisa del desarrollo sostenible, es decir, promoviendo un desarrollo sin un crecimiento en consumo de energía y materiales por encima de la capacidad de carga o acogida de los ecosistemas (Daly, 1991).

## II.2. ENERGÍAS RENOVABLES, TERRITORIO Y DESARROLLO TERRITORIAL.

Por territorio se entenderá “el espacio geográfico en sentido amplio (terrestre, marítimo, aéreo y subterráneo) atribuido a un ser individual o a una entidad colectiva” (Grupo ADUAR, 2000).

A esta definición puede añadirse la concepción de territorio como “factor de desarrollo” que deriva del concepto “capital territorial” tal y como hicieron Zoido Naranjo (2001) y Zoido Naranjo y Caravaca (2005), al afirmar que cada área tiene su capital específico que la distingue de otras y que se refleja en factores como la localización geográfica del área, su clima, recursos naturales, sus tradiciones, etc. (OCDE, 2001).

Este capital debe ser aprovechado del mejor modo posible, siendo la acción política la encargada de ayudar a los territorios a aprovechar al máximo sus activos para lograr un eficiente desarrollo de las actividades que tienen lugar en él evitando al máximo los impactos negativos.

Conocer por tanto los activos de cada territorio para potenciar las energías renovables se convierte en un elemento fundamental para que éste actúe como factor de desarrollo de un sistema energético más seguro y eficiente, que garantice la seguridad del suministro, contribuya al equilibrio territorial y ayude a la gestión del territorio evitando al máximo posible los impactos territoriales pues tal y como queda recogido en el *Manifiesto por una nueva cultura del territorio* (Asociación de Geógrafos Españoles, 2006). Un territorio bien gestionado constituirá un activo económico de primer orden.



Para ello, es necesaria la coordinación entre las políticas sectoriales y territoriales tal y como se afirma en el *Libro Verde sobre la Cohesión Territorial* (COM 2008616 final 8). Así, la planificación energética debe estar coordinada con la planificación territorial contribuyendo, de este modo, a mejorar la cohesión territorial.

Se entiende por energías renovables aquellas que se obtienen de fuentes naturales virtualmente inagotables, bien por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales. Su menor impacto ambiental en relación a otras fuentes de energía y el ser autóctonas hace que se las considere una oportunidad para conseguir el desarrollo endógeno de los territorios, disminuyendo con ellas la dependencia energética del exterior y contribuyendo al equilibrio territorial, ya que pueden situarse en zonas rurales aisladas generando empleo, mejorando la cohesión territorial y los niveles de abastecimiento, proporcionando soluciones a largo plazo en dichas zonas.

Poseen una gran aceptación social y han permitido desarrollar tecnologías propias originando un importante Valor Añadido Bruto (VAB) en el territorio en que se desarrollan.

En los últimos años, las energías renovables han adquirido un papel relevante en el panorama global. Las diferentes perspectivas social, económica y ambiental junto con el avance tecnológico existente han confluído bajo el lema de la sostenibilidad y facilitan el desarrollo de estas tecnologías.

Este hecho se debe a que dichas energías consiguen obtener el apoyo de todas las partes que componen el desarrollo territorial: social, económico y ambiental (CEMAT, 1999)- Figura 2.1-, lo que implica su amplio impulso, el cuál, como veremos a continuación, tiene lugar no sólo en los países dependientes de petróleo.

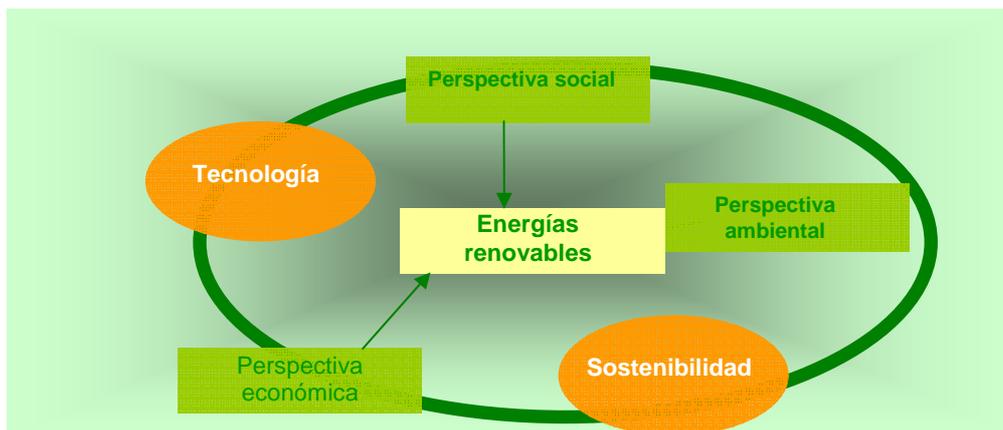
Desde el punto de vista económico parece evidente que cada país tiene entre sus objetivos la independencia energética, puesto que la disponibilidad de energía resulta fundamental para su desarrollo económico, y por ello, tratan de establecer



medidas e instrumentos que faciliten el desarrollo de las energías renovables, que implican la obtención de energía a partir de recursos endógenos.

Desde la perspectiva ambiental, el Cambio Global ha puesto en evidencia la globalización de los problemas ambientales existentes, y son muchas las actuaciones que se están llevando a cabo para mitigar sus efectos. Así, entre otras medidas, el Protocolo de Kyoto prevé para los países desarrollados una reducción en conjunto de sus emisiones de gases de efecto invernadero (en adelante GEI) del 15.2% respecto a 1990 para el año 2012. En este sentido, las energías renovables por ser fuentes limpias constituyen una apuesta segura para la disminución de los GEI.

**Figura 2. 1. Energías renovables y perspectivas de desarrollo territorial.**



Fuente: Elaboración propia

Desde la perspectiva social, es tal la preocupación sobre el Cambio Global que existe una amplia concienciación social a escala mundial, fomentada en algunos casos por el rechazo a la energía nuclear, de manera que un ex-vicepresidente de los EEUU, Al Gore, se ha convertido en uno de los principales exponentes del movimiento en pro de la concienciación social sobre los efectos del cambio climático, por cuyo esfuerzo se le concedió, conjuntamente con el IPCC el Premio Nobel de la paz en 2007.



Todo lo anterior, ha generado un amplio impulso a nivel global al desarrollo de las energías renovables. En el apartado siguiente se abordarán algunas de las experiencias internacionales que ponen de manifiesto estos hechos.

### II.3. ALGUNAS EXPERIENCIAS INTERNACIONALES

Como ya se ha visto en el apartado anterior, en la actualidad las energías renovables obtienen el apoyo de todas las “patas” que conforman el desarrollo territorial (económica, social y ambiental). Ello supone que todos los países, no sólo los que poseen una alta tasa de dependencia energética, alberguen grandes expectativas en la diversificación de sus fuentes energéticas vinculadas al desarrollo de las energías renovables.

Tal es el apoyo que reciben que según el informe *Perspectiva Mundial de la Energía Renovable* (Consejo europeo de las energías renovables y Greenpeace, 2007), la inversión mundial en este año creció un 30%, al pasar de 70.900 millones de dólares, en 2006, a más de 100.000 millones de dólares en 2007, incluyendo lo destinado al establecimiento de nuevas plantas, a investigación y desarrollo.

La figura 2.3 recoge una síntesis de las principales experiencias llevadas a cabo en los diferentes países o regiones del planeta para el fomento de las energías renovables.

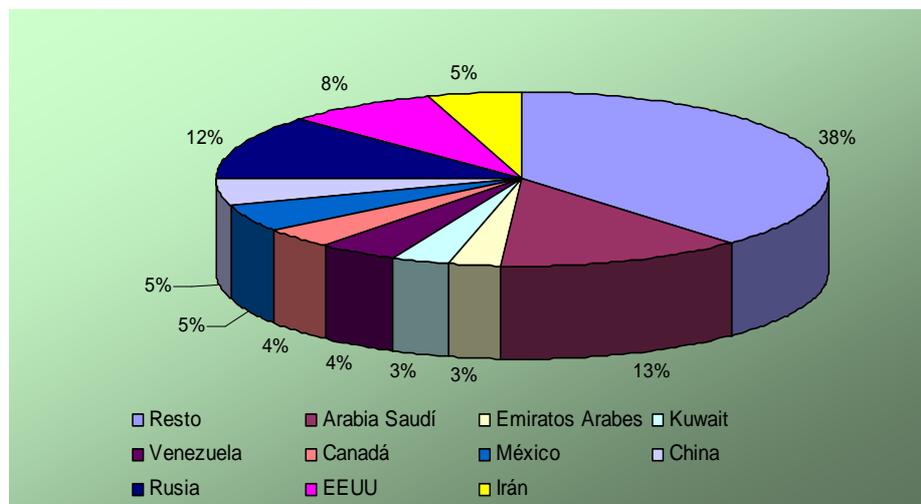
Para el caso de África, el continente menos electrificado, pero con un elevado potencial eólico y geotérmico, destaca en el proyecto TREC (Transmediterranean Energy Renewable Cooperation), que toma el nombre de la iniciativa DESERTEC, del Club de Roma y de la Fundación Hamburgo para la protección del clima mediante el cual el Norte de África produciría energía eléctrica mediante energía eólica y solar de concentración que sería transportada a Europa a través de líneas de alta tensión.

Por otro lado, en países como Arabia Saudí que cuenta con el 13% de la producción mundial de petróleo (Figura 2.2), o la Federación de Rusia con importantes reservas



de gas, (abastece a toda Europa del Este y Los Balcanes), el interés por el desarrollo de este tipo de energías ya se hace notar (Arabia Saudí abrió en 2007 un Centro de Investigación de Energías Renovables y Rusia organizó en mayo de 2008 una Conferencia para establecer un marco legislativo que facilite la inversión en renovables), aunque de modo más lento que en los países dependientes.

Figura 2.2. Producción mundial de petróleo (2007)



Fuente: Elaboración propia a partir de la Agencia Internacional de la Energía (2007).

Por su parte Australia donde la energía es responsable del 69% de las emisiones de CO2 ha apostado por aumentar el peso de las energías renovables y mejorar la gestión del agua. Por ello promulgó la *Ley de Promoción de las EERR*, en vigor desde abril de 2001.

Japón, con una alta dependencia del petróleo se ha fijado como objetivo que todos los vehículos que circulen por las carreteras del archipiélago en el año 2030 dispongan de un motor que pueda combinar la utilización de etanol y gasolina tradicional. En este país se han eliminado ya los subsidios a la energía solar siendo ésta rentable por sí misma debido a que desde el año 1994 se vienen desarrollando actuaciones en materia de energías renovables con la elaboración de las *Guías básicas para la introducción de energías renovables* que continuó en 1997 con la formulación de la *Ley de medidas especiales para la promoción del uso de nuevas*



energía. Por otro lado, en 2003 y basada en la ley de 1997 el Ministerio de Economía, Comercio e industria japonés promulgó en 2002 una nueva *Ley sobre el uso de la nueva energía* que obliga a las empresas distribuidoras de electricidad a que un porcentaje de sus ventas provengan de recursos renovables, esto es, fotovoltaica, eólica, biomasa, geotérmica y minihidráulica (menor o igual a 1MW de potencia).

Para el continente americano, destacan dos casos claramente diferenciados, por un lado, Latinoamérica que se ayuda de este tipo de fuentes para electrificar las zonas rurales contribuyendo a la articulación territorial y a la fijación de la población en estos espacios donde no llegan los servicios mínimos. En este sentido el proyecto más importante que se encuentra actualmente en funcionamiento en Argentina, el Proyecto PERMER (Energía Renovable en Mercados Rurales Dispersos), financiado por el Banco Mundial, tiene como objetivo principal suministrar energía a las áreas rurales dispersas a través de fuentes de energías renovables. Este país junto a Chile y México, cuentan ya con una Ley de Energías Renovables.

Por otro lado, EEUU donde sin existir una política energética común en las renovables, 21 de los Estados ya disponen de un Plan de Energía Renovable particular. Así por ejemplo, el Estado de New Jersey se plantea como objetivo que para 2021 más del 22% de la energía proceda de fuentes de renovables. Además, en el último año, ha sido evidente la intención del gobierno estadounidense por apostar por las energías renovables potenciando la construcción de plantas de energías renovables.

Para el caso de la UE, en conjunto, ha aumentado su tasa de dependencia energética incrementándose en 2005 en un 2%, pasando a ser un 56% para UE25 y, según se recoge en el documento *European Energy and Transport -Trends to 2030-Update* (Comisión de las Comunidades Europeas, 2005), todo apunta a que en el futuro esta situación se agravará alcanzándose un nivel de dependencia para el conjunto de la UE27 del 65% en 2030.



Esta alta dependencia energética, unido a los retos emanados del Cambio Global y el rechazo popular a la energía nuclear por parte de algunos Estados miembros, ha derivado en intentos por parte de la Comunidad Europea de facilitar el desarrollo de una política energética común, que se base en la consecución de un sistema energético que sea competitivo (facilite el acceso a una energía barata), garantice la sostenibilidad ambiental y la seguridad del suministro.

Figura 2.3. Perspectiva mundial de energías renovables.



Fuente: Elaboración propia.

Entre los avances más destacados, en la política energética de la Unión destaca por su importancia el establecimiento de una política de energía y medio ambiente integrada (COMISION DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, 2007) basada en la consecución para el 2020 de los siguientes objetivos:

- Reducir un 20% del consumo de energía primaria en relación con las previsiones.

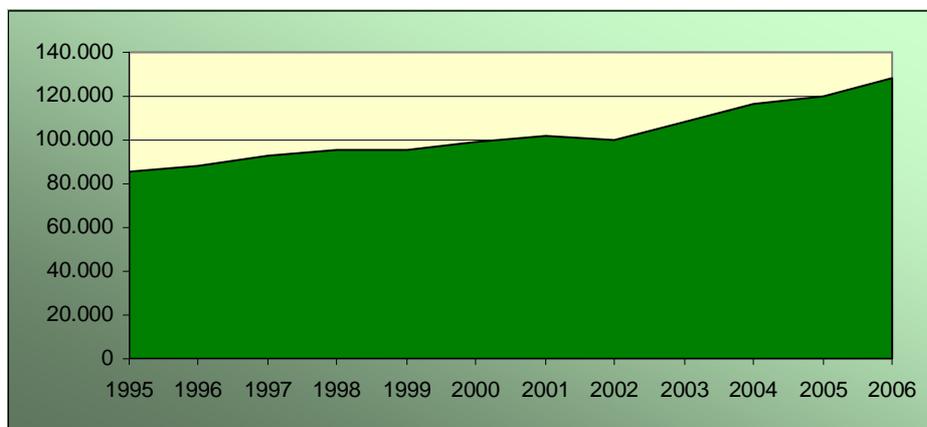


- Aumentar hasta el 20% el porcentaje de las energías renovables en el consumo total.
- Reducir como mínimo un 20% las emisiones de gases de efecto invernadero.

Otro de los objetivos establecidos en este documento es la mejora de las interconexiones. Se plantea para todos los Estados miembros alcanzar el 10% de interconexión, algo vital para España que con sólo un 0,3% de interconexión no puede desarrollar intercambios importantes con otros países europeos que garanticen el suministro.

En relación a las energías renovables (Figura 2.4), en los últimos 11 años se ha producido un aumento de la producción de energía primaria renovable de la Comunidad. Si bien este incremento ha sido muy lento, entre 1995 y 2002, donde ascendió algo menos del 5% para el periodo 2002-2006, el ritmo de crecimiento experimentado ha sido mayor, una media de 7038,5 ktep anuales.

**Figura 2. 4. Evolución (Ktep) de producción primaria de energías renovales para la UE27 (1996-2006).**



Fuente: Elaboración propia a partir de Eurostat.

Este crecimiento se debe en gran parte al establecimiento de un sistema de primas a las renovables que se puso en marcha con la *Directiva del Parlamento y del Consejo Europeo (COM(01)77)* de 27 de septiembre de 2001, de promoción de electricidad generada a partir de fuentes de energías renovables, por la cuál se tendría en cuenta la necesidad de impulsar, mediante incentivos fiscales, las



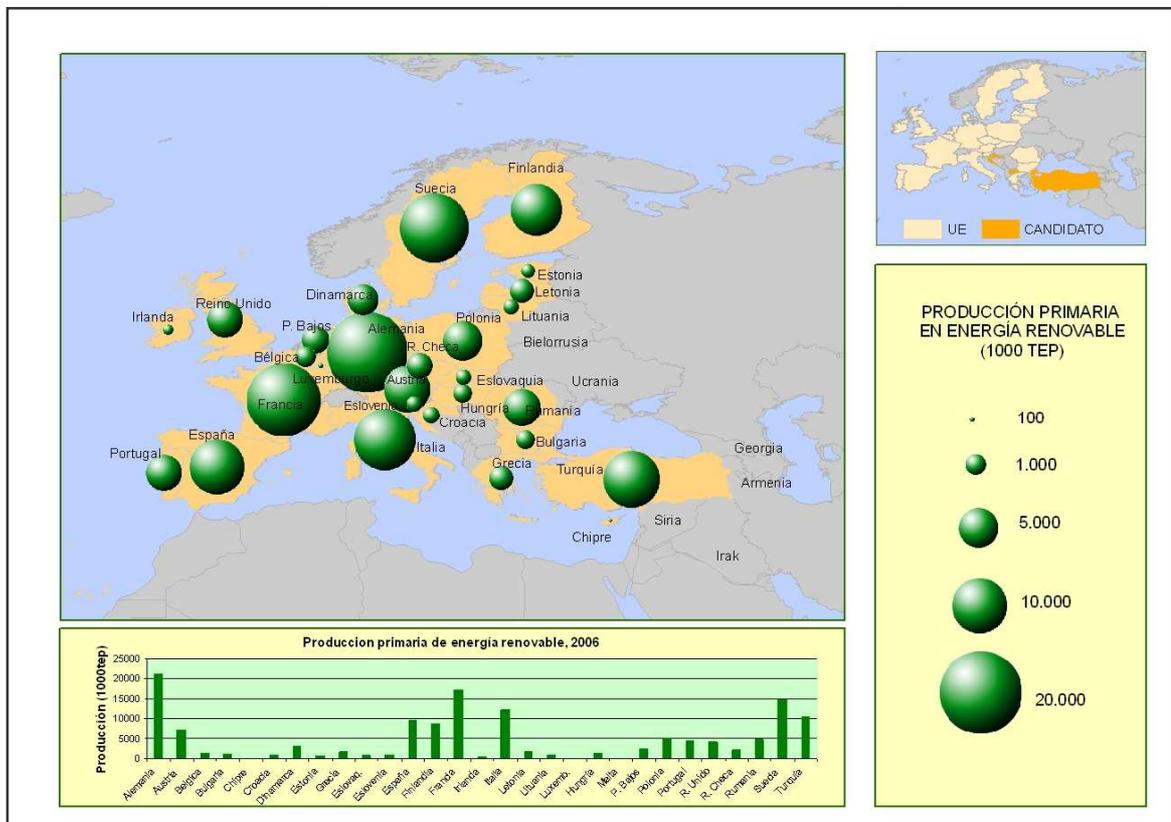
energías renovables y de generar la internacionalización de los costos ambientales. Ello ha supuesto que hasta la fecha, los diferentes gobiernos de la UE han optado por subvencionar las energías renovables de cuatro sistemas principalmente: sistema de cuota y créditos verdes, el sistema de tarifas fijas y primas, el sistema basado en licitaciones y los incentivos fiscales.

De todos ellos, el sistema de tarifas y primas ha demostrado ser capaz de impulsar el desarrollo de energías renovables de manera eficaz y eficiente en cuanto a costes y en relación al mercado. Conocido bajo la denominación genérica inglesa de Renewable Energy Feed-in Tariffs (REFIT), el sistema de tarifas fijas y primas prevalece de forma mayoritaria en la UE. De acuerdo con este sistema, los distribuidores están en la obligación de adquirir y renumerar, al precio establecido, toda la electricidad renovable aportada. El dinero invertido es considerado un coste del sistema y se incluye en la tarifa eléctrica, de modo que cada ciudadano paga la inversión que se hace en renovables.

Por países, se observa (Figura 2.5) como los que registran una mayor producción de energías renovables son Alemania, seguida de Francia, Suecia, Italia y España, de los cuáles, Alemania, Francia, Italia y España siguen este sistema de tarifas.



Figura 2.5. Producción de energía renovable en la UE, 2006.



Fuente: Elaboración propia a partir de Eurostat.

## II.4. EL CASO DE ESPAÑA

España posee un sistema energético caracterizado por una alta dependencia energética del exterior (en torno al 80%), muy por encima de la media de los países europeos que se sitúa cercana al 66%. Entre 1990 y 2006 España ha aumentado 14,2 puntos su grado de dependencia energética pasando del 66% al 80,2% según se recoge en el *Informe de Sostenibilidad de España 2007* (Observatorio de Sostenibilidad de España, 2007).

En los últimos años el país ha experimentado un importante crecimiento económico y demográfico (según datos del INE, España posee una población a 1 de enero de



2008 de 46.063.511 habitantes, cinco millones más que enero de 2001), lo cuál se ha traducido en un aumento del consumo energético y de la emisión de gases efecto invernadero, de 47.919 Kt de CO2 equivalente desde 2001 respecto datos de 2006.

Ante la situación energética actual, se llevan a cabo una serie de medidas, motivadas en gran parte por la influencia europea, que dirige las actuaciones hacia un cambio de modelo energético basado en la diversificación de las fuentes, y la disminución de la dependencia energética mediante la potenciación de las energías renovables y el ahorro y eficiencia.

En relación a las energías renovables, el Estado español apoya la producción eléctrica a partir de fuentes de energía renovable a través de su legislación, apoyo que comienza en España con la *Ley 82/80 de Conservación de la Energía*, mediante la cuál se establecen diferentes retribuciones a la venta de electricidad. Años después, con *el R.D. 2366/94* se establecen precios fijos a la venta de electricidad obtenida a partir de fuentes de energía renovables, que serán superiores a los precios establecidos para las no renovables.

Por otro lado, esta electricidad que proviene del régimen especial tiene prioridad de vertido al sistema eléctrico nacional, lo que hace que cuando se integran en él dejen de funcionar, en similar cuantía, determinadas instalaciones de generación de energías no renovables evitándose la polución que éstas emiten (Izquierdo, 2008).

Además de las primas a las renovables, destaca entre otros instrumentos adoptados por el Estado español para facilitar el cambio de modelo energético, el *Plan de Energías Renovables (2005-2010)*, que recoge entre sus objetivos que por un lado, el 30,3% del consumo bruto de electricidad proceda de fuentes de energía renovables en 2010 y por otro, lograr un consumo de biocarburantes del 5,83% sobre el consumo de gasolina y gasóleo para el transporte para ese mismo año.

Por otro lado, desde la investigación, innovación y desarrollo se plantean también actuaciones en materia de ahorro y eficiencia y de fomento de las energías renovables. Así destaca el *Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e*



*Innovación Tecnológica (I+D+i) 2004-2007* que establece un Programa Nacional de Energía dividido en las siguientes ramas temáticas:

- Mayor eficiencia en el uso de la energía mediante la optimización de la tecnología desde su origen hasta su uso final.
- Fomento de las energías renovables y de las tecnologías emergentes, que permitan un suministro energético seguro y eficiente y con criterios de rentabilidad mediante la diversificación de las fuentes y de su procedencia geográfica.

También destaca en investigación en materia de renovables y ahorro y eficiencia el Centro de Investigaciones Energéticas, Medio ambientales y Tecnológicas (CIEMAT), organismo público dependiente del Ministerio de Educación y Ciencia y que mantiene en su programa de investigación y desarrollo prestando especial atención a los campos de la energía y el medioambiente.

Todo ello tiene lugar en un mercado liberalizado, concretado en la *Ley 54/1997 del Sector Eléctrico* y su posterior desarrollo a través del *Real Decreto 2818/1998* que ordena y regula las actividades destinadas al suministro de energía eléctrica (generación, distribución, regulación y comercialización), así como la gestión técnica y económica del sistema eléctrico. Con esta Ley no se considera necesario que el Estado se reserve para sí el ejercicio de ninguna de las actividades que integran el suministro eléctrico, excepto en el transporte y la distribución que seguirá siendo fijada por la Administración quedando adscritas a la planificación vinculante estatal, buscando así su imbricación en la planificación urbanística y en la ordenación del territorio.

La generación, antes pública, se sustituye por una “planificación indicativa” de los parámetros bajo los que cabe esperar que se desenvuelva el sector eléctrico en un futuro próximo, lo que puede facilitar decisiones de inversión de los diferentes agentes económicos.



## II.5. EL CASO DE ANDALUCÍA

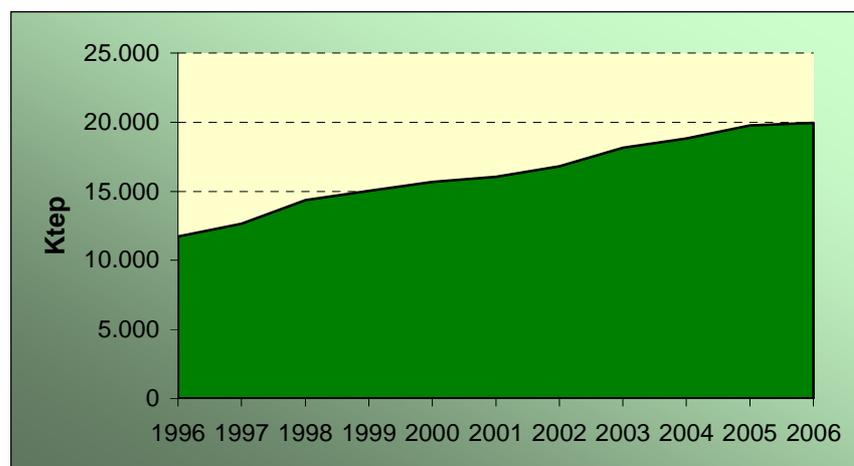
En la actualidad el sector energético andaluz se enfrenta a serios desafíos que ponen en entredicho su sostenibilidad. Entre ellos destacan el crecimiento continuado del consumo energético, la alta tasa de dependencia energética y el incremento de gases de efecto invernadero. Ello hace necesario la definición y ejecución de una planificación territorial adecuada que garantice el suministro energético, tanto en la cantidad como en la calidad suficientes, tal y como se recoge en el Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía.

### II.5.1. Crecimiento continuado del consumo energético

Según la información recogida en el documento *Datos energéticos de Andalucía 2007*, en el año 2006, la Comunidad Autónoma consumió en torno a las 20.000 Ktep de energía primaria, prácticamente el doble que en 1996 (Figura 2.6), constituyendo el 13.8% de la energía primaria consumida en España para ese mismo año.

Por fuentes energéticas, el petróleo y el gas natural, seguido del carbón son las fuentes que registran un mayor consumo de energía primaria suponiendo el 96% del total de consumo de energía primaria en Andalucía.

**Figura 2.6. Evolución (1996-2006) del consumo de energía primaria en Andalucía.**



Fuente: Elaboración propia a partir de *Datos energéticos de Andalucía (2006)*.



### II.5.2. Alta tasa de dependencia energética

En 2006 la Comunidad Autónoma de Andalucía tuvo que importar en torno al 92% de la energía consumida. Si bien, este hecho no es una característica exclusiva de la región, es superior a la media nacional que se sitúa en torno al 78% (*Informe de la Situación Socioeconómica de Andalucía, 2006*).

Esta dependencia energética se debe fundamentalmente a la estructura del consumo energético en la Comunidad, pues la fuente que mayor peso tiene en el consumo final, el petróleo (constituye el 62,4% de la energía total consumida), no se produce en la región, que posee escasos recursos convencionales.

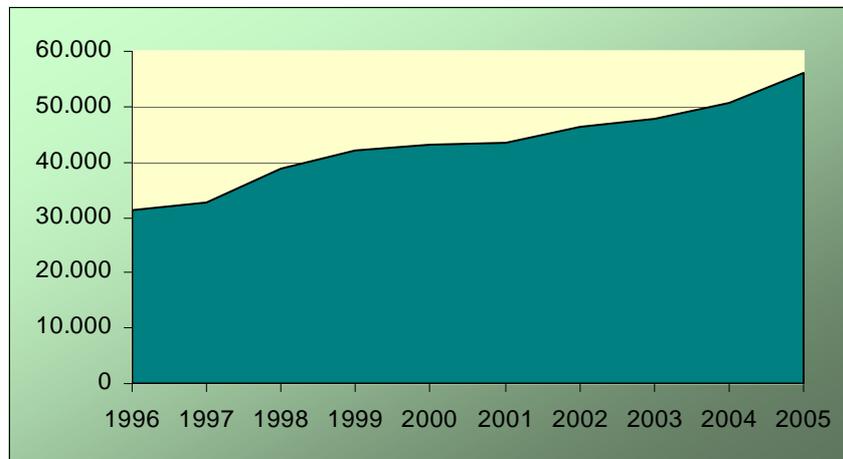
### II.5.3. Crecimiento de gases efecto invernadero

Tal y como hemos visto en los apartados anteriores, el sector energético andaluz se caracteriza por un amplio consumo en fuentes energéticas convencionales (petróleo y carbón). Ello supone que en la actualidad Andalucía registre una fuerte concentración de emisiones de gases de efecto invernadero en las que el CO<sub>2</sub> adquiere el papel protagonista, siendo responsable del 83% de las emisiones, de las que un gran porcentaje emitido procedió de fuentes industriales (*Informe de Medioambiente, 2007*)

Desde 1996, las emisiones de CO<sub>2</sub> en la región han crecido de manera continua (ver Figura 2.7), experimentando una tendencia contraria a la prevista a nivel mundial (el Protocolo de Kyoto, que entró en vigor en 2005 y cuya concreción en Europa formuló el compromiso para el año 2012 de una reducción de emisiones del 15 % sobre los niveles existentes en 1990). Para el caso andaluz, la Comunidad tiene como objetivo reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de Andalucía alcanzando, en términos de emisiones de GEI per cápita, una reducción del 19 % de las emisiones de 2012 respecto de las de 2004 (*el Plan Andaluz de Acción por el Clima 2007-2012*).



**Figura 2.7. Evolución (1996-2005) de las emisiones de CO<sub>2</sub> (Kt. de CO<sub>2</sub> equivalente) en Andalucía.**



Fuente: Elaboración propia a partir del *Informe de Medio Ambiente en Andalucía (2007)*.

A pesar de los serios desafíos mencionados previamente, la abundancia de recursos energéticos autóctonos de carácter renovable supone una excelente oportunidad para enfrentarse a ellos.

Las energías renovables, están llamadas a tener un importante papel en el cambio de modelo energético tanto en el ámbito regional como nacional y europeo, según se desprende de los objetivos planteados.

La Comunidad andaluza se encuentra en una posición privilegiada para el cumplimiento de los objetivos europeos y españoles en materia de energías renovables no sólo por presentar una alta potencialidad, sino también por contar con instrumentos que ayudan a su consecución como son la *Ley 2/2007, de 27 de marzo, de Fomento de las Energías Renovables y del Ahorro y la Eficiencia Energética*, que da la máxima cobertura legal a las principales estrategias de desarrollo energético de Andalucía, acordando el uso de las energías renovables, y el *Plan Andaluz de Sostenibilidad Energética (PASENER 2007-2013)*, que tiene entre sus objetivos alcanzar el 31,8% de producción de electricidad renovable sobre el total para el año 2010.



Todo ello ha supuesto que las energías renovables hayan experimentado en Andalucía una clara tendencia creciente. De todas las fuentes renovables, la biomasa representa la fuente energética de mayor importancia, aportando entre el 82 y 85% de la producción de renovables dependiendo de los años. Exceptuando esta fuente energética, entre, el mayor incremento registrado en la potencia instalada ha tenido lugar en la energía eólica o solar, ya sea ésta última térmica o fotovoltaica. Tabla 2.1.

**Tabla 2.1. Evolución (1999-2005) de la potencia instalada en energías renovables en Andalucía.**

Fuentes	1999	2005	Incremento (%)
Minihidráulica (MW)	188	199	5,94
Hidráulica (MW)	1.119	1.130	0,99
Eólica (MW)	128	451	253,04
Biomasa (KW)	42.110	103.685	146,22
Solar fotovoltaica (kWp)	3.196	8.183	156,02
Solar térmica (m <sup>2</sup> )	97.561	236.892	142,81

Fuente: Elaboración propia a partir del *Mapa de Infraestructuras Energéticas de Andalucía (2006)*.

Ello va en línea con la consecución de los objetivos planteados para la Comunidad, donde para 2010 el *Plan Energético de Andalucía (2003-2006)* prevé para el caso de la energía eólica 4.000 MW instalados y 42, 5 Mwp en el caso de la fotovoltaica y 230 MW para la solar termoeléctrica (en 2005 había en torno a 100 MW instalados).

Por tanto, es indudable que la energía eólica y solar deberán experimentar un gran crecimiento en los años siguientes si se quiere cumplir los objetivos marcados por el PLEAN. Las principales barreras para el cumplimiento de dichos objetivos, derivan



de las limitaciones de acceso a la red eléctrica, del incremento de los procesos administrativos y del impacto socioambiental y de ordenación del territorio que dichas infraestructuras energéticas producen.

En relación a la **energía solar fotovoltaica**, aunque ésta posee una extensa difusión a nivel comercial, se ha visto limitada por razones económicas derivadas del alto coste del kilovatio/hora producido, frente al obtenido con otras tecnologías convencionales (carbón, petróleo, etc.).

En el caso de la **energía termosolar**, Andalucía es pionera en la investigación a través de las experiencias realizadas en las Universidades y la Plataforma solar de Almería dependiente actualmente del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT). En España la explotación se vincula al precio de venta de la energía eléctrica, estando previsto un gran crecimiento en los próximos años.

En el caso de la **energía eólica**, Andalucía fue pionera en España en la instalación de aerogeneradores. En 1992 se instala el primer parque eólico de gran tamaño (30 MW) en las costas del Estrecho de Gibraltar, si bien a partir del año 1995 se experimenta un incremento de los procesos administrativos y de los impactos que causa un estancamiento en la explotación de dichas infraestructuras.



## II.6. EL ÁMBITO DE APLICACIÓN DEL MODELO: LA COMARCA DE DOÑANA

Localizada en la zona occidental de Andalucía el ámbito de estudio está conformado por 14 municipios de las provincias de Cádiz, Huelva y Sevilla, coincidente con el ámbito básico del *Primer y Segundo Plan de Desarrollo Sostenible de Doñana*.

Está compuesto por 45 núcleos de población de los cuáles la mitad no supera los 2.000 habitantes (Nomenclátor de población 2007), concentrando una población a 1 de enero de 2008 de 176.376 habitantes (SIMA).

Con una extensión de 2.910 Km<sup>2</sup> de territorio, posee una densidad de población de 60 hab/ Km<sup>2</sup>, siendo de Almonte el municipio que posee mayor extensión, ocupando casi el 30% del total de la superficie seguido de Aznalcázar, con 450 Km<sup>2</sup> (ver mapa 2.1).

En los últimos años la comarca de Doñana ha experimentado un incremento de la población, además de un incremento en el consumo eléctrico y en los gases efecto invernadero (ver tabla 2.2.). Este hecho está en consonancia con las tendencias a nivel regional, nacional e incluso a nivel global y que han sido descritas en los apartados anteriores del presente trabajo de investigación.

**Tabla 2.2. Datos básicos de la comarca de Doñana.**

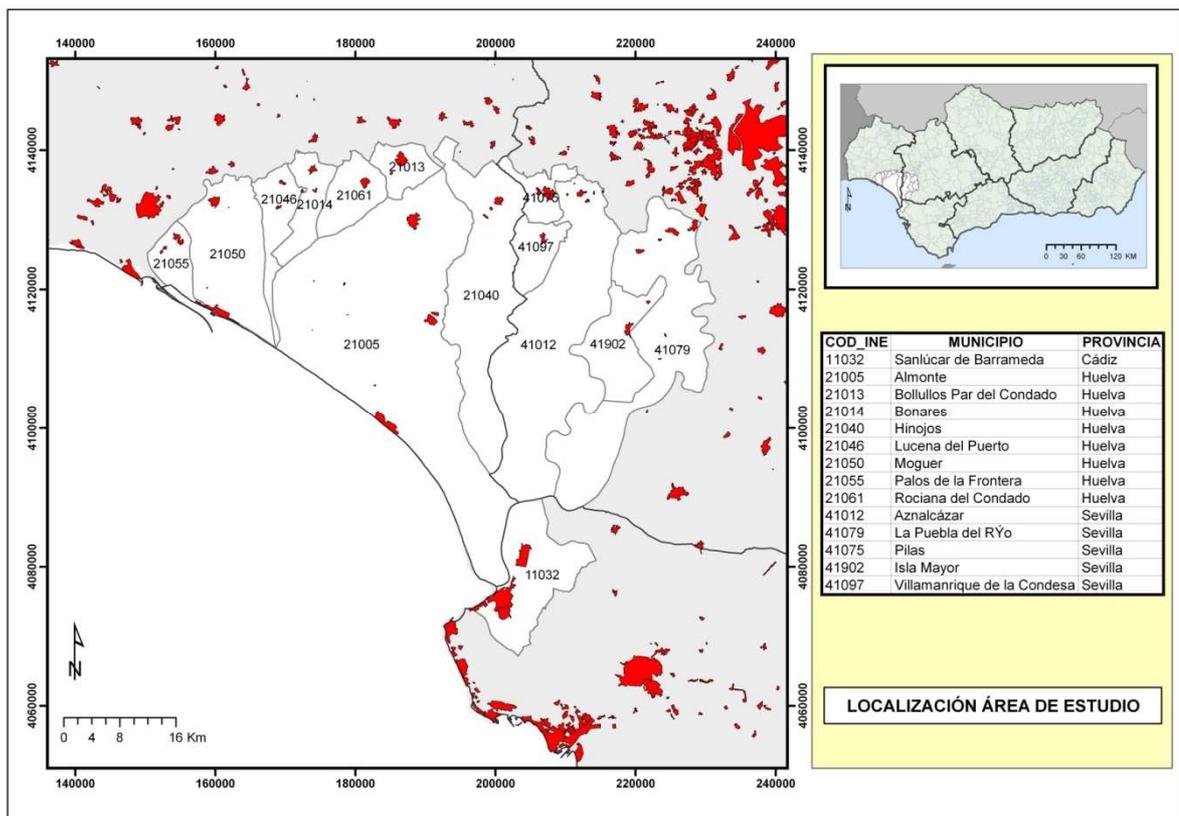
	2002	2008	Incremento %
<b>Población</b>	163259	176.376	8,03
<b>Consumo eléctrico*1 (Mwh)</b>	208.396	390.673	87,47
<b>GEI *2 (Tn de CO2 equiv)</b>	2.921.978,70 (2000)	5.942.957,77 (2006)	103,39

Fuente: Elaboración propia a partir de SIMA.

\* El consumo eléctrico se ha calculado para los municipios con datos disponibles. Estos son: Bollillos Par del Condado, Isla Mayor, Lucena del Puerto, Puebla del Río y Sanlúcar de Barrameda.



Mapa 2.1. Localización del área de estudio.



Fuente: Elaboración propia a partir de SIMA.

Atendiendo a la distribución de la población, tres municipios engloban entorno al 60 % de la población total (Sanlúcar de Barrameda, con 64.434 habitantes seguido de Almonte y Moguer con 21.452 y 19.032, mientras que el resto no superan los 10.000 habitantes siendo Lucena del Puerto y Pilas los que recogen menores valores con 2.862 y 2.955 habitantes respectivamente (ver Tabla 2.3).

En relación a los GEI, el Mapa 2.2 muestra la distribución de éstos por habitante para los municipios objeto de estudio. Destacan los amplios valores del municipio de Palos de la Frontera, debido a la fuerte presencia industrial, siendo ésta el sector fundamental de su economía. Este municipio es el que registra también el mayor consumo eléctrico por habitante (Mapa 2.3.)

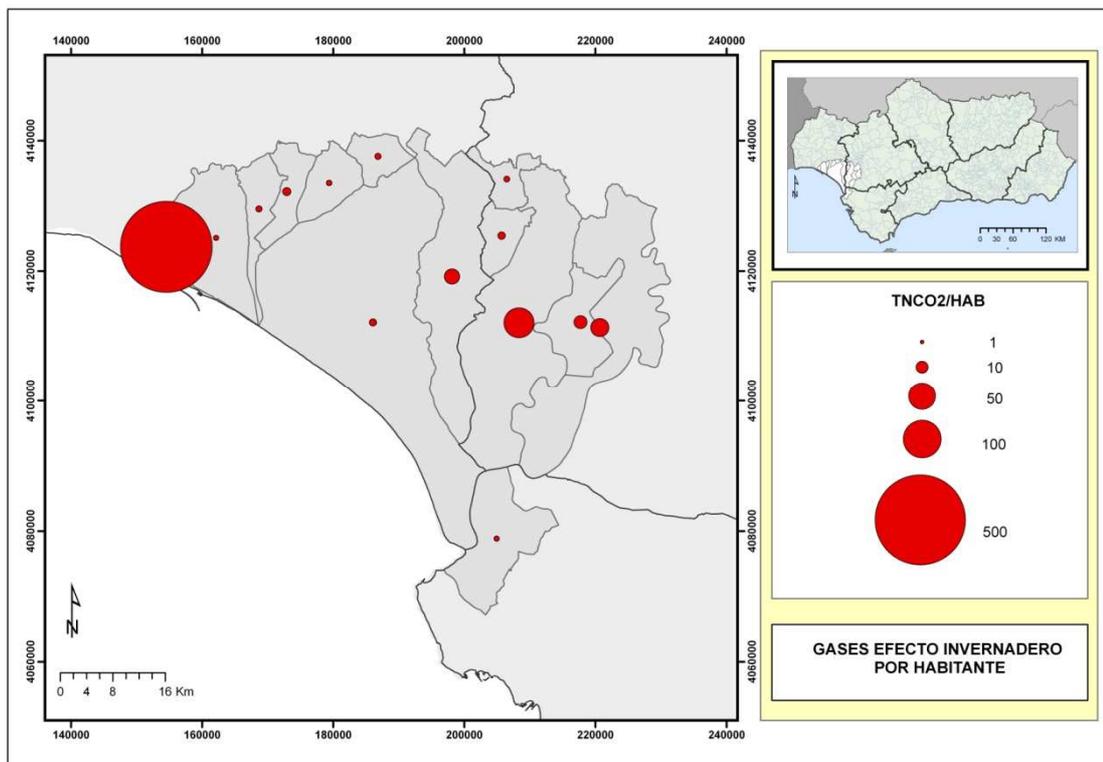


Tabla 2.3. Población municipal de la comarca de Doñana

Municipio	2008	% Población total
Almonte	21.452	12
Aznalcázar	4.003	2
Bollullos Par del Cdo.	13.906	8
Bonares	5.762	3
Hinojos	3.807	2
Isla Mayor	5.810	3
Lucena del Pto.	2.862	2
Moguer	19.032	11
Palos de la Fra.	8.964	5
Pilas	2.955	2
Puebla del Río (La)	11.951	7
Rociana del Cdo.	7.341	4
Sanlúcar de Barrameda	64.434	37
Villamanrique de la Condesa	4.097	2
<b>TOTAL</b>	<b>176.376</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de SIMA.

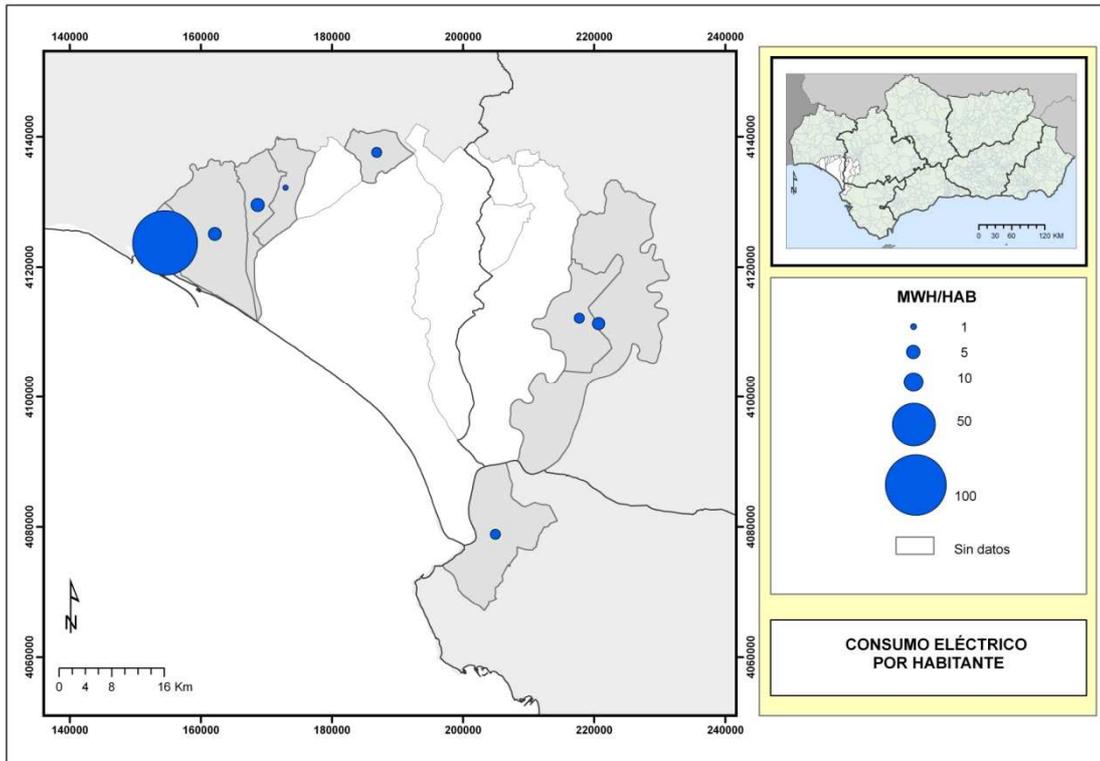
Mapa 2.2. Emisiones de GEI por habitante, 2006.



Fuente: Elaboración propia a partir de SIMA.



Mapa 2.3. Consumo de energía eléctrica por habitante, 2007.

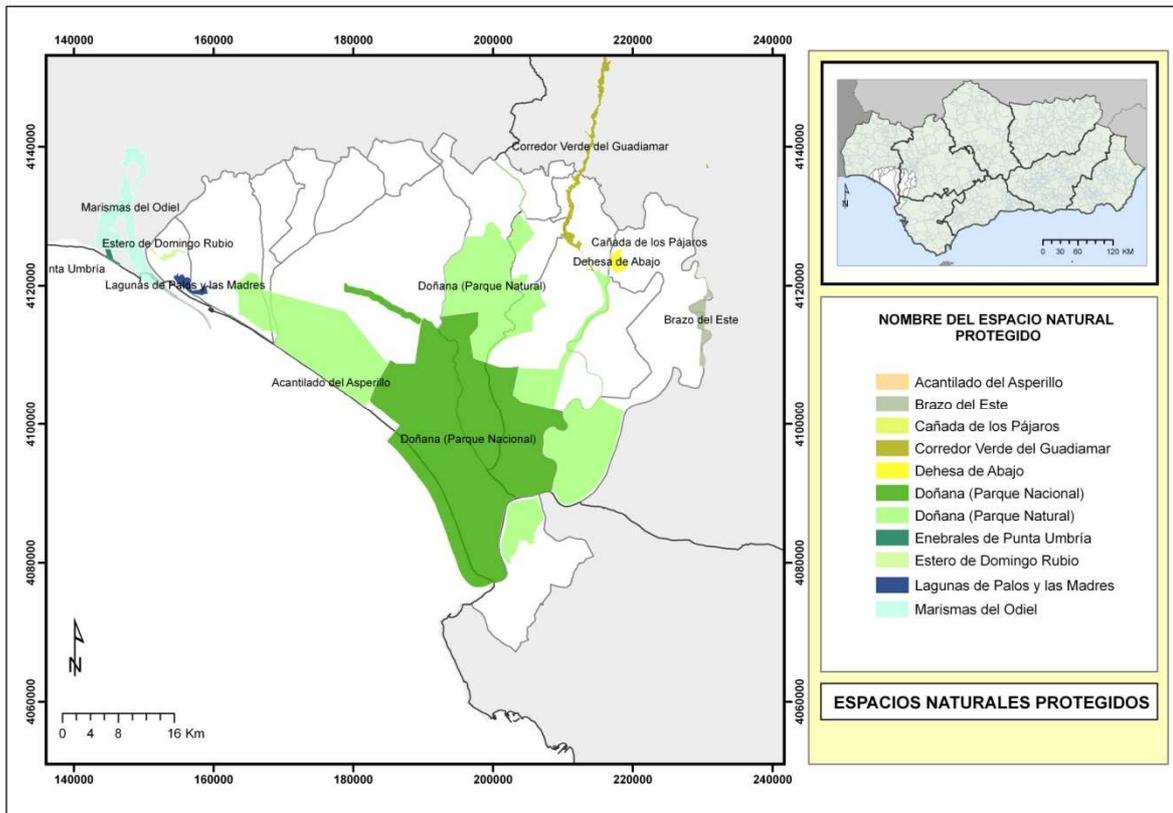


Fuente: Elaboración propia a partir de SIMA.

La comarca de Doñana se caracteriza por presentar altos valores ecológicos y como consecuencia, más del 44 % de su superficie (1.307 km<sup>2</sup>) se encuentra bajo alguna figura de protección (ver mapa 2.4). Así, en 1969 se declara Doñana Parque Nacional, cuyos límites serán ampliados posteriormente y con la Ley 2/89 se declara el Parque Natural del Entorno de Doñana (Parque Natural de Doñana en la actualidad), que está formado por un territorio discontinuo que rodea al Parque Nacional. Ambos, Parque Nacional y Parque Natural conforman en la actualidad el denominado Espacio Natural Doñana, el cuál constituye una de las zonas húmedas más importantes del mundo y juega un papel fundamental en la hibernada, cría y paso de aves hacia el continente africano.



Mapa 2.4. Espacios naturales protegidos del área de estudio.

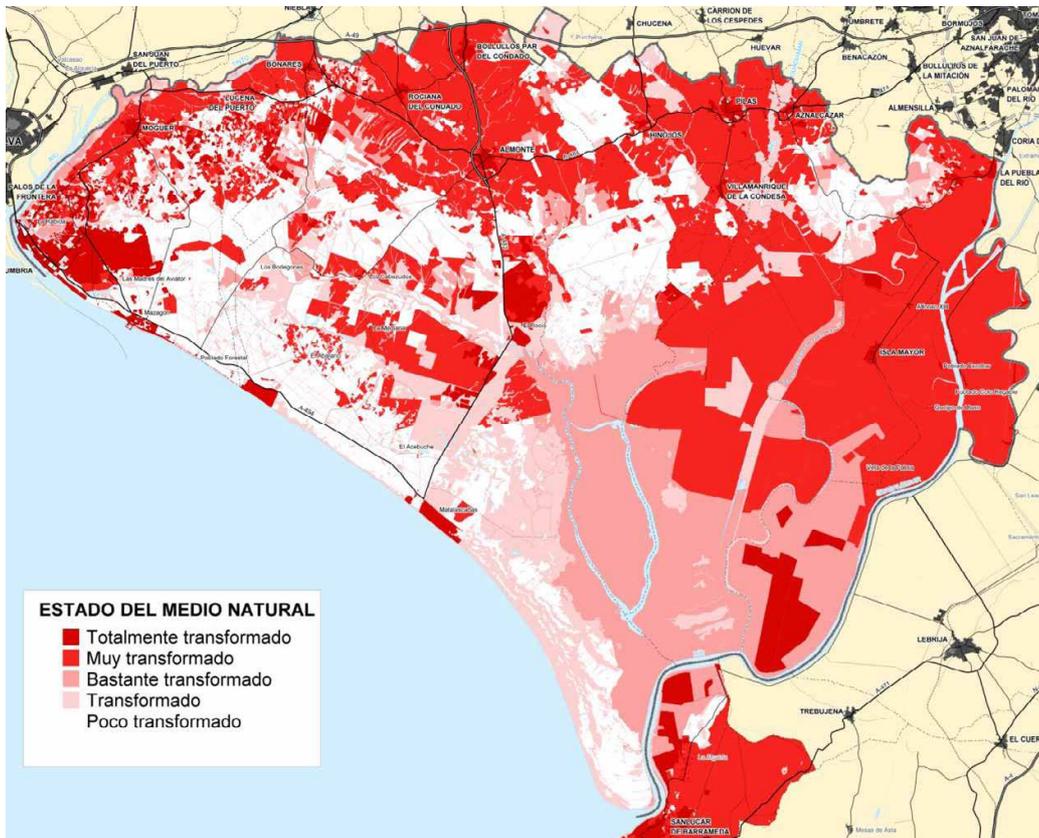


Fuente: Elaboración propia a partir del *Mapa Topográfico de Andalucía 1:100.000*.

Además del amplio valor ecológico, otra de las características del ámbito de estudio radica en las intensas transformaciones de carácter turístico, agrario y forestal sucedidas a lo largo del siglo XX (figura 2.8). Elaborada por *Asistencias Técnicas Clave* para la memoria informativa del *II Plan de Desarrollo Sostenible de Doñana*, la imagen muestra las áreas con mayor nivel de transformación que se corresponden con las zonas urbanas, industriales y aquellas en las que predominan los cultivos de tipo intensivo. Estas áreas se distribuyen formando un triángulo cuyos vértices son la zona industrial de Palos de la Frontera, los cultivos bajo plástico de Sanlúcar de Barrameda y el tejido urbano, agrícola e industrial de los municipios de la provincia de Sevilla.



Figura 2.8. Transformaciones territoriales en la comarca de Doñana.



Fuente: Memoria informativa del II Plan de Desarrollo Sostenible de Doñana. Asistencias Técnicas Clave.

Todo lo anterior (amplias transformaciones turísticas, agrarias y forestales en el ámbito de estudio, el incremento continuado del consumo energético y de los GEI), generará, entre otros efectos, evidentes cambios en el cuadro ecológico de la comarca de Doñana mostrando un escenario de moderada a alta tendencia a la aridificación, según se recoge en el informe *Doñana y Cambio Climático* (Fernández y Borja, 2006).

Todo ello ha ocasionado la puesta en marcha de numerosas líneas de actuación en el territorio vinculadas a la planificación. Doñana, posee en este sentido una amplia experiencia que viene marcada por ser el primer espacio Natural en contar con un Plan de Desarrollo Sostenible (PDS), en el periodo comprendido entre 1993 y 2002, o el *Plan de Ordenación del Territorio de Doñana* (2003), aún vigente, que regula los usos, protege el territorio y ordena el esquema de infraestructuras.



En la actualidad se está trabajando en la elaboración del *II Plan de Desarrollo Sostenible de Doñana* cuyas líneas están basadas en mayor medida en las capacidades sociales, con un elevado grado de participación social e innovación.

En el marco de las energías renovables, el *II Plan de Desarrollo Sostenible de la comarca de Doñana* reconoce el papel fundamental que pueden jugar dichas energías en este territorio. Entre otras medidas a llevar a cabo destaca la creación de un órgano comarcal (Consejo de Energía Sostenible de Doñana), que aglutine a todas las instituciones y organizaciones tanto públicas como privadas vinculadas a la energía en la comarca, así como el establecimiento de una mesa de coordinación y de información que asesore, derive e informe sobre cuestiones energéticas tanto a organizaciones como a particulares, vinculando las principales actuaciones hacia la participación.



### III. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO DE POTENCIALIDAD





### III. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO DE POTENCIALIDAD PARA LA COMARCA DE DOÑANA.

#### III.1. EXPERIENCIAS PREVIAS

Junto con la región andaluza, la comarca de Doñana se suma al cumplimiento de los objetivos energéticos europeos y en la actualidad está experimentando una proliferación en su territorio de parques eólicos y solares. En este sentido, la inexistencia de unas Directrices sectoriales de ordenación del territorio para el aprovechamiento de la energía renovable, expresiva de los fines y objetivos de la política territorial de la Comunidad Andaluza y de la propia comarca, unido al desarrollo de la *Ley 54/1997, del Sector Eléctrico*, que liberaliza las actividades de generación de energía, hace necesario establecer una primera zonificación de carácter general que identifique los territorios en función de su aptitud para una explotación sostenible del recurso.

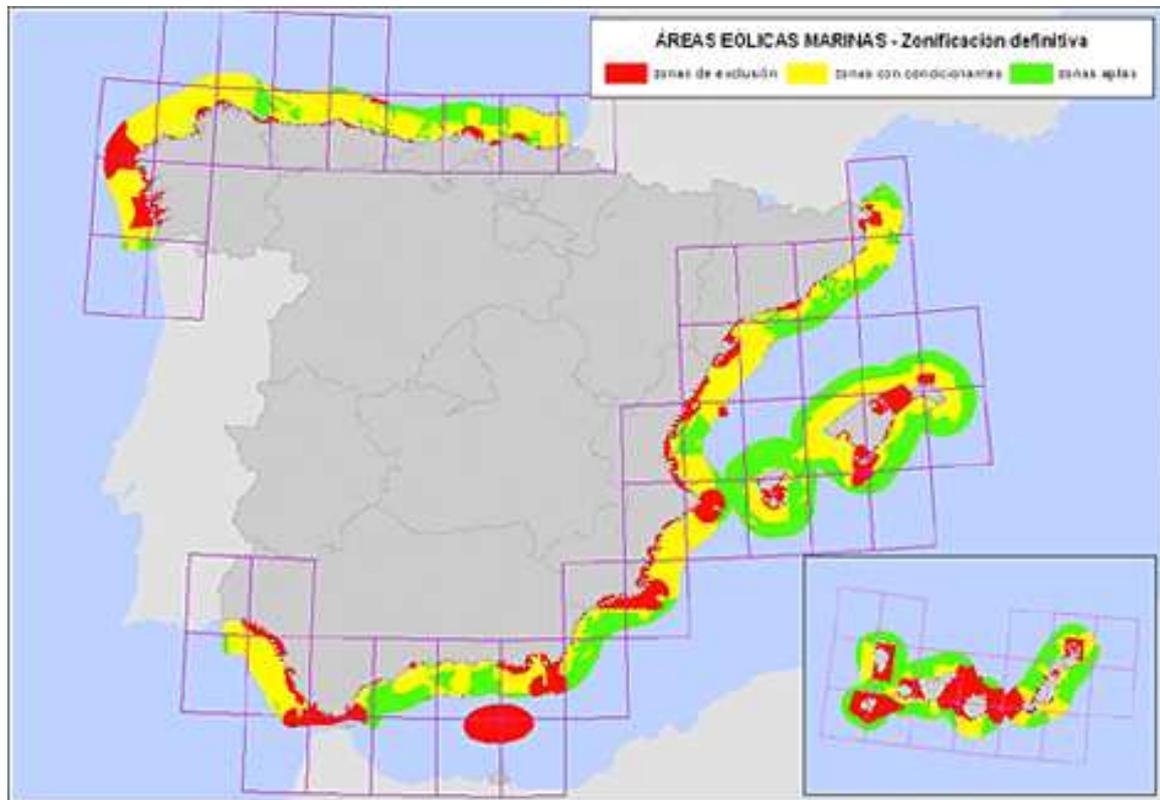
En España sólo existen antecedentes legales de regulación para la implantación de parques eólicos, dirigidos éstos a la selección de los emplazamientos más adecuados.

En este sentido, destaca el *Estudio Estratégico Ambiental Del Litoral español para la instalación de parques eólicos marinos*, aprobado en abril de 2009 cuyo objetivo es determinar las zonas del dominio público marítimo-terrestre que, sólo a efectos ambientales, reúnen condiciones favorables para la instalación de instalaciones eólicas marinas. Constituye un mecanismo preventivo de protección del medio ambiente frente a un futuro despliegue de parques eólicos en el medio marino.

El estudio diferencia entre zonas aptas, aptas con condicionantes o zonas no aptas (ver figura 3.1)



Figura 3.1. Zonificación de áreas eólicas marinas en España.



Fuente: *Estudio Estratégico Ambiental del Litoral Español.*

- Zonas aptas: áreas más adecuadas para el establecimiento de parques eólicos marinos por ser reducidos, en principio, sus efectos ambientales frente a las ventajas que presentan.
- Zonas de exclusión: las áreas que se deben excluir del proceso por haber sido identificados sus potenciales efectos ambientales significativos, o conflictividad con otros usos del medio marino.
- Zonas aptas con condicionantes medioambientales: las áreas en las que los efectos o conflictos detectados deberán ser analizados en detalle durante el procedimiento de evaluación ambiental de cada proyecto concreto. Aquí por ejemplo también se han tenido en cuenta las características especiales del medio marino donde muchos aspectos ambientales requieren la realización de nuevos estudios y en otros casos, como en el de las zonas especiales de conservación, ha de desarrollarse la normativa de protección, aplicándose el principio de precaución en el Estudio.



Por otro lado, destaca también el *Informe Renovables 2050*, elaborado por encargo de Greenpeace al Instituto de Investigaciones Tecnológicas de la Universidad Pontificia de Comillas, es el análisis más detallado publicado hasta la fecha en nuestro país de escenarios de desarrollo de las distintas tecnologías renovables.

El informe proporciona unos techos de potencia y generación de estas tecnologías, reflejando de forma clara las diversas restricciones de disponibilidad de recurso energético, usos del suelo, restricciones ambientales (28% del territorio peninsular y en algunas comunidades autónomas llega a suponer el 40% de su territorio) y acoplamiento entre demanda y capacidad de generación y capacidad de transporte de la red eléctrica.

La figura 3.2. muestra los espacios cuyo uso se ha excluido por motivos ambientales.

**Figura 3.2. Territorio restringido para la implantación de energías renovables.**



Fuente: Informe *Renovables 2050*



A nivel regional, algunas comunidades autónomas como la de Valencia o el País Vasco han optado por seleccionar las zonas en que cabe el aprovechamiento de su energía, eliminando luego aquellos emplazamientos en los que el impacto ambiental o territorial se consideró elevado.

Destaca también la zonificación realizada por las *Directrices Sectoriales de Ordenación del Territorio para el aprovechamiento de la energía eólica en Asturias* (BOPA de 3 de junio de 2008) aprobada por Decreto 42/2008, de 15 de mayo, cuyo modelo territorial elegido zonifica el Principado de Asturias en las zonas siguientes: de exclusión, central (incluye los concejos industriales del centro de la región, donde el impacto ambiental y paisajístico de las infraestructuras eólicas se vería amortiguado por la presencia previa de una densa red de infraestructuras y áreas industriales y urbanos que reducen la naturalidad del territorio), oriental, (donde sólo podrán desarrollarse exclusivamente dispositivos eólicos de baja potencia y parques eólicos de autoconsumo, sin que pueda superarse la potencia total de 50 MW para el conjunto de parques eólicos instalados en la Zona), de baja capacidad de acogida y de alta capacidad de acogida, siendo vinculante para cada una de estas zonas el tipo de instalaciones eólicas que pueden soportar.

Para el caso andaluz, actualmente la región no cuenta con regulación específica para la implantación de los parques solares o eólicos y éstos últimos únicamente se encuentran sometidos a los trámites de prevención ambiental, dispuestos en la Ley 7/2007 de la Gestión Integrada de la Calidad Ambiental que deroga la Ley 7/1994, de 18 de mayo, de protección ambiental. Si que existen, para el caso de Andalucía, documentos que plantean la ordenación del recurso eólico en áreas de la Comunidad Autónoma entre los que destacan:

*Anexo Primero - Punto 4. Instalaciones para el aprovechamiento de la energía eólica cuya potencia nominal total sea igual o superior a 1 MW. Sometidas a trámite de Evaluación Impacto Ambiental y, por tanto, reglamentado por el Decreto 29211995, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental.*



*Anexo Segundo - Punto 17. Instalaciones para el aprovechamiento de la energía eólica cuya potencia nominal total esté comprendida entre 300 KW y 1 MW. Sometidas a trámite de Informe Ambiental y, por tanto, reglamentado por el Decreto 153/1996, de 30 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de Informe Ambiental.*

Para la ordenación específica del recurso eólico destacan en Andalucía, documentos que plantean la ordenación del recurso eólico en áreas de la Comunidad:

- *Plan Especial de Ordenación de Infraestructura de Recursos Eólicos de la Comarca de La Janda* en la provincia de Cádiz, elaborado por la Mancomunidad de municipios, consideró imprescindible un marco jurídico que regulara la actividad eólica identificando Zonas de exclusión, Zonas de fuerte restricción y Zonas de restricción leve para parques eólicos. El Plan fue aprobado definitivamente en julio de 2006 (BOJA 183 de 19 de septiembre de 2006) y en la actualidad está siendo bastante criticado puesto que existen municipios que tienen paralizado el desarrollo eólico.
- *Plan Global de Ordenación Ambiental del Recurso eólico en las comarcas Campo de Gibraltar y la Janda.* Elaborado por la Consejería de Medio Ambiente (1996) nunca se inició el trámite para su aprobación y fue muy cuestionado por la iniciativa empresarial puesto que limitaba el desarrollo eólico a zonas de bajo potencial, haciéndolo poco rentable.
- *Plan Especial de Ordenación de las Instalaciones eólicas de Tarifa,* elaborado por el ayuntamiento de Tarifa, tendrá, una vez aprobado, carácter vinculante, puesto que se realiza como desarrollo del Plan General de Ordenación Urbana.



Otros documentos que destacan por su importancia es el realizado por la Mancomunidad de Municipios del Valle del Lecrín titulado *Criterios de viabilidad paisajísticos y ambientales para la localización de Parques Eólicos en el Valle del Lecrín* así como el documento “*Developing and applying a GIS-assisted approach to locating wind farms in the UK*” (2001).

El primero señala a partir de unos criterios establecidos previamente las áreas viables (económica y ambientalmente) para el desarrollo de la actividad y el segundo, se basa en la definición de una serie de criterios para la localización de parques eólicos que, posteriormente, se incorporaran a un Sistema de Información Geográfica como capas de información. Estas capas se evalúan con dos métodos diferentes, uno con igual peso para todas las variables o capas y otro con una clasificación ponderada, con el fin de poder comparar los resultados de ambas metodologías. El resultado es un mapa de susceptibilidad con una gradación de 0 a 10, donde 0 serían las mejores localizaciones y 10 las zonas no viables.

En relación a los criterios elegidos se realizó una consulta a los ayuntamientos y a los promotores *Developing and applying a GIS-assisted approach to locating wind farms in the UK.*

Entre los criterios establecidos destacan los siguientes:

1. Evitar crestas de altas colinas.
2. Pendiente > 10%.
3. Dirección viento orientación oeste
4. Velocidad > 5 m/s.
5. > 500 m de un bosque.
6. > 2 km de núcleos grandes.
7. > 500 m de núcleos pequeños.
8. < 10 km de una carretera.
9. < 10 km de la red eléctrica.
10. > 1 km de áreas de valor ecológico o de especial interés científico.
11. > 1 km de lugares históricos.
13. > 1 km de lugares del Patrimonio Nacional.



#### 14. Suelos agrícolas de grado 1 y 2.

Para este trabajo de investigación se plantea una zonificación general del territorio que marque las pautas para la localización eficiente de los parques solares y eólicos considerando que para ambos tipos de parques, los criterios básicos, a excepción del recurso en sí (viento o sol), confluyen. Se considerará que el impacto ocasionado por los parques eólicos y solares procede en gran medida de las infraestructuras de transporte rodado y eléctrico vinculadas a las mismas. Dichas infraestructuras pueden ser de uso común si se opta por la concentración de las instalaciones, lo cuál supondría una menor proporción de nuevos viales y líneas de transporte por unidad de potencia instalada y, en definitiva, una mayor rentabilidad tanto económica como ambiental.

Por otro lado, según se ha visto en apartados anteriores, la UE plantea entre sus objetivos de política energética la necesidad de reducir un 20% el consumo de energía primaria de la Comunidad para 2020. Ello implica que cualquier actuación no eficiente energéticamente, aunque sea en la implantación de estas infraestructuras, queda fuera del prisma actual.

### III.2. FUENTES DOCUMENTALES. FASES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL MODELO.

El establecimiento de la idoneidad del territorio de la comarca de Doñana para la implantación de energía eólica y solar se lleva a cabo a partir de la realización y análisis de diferentes mapas temáticos. Éstos han sido elaborados en su mayoría a partir del tratamiento de las coberturas existentes en el *Mapa Topográfico de Andalucía 1:100.000*, el cuál se convertirá en la principal base cartográfica y será el referente para la elaboración del Sistema de Información Geográfica que permitirá el análisis. Las fuentes cartográficas utilizadas son las siguientes:



- Un shape lineal que recoge la Red hidrográfica de Andalucía (hs1\_1\_100) según sean ríos, arroyos, ramblas y caños.
- Un shape poligonal que recoge las láminas de agua de la región (hs\_2\_100).
- Un shape poligonal que recoge los núcleos de población (su\_100).
- Un shape lineal que recoge el sistema viario de la región (vc\_1\_1\_100) distinguiéndose las carreteras de la Red de Interés General del Estado, las carreteras de la red básica estructurante y articulante, intercomarcales, complementarias, provinciales y de otros organismos.
- Un shape lineal (ie1\_100) que recoge las líneas de tendido eléctrico de la región.
- Un shape puntual (pt\_1\_100) que recoge las zonas arqueológicas existentes en Andalucía
- Un shape poligonal (pt\_2\_100) que recoge los conjuntos históricos existentes.
- Un shape poligonal (pt\_3\_100) que recoge los elementos históricos existentes.
- Un shape poligonal (pt\_5\_100) que recoge los espacios naturales protegidos en Andalucía.
- Un modelo de elevaciones (rl2\_100) de Andalucía.
- Un fichero raster georreferenciado que representa el sombreado de los usos del suelo (rs\_2\_100) de Andalucía.

#### Otros datos utilizados:

- Un modelo de insolación que servirá para medir la importancia del recurso solar en el territorio andaluz. Este mapa ha sido cedido para la realización del presente trabajo de investigación por el Grupo de Climatología del Departamento de Geografía Física y Análisis Geográfico Regional de la Universidad de Sevilla. Esta cartografía se ha elaborado con el software Arc-View con el Módulo de *Radiación Solar* y representa la insolación potencial en la región andaluza.



- Un mapa de velocidad del viento originado por el Centro Nacional de Energías Renovables que previamente georreferenciado y digitalizado, será de utilidad para medir la importancia del recurso eólico en el territorio andaluz.

En relación a la herramienta utilizada, los sistemas de información geográfica (SIG) han supuesto un gran apoyo resultando éstos muy útiles en la realización de análisis que comprenden una gran cantidad de operaciones y que permite encontrar una zona que cumpla unas características determinadas, sino también para la elaboración de resultados cartográficos y estadísticos derivados.

A partir de esta herramienta fundamental, la medición de la potencialidad del territorio para el aprovechamiento eólico o solar en la comarca de Doñana se centra en la consecución de varias fases claramente diferenciadas (Figura 3.3).

Para ello la investigación se apoya en la idea de que el territorio constituye una componente esencial a valorar para la implantación de parques eólicos y solares sobre él y por tanto resulta necesaria su planificación, ordenación y gestión, si se pretende llevar a cabo un desarrollo sostenible de dichas energías en la comarca de Doñana, la cual, a pesar de estar caracterizada por un amplio abanico de valores ecológicos y de disponer de una amplia experiencia en materia de planificación no dispone de unas directrices de ordenación territorial que regule la implantación de parques eólicos y solares.

Las zonas con mayor potencialidad territorial para la implantación de dichas infraestructuras se calcularán utilizando un proceso distinto al comúnmente realizado en los estudios de evaluación de impacto ambiental, requeridos. Así, en esta ocasión, el análisis no parte de la evaluación de los impactos de un emplazamiento determinado tal y como ocurre en estos trámites, sino que analiza globalmente el territorio para determinar la aptitud y potencialidad de éste, señalando los emplazamientos más adecuados, en base a unos criterios previamente elegidos. Ello implica una visión en la que el territorio no actúa como factor



limitante, sino como factor de desarrollo, basada en hacer un uso eficiente de éste, esto es, evitando los máximos impactos y aprovechando los recursos existentes.

En primer lugar se establecerán los criterios para catalogar la aptitud del territorio objeto de estudio para el aprovechamiento de la energía eólica y solar. Estos criterios proceden de diversas fuentes. Por un lado, de la existencia de documentos de planificación previos que ya han establecido determinaciones en dicho sentido, por otro, a partir de valores derivados del conocimiento del funcionamiento de este tipo de energías y por último, a partir de la legislación ambiental existente en la Comunidad andaluza.

A lo largo de esta investigación se considerarán aquellos criterios básicos que confluyen para ambos tipos de parques, considerándose que los mayores impactos ocasionados y las mayores barreras al desarrollo de estas energías proceden en gran medida de las infraestructuras de transporte rodado y eléctrico vinculadas a las mismas, definiéndose las zonas más aptas e idóneas para la implantación de dichos parques en función de criterios que responderán por un lado, a la necesidad de infraestructuras de las implantaciones eólica y solar y por otro, a las limitaciones debidas al impacto de dichas instalaciones sobre el territorio.

Si bien, la presente investigación no pretende señalar las zonas de mayor viabilidad económica para los proyectos de implantación de parques eólicos y solares, sí que se introducen parámetros que repercuten ampliamente en la eficiencia económica de éstos (derivados del aprovechamiento de infraestructuras ya existentes).

En una primera fase, se determinarán las zonas aptas y no aptas en función de que algunos de sus rasgos sean incompatibles con la implantación de parques eólicos y solares, en base a los criterios previamente definidos. Para ello se procederá a la valoración de la comarca de Doñana según las condiciones establecidas, asignando valores de 0 a las zonas no aptas y 1 a las aptas. Posteriormente, se multiplicarán



las cartografías existentes generando el mapa de aptitud del territorio para la implantación de parques eólicos o solares.

En la fase 2 se realizará una catalogación de las zonas aptas no eliminadas con arreglo a su mayor o menor idoneidad. Los criterios que localizan las zonas más idóneas tendrán como objetivo fundamental evitar impactos en el patrimonio, garantizando la sostenibilidad ambiental, social y cultural. En la fase 3 dichas catalogaciones han sido ponderadas para la elaboración del Índice de Protección Patrimonial (fase 3).

En la fase 4, se realizará el mismo análisis que en la fase 2, dirigido a determinar la idoneidad de las zonas aptas, pero esta vez en función de criterios encaminados a la medir la facilidad de acceso a las infraestructuras, con el fin de evitar al máximo las pérdidas energéticas y aquellas zonas donde la implantación de parques eólicos y solares generaría grandes costes económicos, sociales o ambientales, derivados de la necesidad de generar nuevos tendidos eléctricos o infraestructuras de acceso a los parques. La ponderación de dichas catalogaciones dará lugar al Índice de Eficiencia, en la fase 5.

En la fase 6 se ha procedido a la elaboración de un Índice agregado de las catalogaciones anteriores que categorizan las diferentes porciones de territorio en función de su idoneidad. La construcción del Índice Agregado que expresa los niveles de idoneidad se realiza a través de la multiplicación de los Índices de Protección Patrimonial y de Eficiencia.

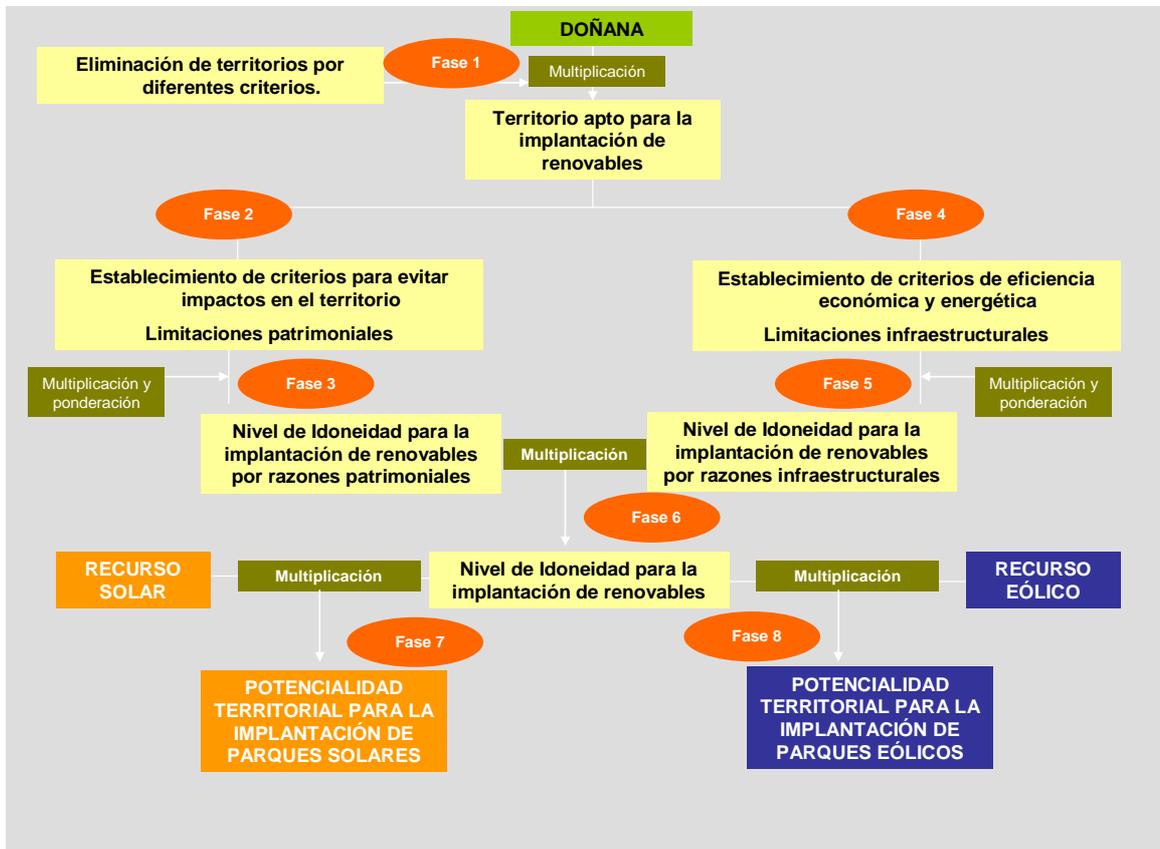
En las fases 7 y 8 se procede a la puesta en común de la idoneidad con el recurso (eólico y solar) estableciendo la potencialidad del territorio andaluz para la implantación de dichas energías, a través de la multiplicación de los niveles de idoneidad por los mapas de insolación y eólica.



Resulta importante señalar, que para el cálculo de todas las superficies de territorio apto, idóneo o potenciales desde el punto de vista territorial, se ha utilizado el sistema de referencia European Datum 1950 UTM Zona 30, lo cuál implica que los valores de área calculados para la provincia de Huelva se encuentran levemente distorsionados, siendo éstos relativamente mayores.



Figura 3.3. Fases de desarrollo para la construcción del modelo.



Fuente: Elaboración propia

### III.3. SELECCIÓN DE CRITERIOS

#### III.3.1. APTITUD DEL TERRITORIO PARA LA IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES (SOLAR Y EÓLICA) EN LA COMARCA DE DOÑANA.

Para la implantación de parques eólicos y solares se ha procedido a catalogar el territorio de la comarca de Doñana en base a criterios de protección y eficiencia territorial dirigidos a salvaguardar los espacios de interés ambiental y patrimonial, así como a asegurar el aprovechamiento máximo de los accesos y la red eléctrica existente, esto es, buscando la máxima eficiencia. Ello no implica que las zonas catalogadas como no aptas puedan ser modificadas (reducirse o ampliarse) en



función de criterios más específicos, generalmente locales, propios del emplazamiento elegido, donde la viabilidad deberá quedar condicionada a la valoración particular y pormenorizada de la posible ubicación real del parque/s eólico/s o solar/es.

A partir de los antecedentes documentales estudiados previamente se establecen los criterios para la delimitación de las zonas no aptas, a las que se les asignan valor 0 y por tanto, serán entendidas como zonas donde la implantación de parques eólicos o solares no resulta conveniente. Por su parte, a las zonas aptas se les asigna valor 1.

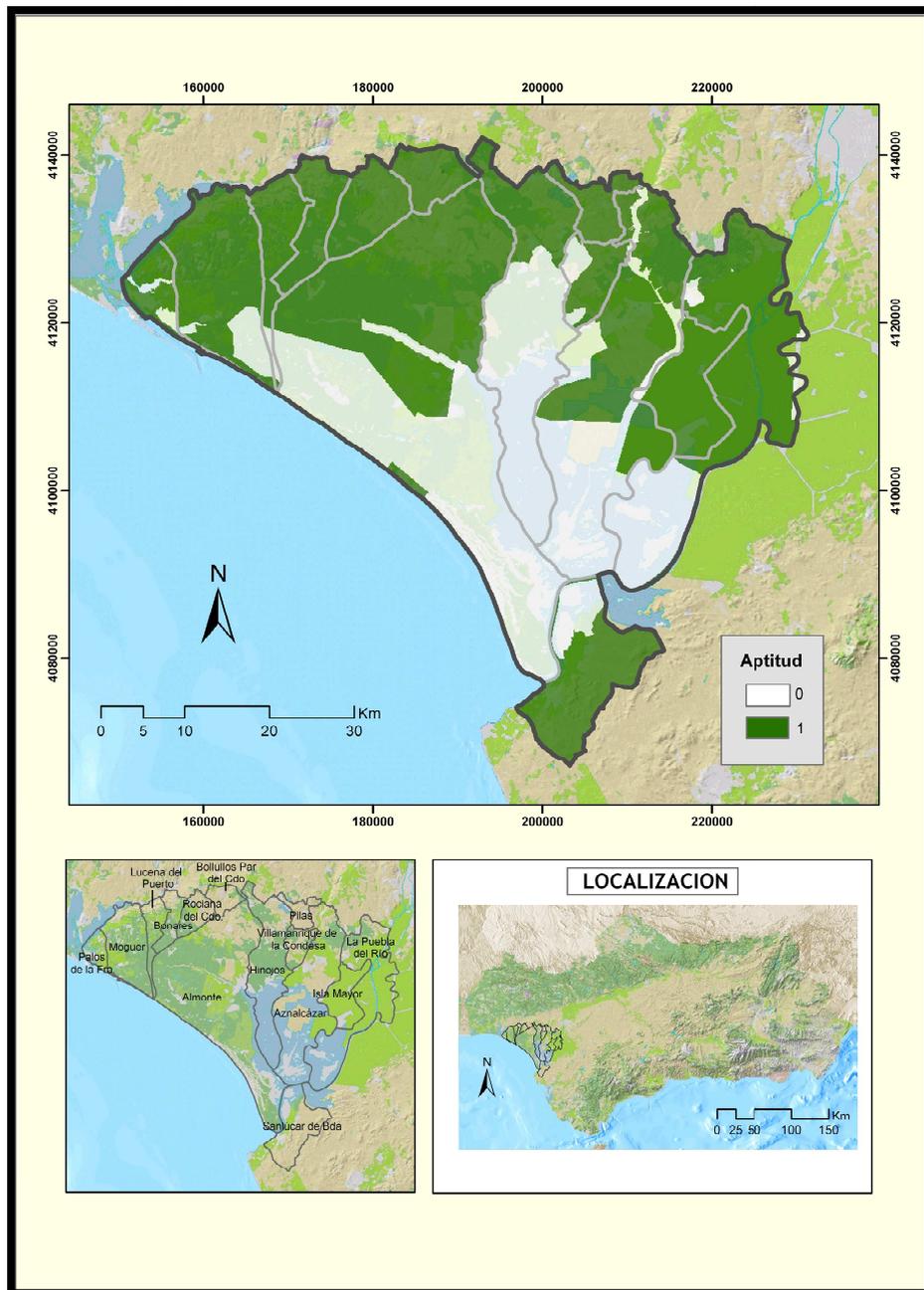
Se establecen como zonas no aptas en el presente trabajo de investigación:

- Los Espacios Naturales Protegidos. La comarca de Doñana presenta un gran porcentaje de su territorio el 44 % bajo alguna figura de protección. La necesidad de salvaguardar su gran valor ambiental, paisajístico y cultural se considerarán como zonas no aptas para la implantación de parques eólicos o solares (Mapa 3.1).
- Aquellas áreas situadas a una distancia inferior de 500 m de los núcleos de población (Mapa 3.2). Ello implica asegurar el mínimo nivel de ruido por parte de los aerogeneradores para los núcleos de población evitándose que al romperse las aspas, que pueden llegar a recorrer hasta 400 m, pueda afectar a la población o a algún bien de ésta según se recoge en el documento *Criterios de viabilidad paisajísticos y ambientales para la localización de Parques Eólicos en el Valle del Lecrín*.
- Las vías pecuarias (Mapa 3.3). Según la Ley 7/1994, de 18 de mayo, de protección ambiental para la Comunidad Andaluza no serán



autorizadas, las ubicaciones de aerogeneradores en el trazado de vías pecuarias, ni la ocupación de las mismas por canalizaciones subterráneas o aéreas, permitiéndose sólo los cruces, para lo que se requerirá autorización previa, así como cualquier otra actuación.

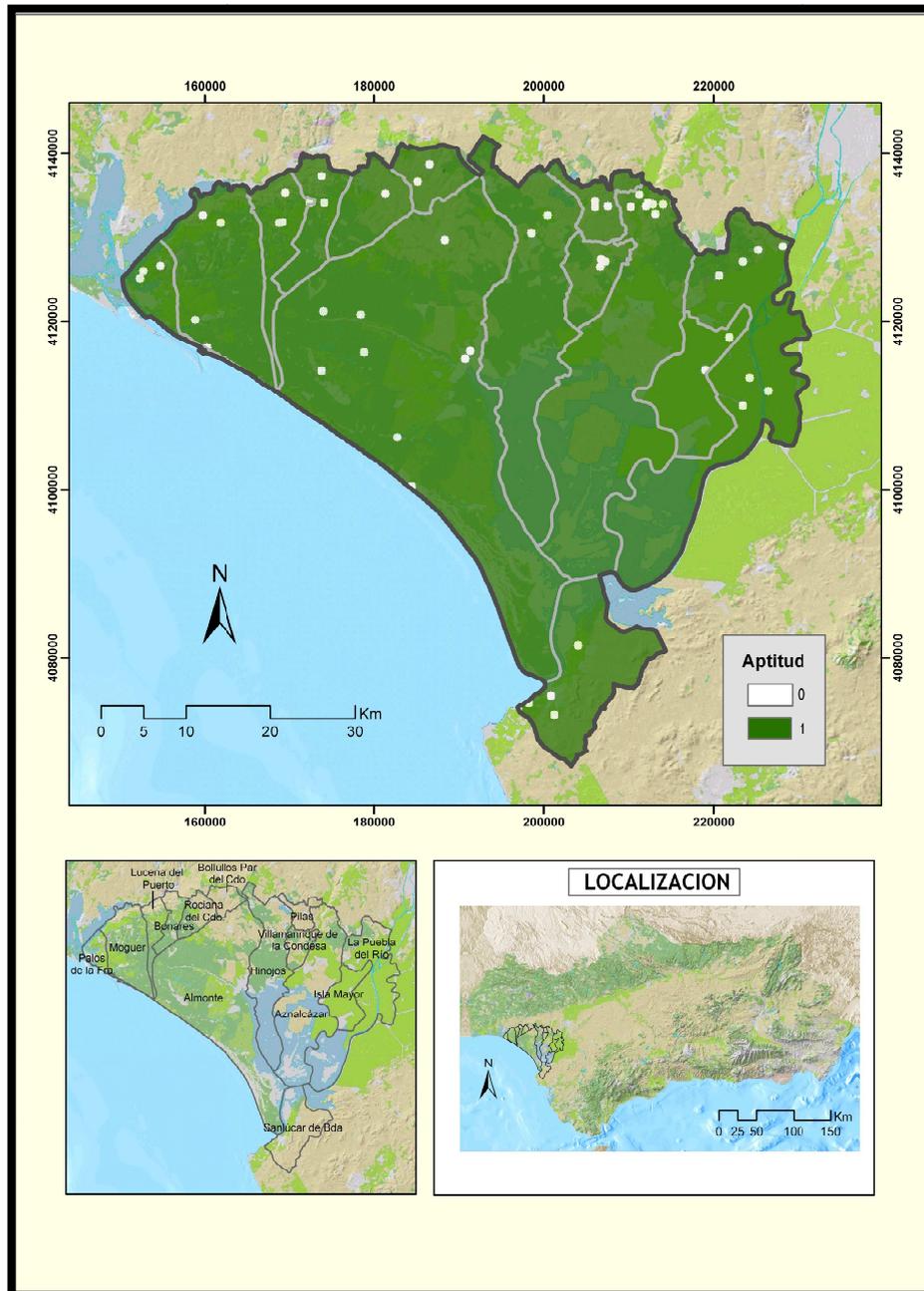
**Mapa 3.1. Aptitud del territorio para la implantación de energías renovables en la comarca de Doñana en función de la presencia/ausencia de espacios naturales protegidos.**



Fuente: Elaboración propia a partir del *Mapa Topográfico de Andalucía 1:100.000*.



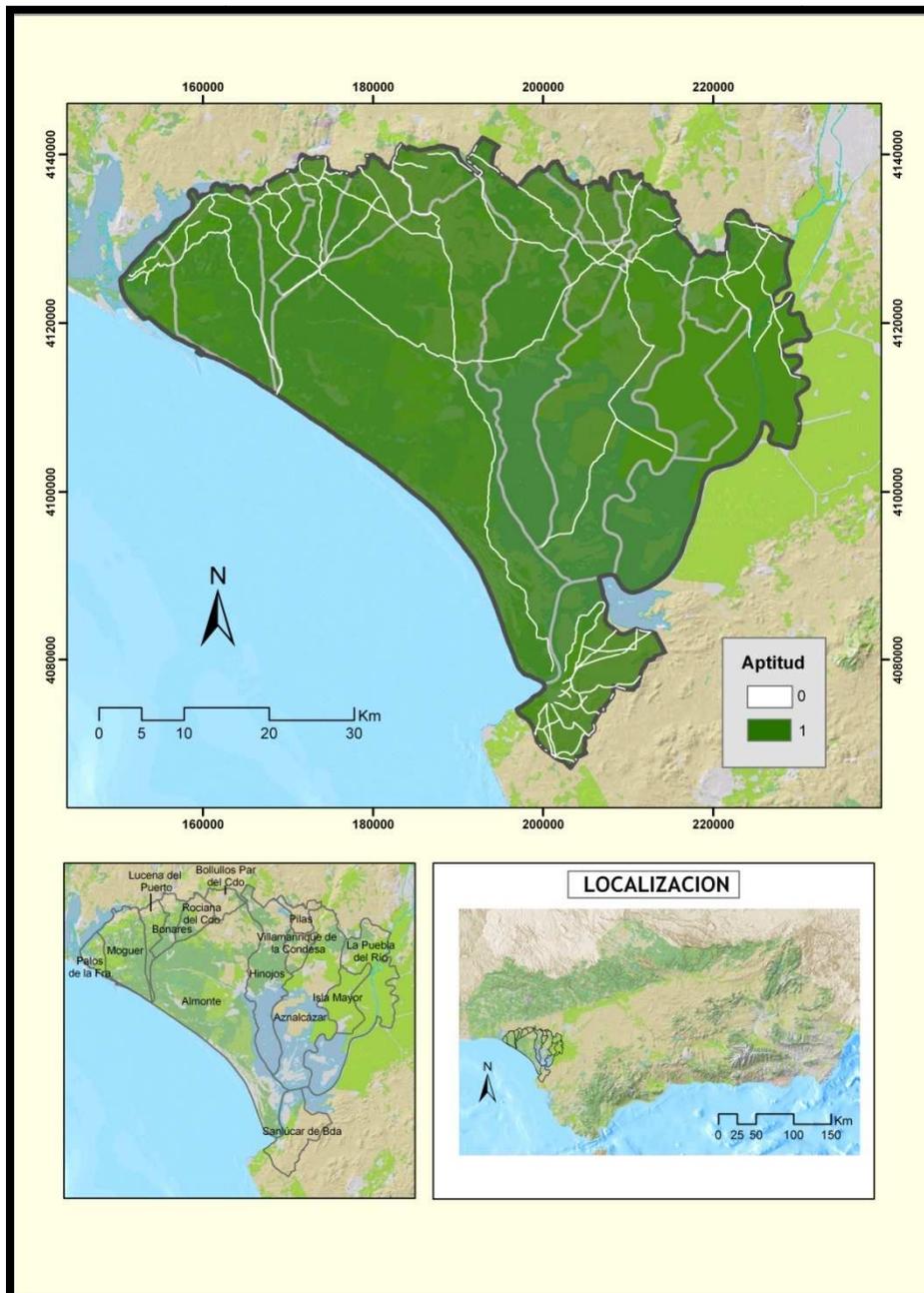
Mapa 3.2. Aptitud del territorio para la implantación de energías renovables en la comarca de Doñana según el perímetro de protección de los núcleos de población.



Fuente: Elaboración propia a partir del *Mapa Topográfico de Andalucía 1:100.000*.



Mapa 3.3. Aptitud del territorio para la implantación de energías renovables en la comarca de Doñana en función de la presencia/ausencia de vías pecuarias



Fuente: Elaboración propia a partir del *Mapa Topográfico de Andalucía 1:100.000*.

- Los conjuntos arqueológicos, las zonas arqueológicas y los elementos históricos (Mapas 3.4), así como las áreas que los rodean, de 1Km de radio), puesto que, conforme a lo establecido en el artículo 50 de la

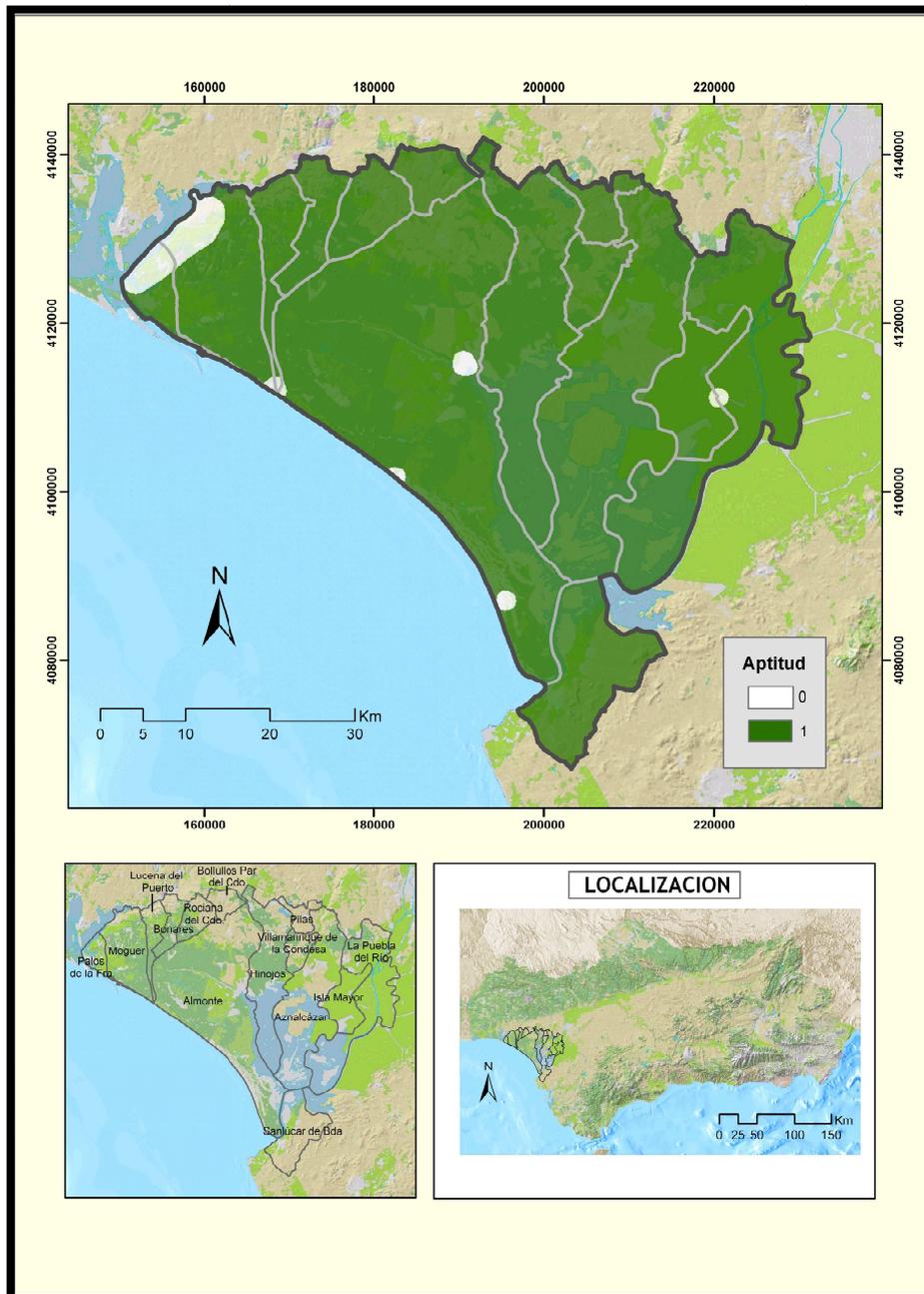


*Ley 1/1991, de Patrimonio Histórico de Andalucía*, la aparición de hallazgos casuales de restos arqueológicos deberá ser notificada inmediatamente a la Consejería de Cultura o a los ayuntamientos afectados. En este sentido, el inicio de las obras para la ubicación del Parque Eólico puede quedar condicionado a los resultados de la realización de una prospección arqueológica superficial en el área afectada y entorno inmediato (1 Km.) y al informe favorable de la Consejería de Cultura.

- Las líneas eléctricas (Mapa 3.5). No se considerará compatible la localización de parques eólicos o parques solares a una distancia superior a 10 Km desde la línea. Este criterio se justifica por la necesidad de establecer un punto de conexión a la red para la evacuación de la energía eólica o solar lo más cercano posible, evitando las pérdidas energéticas derivadas del transporte. Por tanto, deben existir líneas de alta tensión relativamente cerca de los potenciales emplazamientos, como distancia, según el documento ya mencionado anteriormente (*Criterios de viabilidad paisajísticos y ambientales para la localización de Parques Eólicos en el Valle del Lecrín*), puede considerarse los 10 km.
  
- Las zonas con elevadas pendientes (>40%), por no presentar éstas las mejores condiciones tanto desde el punto de vista ambiental (por la alta vulnerabilidad del suelo) como técnico (probabilidad de deslizamiento de las obras civiles y equipos). Por otro lado, según Tudela & Molina (2005), las labores que serían necesarias para su acondicionamiento resultarían altamente impactantes al desencadenar procesos erosivos intensos, pudiendo ser el origen de sinergias no deseables. Sin embargo, según muestra el Mapa 3.6 de pendientes de Andalucía, todo el ámbito de estudio posee pendientes inferiores al 40%.



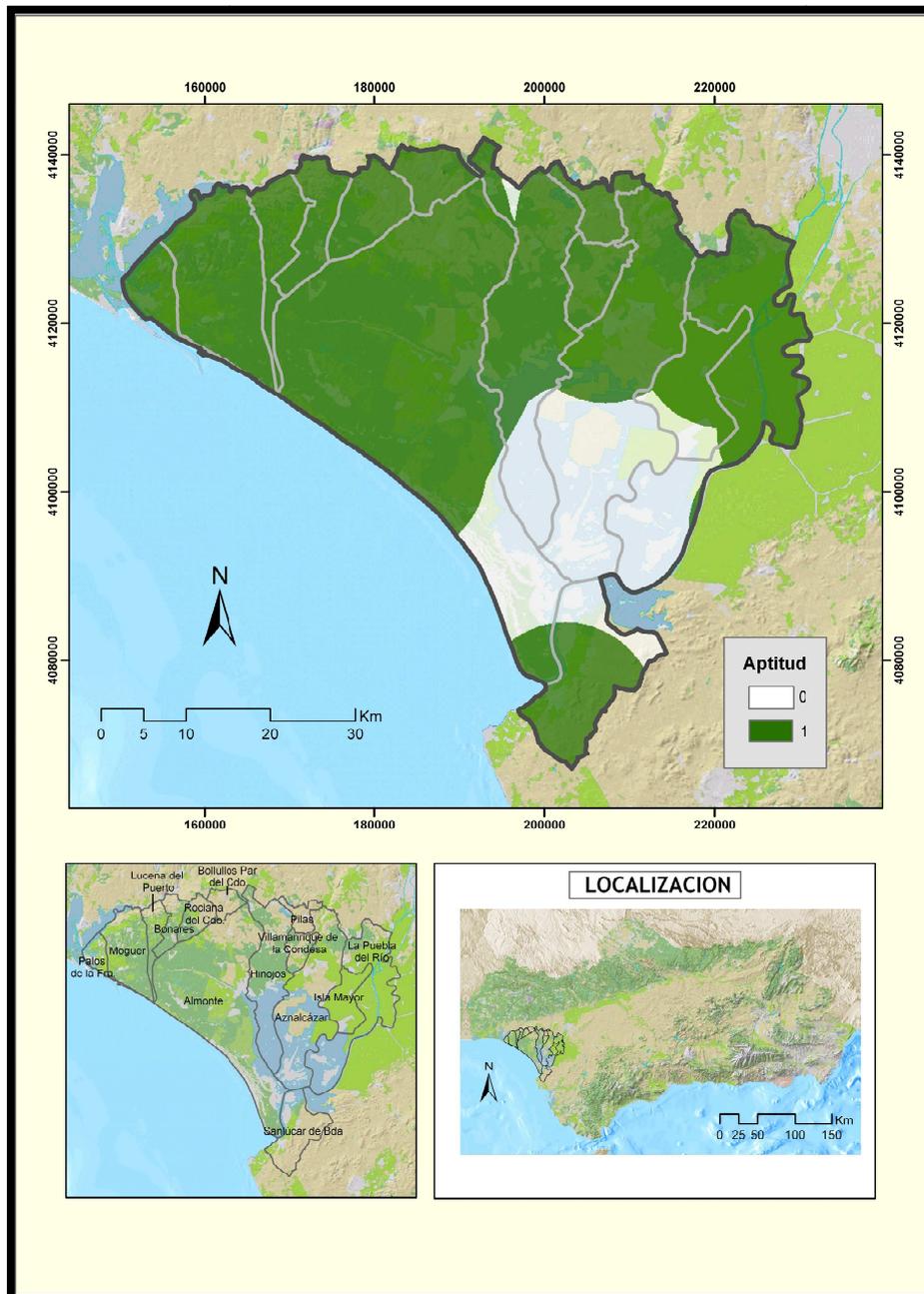
Mapa 3.4. Aptitud del territorio para la implantación de energías renovables en la comarca de Doñana según el perímetro de protección a las zonas arqueológicas, elementos históricos y conjuntos arqueológicos.



Fuente: Elaboración propia a partir del Mapa Topográfico de Andalucía 1:100.000.



Mapa 3.5 Aptitud del territorio para la implantación de energías renovables en la comarca de Doñana según la distancia a la red eléctrica.



Fuente: Elaboración propia a partir del *Mapa Topográfico de Andalucía 1:100.000*.



Mapa 3.6 Aptitud del territorio para la implantación de energías renovables en la comarca de Doñana en función de las pendientes.



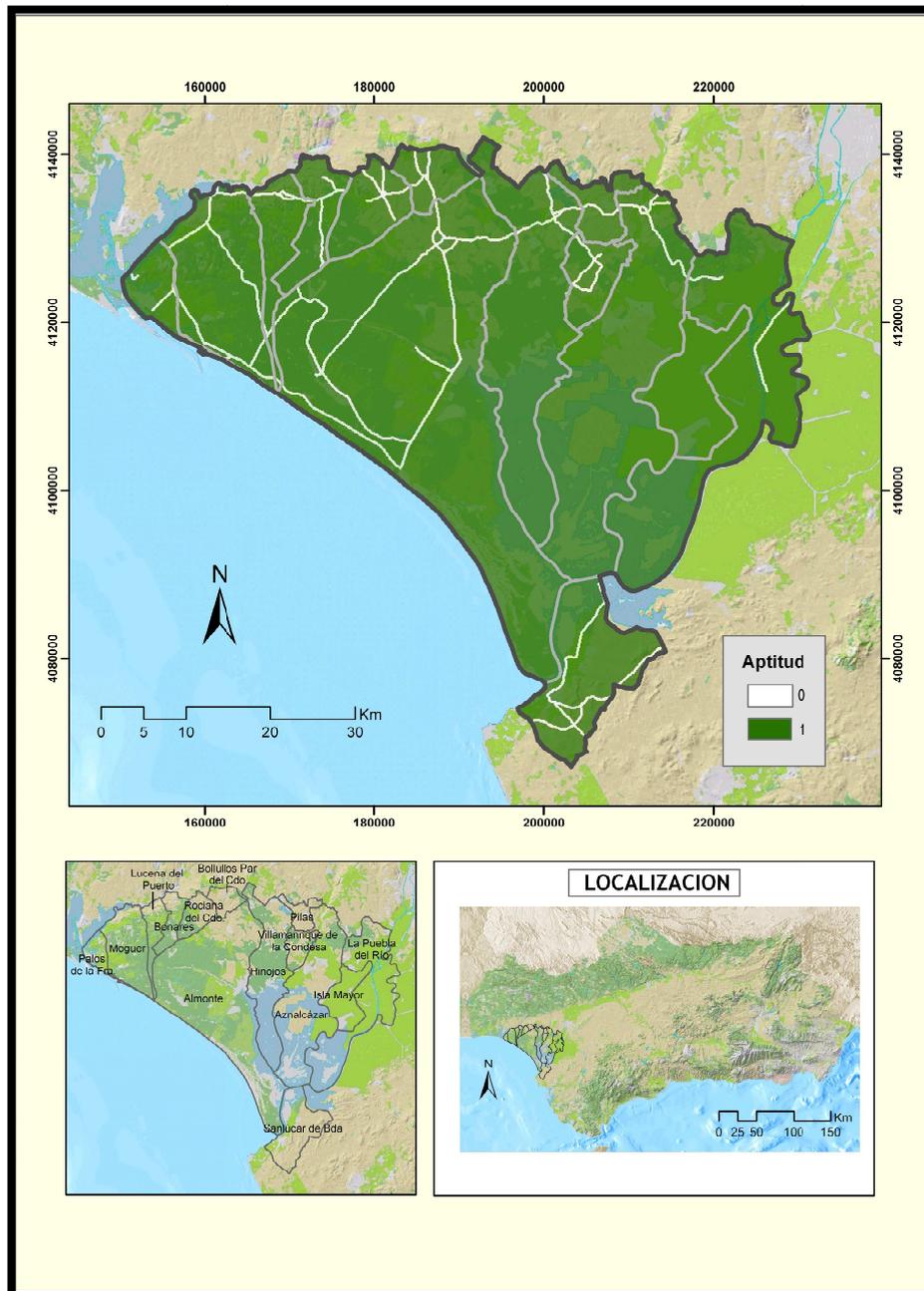
Fuente: Elaboración propia a partir del *Mapa Topográfico de Andalucía 1:100.000*.



- Los espacios cercanos a la red viaria, siendo no aptos según lo dispuesto en el documento *Directrices Sectoriales de Ordenación del recurso eólico de Asturias* los espacios dispuestos a las siguientes distancias:
  - una distancia inferior a 100 m de las carreteras convencionales de la red intercomarcal, complementaria, provincial y de otros organismos (Mapa 3.7).
  - una distancia inferior a 200 m (Mapa 3.8) de la red autonómica y de Interés General (la RIGE, la red básica estructurante y la red complementaria metropolitana). Estos criterios garantizan la seguridad del tráfico en su recorrido cercano a los aerogeneradores así como la preservación de los terrenos de dominio público y servidumbre de la red viaria establecidos en la Ley 8 /2001, de 12 de julio de carreteras de Andalucía.
- La red fluvial, en concreto los cauces de mayor magnitud (Mapa 3.9) que serán los catalogados como ríos, así como las láminas de agua y zonas inundables (Mapa 3.10) a una distancia inferior a 200 m con el fin de prevenir todo deterioro adicional, protegiendo los valores ecológicos y ambientales). Para el resto, arroyos, riberas, barrancos, etc., deberán establecerse límites más locales, derivados del emplazamiento y de las características propias de los ríos.



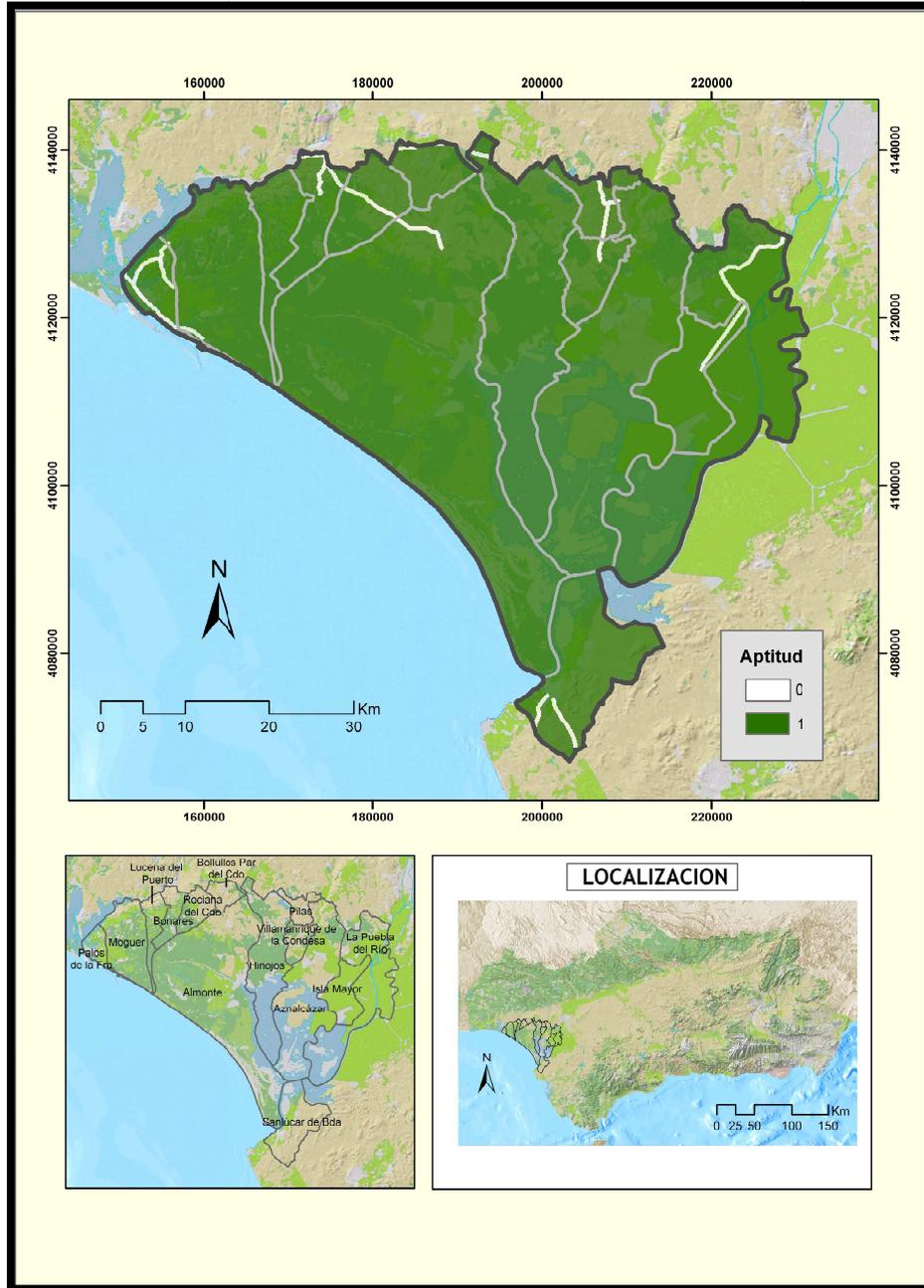
**Mapa 3.7. Aptitud del territorio para la implantación de energías renovables en la comarca de Doñana según el perímetro de protección a las carreteras convencionales de la red intercomarcal, complementaria, provincial y de otros organismos.**



Fuente: Elaboración propia a partir del *Mapa Topográfico de Andalucía 1:100.000*.



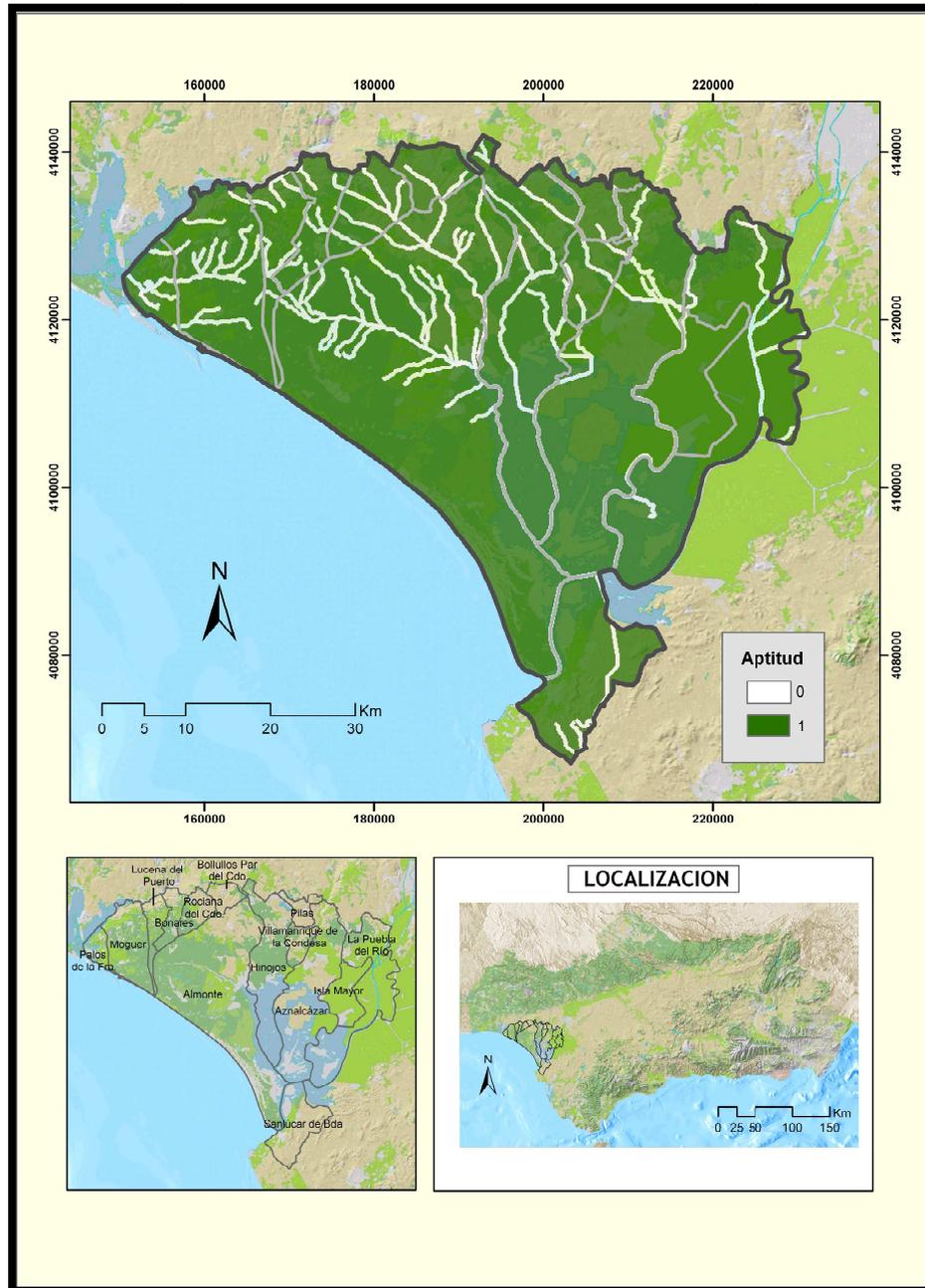
Mapa 3.8. Aptitud del territorio para la implantación de energías renovables en la comarca de Doñana según el perímetro de protección a las carreteras convencionales de la Red estatal, la Red básica estructurante y la Red complementaria metropolitana.



Fuente: Elaboración propia a partir del Mapa Topográfico de Andalucía 1:100.000.



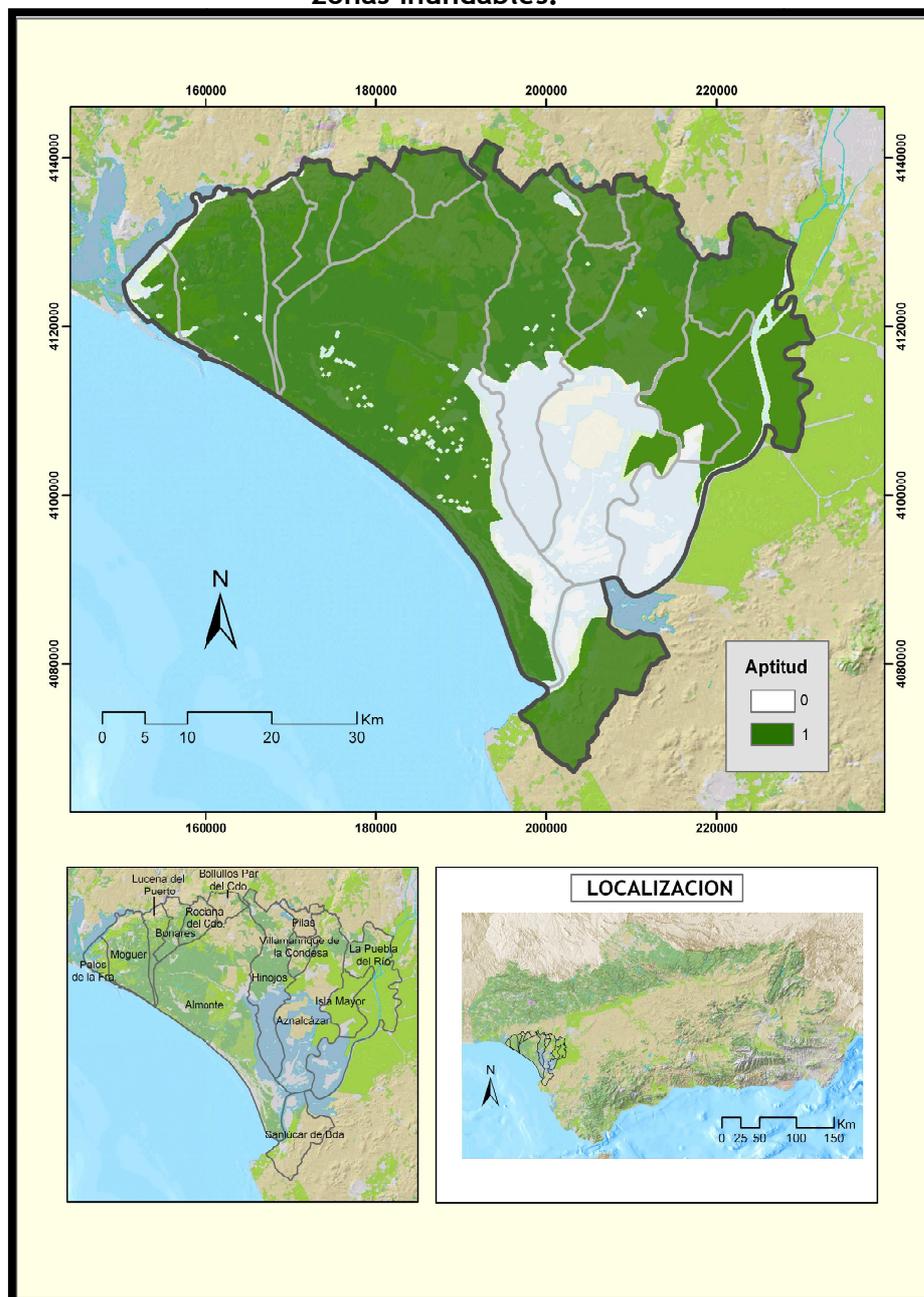
Mapa 3.9. Aptitud del territorio para la implantación de energías renovables en la comarca de Doñana según el perímetro de protección a los ríos.



Fuente: Elaboración propia a partir del *Mapa Topográfico de Andalucía 1:100.000*.



Mapa 3.10. Aptitud del territorio para la implantación de energías renovables en la comarca de Doñana según el perímetro de protección a las láminas de agua y zonas inundables.



Fuente: Elaboración propia a partir del *Mapa Topográfico de Andalucía 1:100.000*.

Haciendo referencia a los criterios elegidos, si bien éstos se sostienen a lo largo de la investigación como coherentes desde el punto de vista territorial, se han obviado



en ésta criterios tan importantes como el paisaje. Ello se debe a que los impactos paisajísticos no son iguales para los parques eólicos que para los solares, no siendo posible integrar esta variable en un modelo común a ambos, siendo necesario trasladar su estudio a una fase posterior de evaluación de impacto ambiental, a mayor detalle.

### III.3.2. IDONEIDAD DEL TERRITORIO PARA LA IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES (EÓLICA Y SOLAR) EN LA COMARCA DE DOÑANA.

Para localizar las zonas aptas más idóneas para la implantación de parques eólicos y solares en el ámbito de estudio se ha procedido a catalogar éstas en base a criterios dirigidos a salvaguardar los espacios de interés ambiental y patrimonial, así como a asegurar el aprovechamiento máximo de los accesos y la red eléctrica existente. Para ello se trabajará sobre condiciones previamente estipuladas asignando valores de idoneidad de 1 a 3<sup>3</sup> de modo que las zonas catalogadas con el valor 3 serán las zonas más idóneas para la implantación de parques eólicos y solares<sup>4</sup>.

Posteriormente se procederá a la agrupación de las condiciones establecidas para originar dos índices diferentes; los índices de protección patrimonial y de eficiencia, considerando que para la confección de dichos índices, no todas las condiciones establecidas son igualmente importantes y, por tanto, se ha procedido a la ponderación de éstas. Según lo anterior, para el caso del índice patrimonial puede pensarse que la protección de los espacios naturales protegidos y los ríos son condiciones básicas para la implantación de parques eólicos o solares y por tanto, deben primar en la ponderación.

---

<sup>3</sup> Para ello se realizará un análisis de la distancia para las variables que componen cada índice y se definirán 3 intervalos que se puntuarán de 1 a 3. El método de definición de dichos intervalos será por *natural breaks*, basado en las agrupaciones naturales inherentes a los datos. El programa utilizado (Arc\_gis 9.2), identifica las clases escogiendo las rupturas que dividen grupos de valores similares que puedan existir en una distribución de datos maximizando las diferencias entre las clases y evitando definir los intervalos a partir de criterios que en otras ocasiones pueden ser considerados subjetivos.

<sup>4</sup> La asignación de los valores de idoneidad y los intervalos elegidos para cada criterio en ambos índices pueden observarse en el Anexo de cuadros estadísticos.



Para el caso del Índice de Eficiencia, la cercanía a la red eléctrica y a los núcleos de población serán considerados factores básicos y por tanto, también deben primar en la ponderación. Esta decisión se ha tomado basándonos en que el sistema de transporte energético actual posee un escaso rendimiento y como media nacional las pérdidas en producción y transporte en alta tensión suponen un 7%. Todo ello hace necesario tomar medidas que permitan menores pérdidas energéticas. Estas medidas se basan en acercar la oferta a la demanda, es decir acercar las instalaciones de generación de energía a los núcleos de población y a la red eléctrica existente, ya que en general, las centrales productoras de energía que se localicen alejadas de los centros de consumo requieren líneas eléctricas de gran longitud y potencia que dan lugar a importantes impactos (ambientales, sociales y económicos) y pérdidas de energía importantes. Por otro lado, ante la ausencia o lejanía de líneas eléctricas para llevar a cabo la conexión, la autorización de nuevas líneas de alta tensión es cada vez más complicada, tanto en áreas donde ya existen como en las totalmente desprovistas de ellas. Por ello, ambas condiciones primarán en la ponderación.

Así, el Índice Patrimonial estará compuesto por la siguiente ponderación:

- 50% máxima distancia a los espacios naturales protegidos.
- 15% máxima distancia a elementos, conjuntos históricos y zonas arqueológicas, a los ríos y a las zonas inundables.
- 5% a vías pecuarias; mientras que para el Índice de Eficiencia Energética/Territorial la ponderación será la siguiente:
- 40% mínima distancia a red eléctrica y núcleos.
- 20% mínima distancia a la Red Viaria.

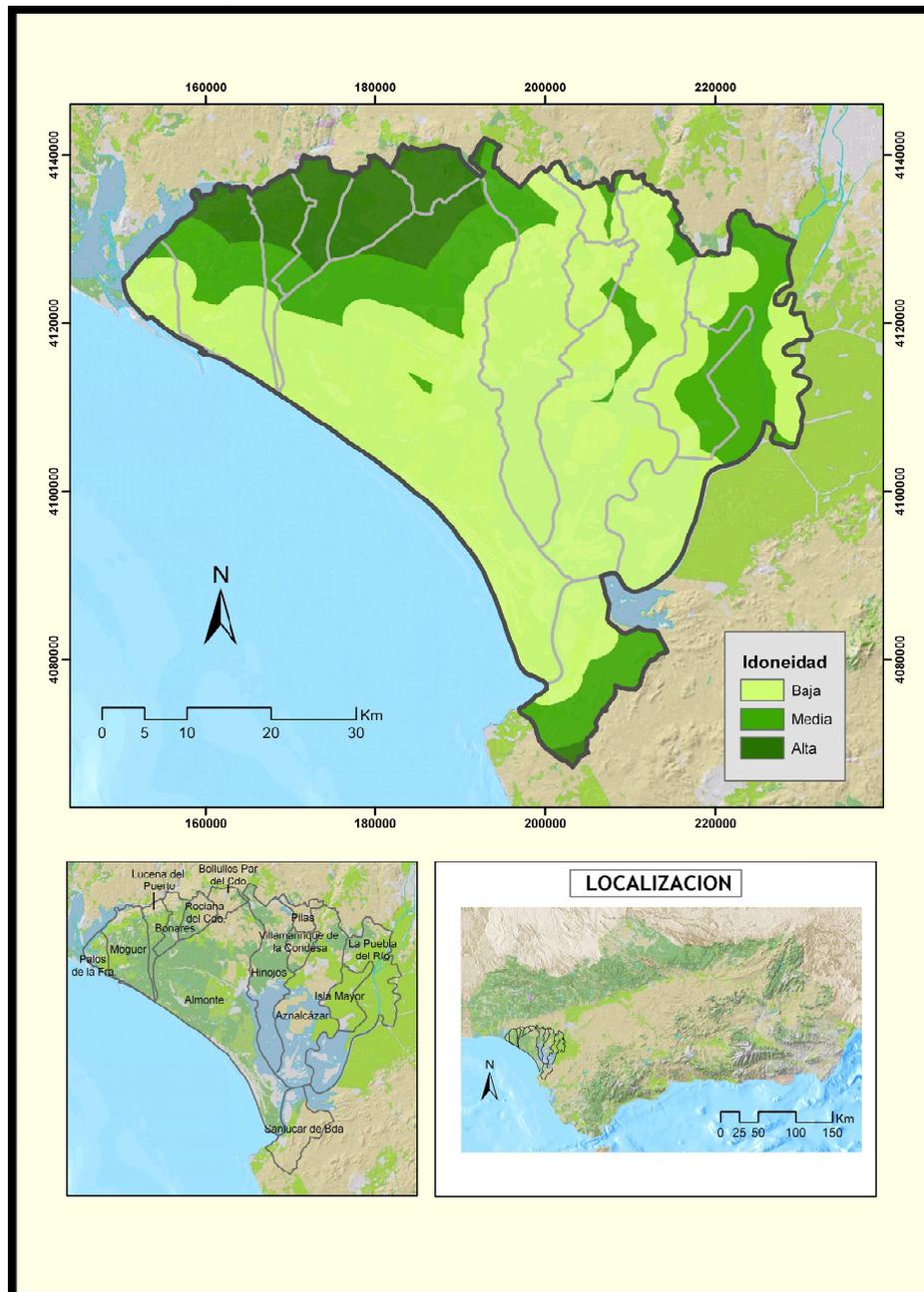
### III.3.2.1. ÍNDICE DE PROTECCION PATRIMONIAL

En relación al Índice Patrimonial, se considerarán como zonas más idóneas para la implantación de parques eólicos y solares aquellas que cumplan en mayor medida las siguientes condiciones:



- Máxima distancia a los espacios naturales protegidos (Mapa 3.11).

**Mapa 3.11. Idoneidad del territorio para la implantación de energías renovables en la comarca de Doñana en función de la distancia a los espacios naturales protegidos.**

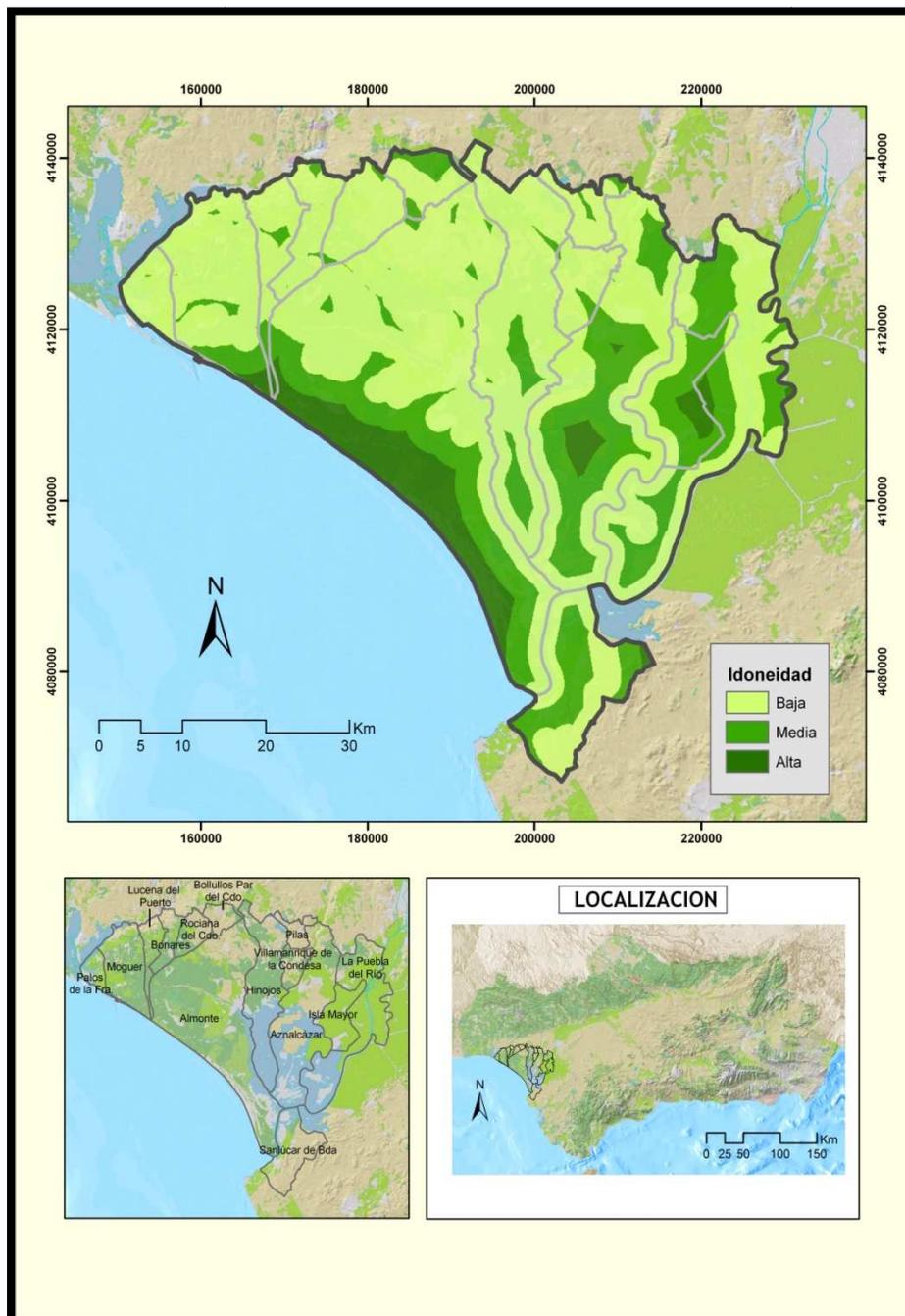


Fuente: Elaboración propia a partir del *Mapa Topográfico de Andalucía 1:100.000*.



- Máxima distancia red fluvial (Mapa 3.12)

Mapa 3.12 Idoneidad del territorio para la implantación de energías renovables en la comarca de Doñana en función de la distancia a la red fluvial.

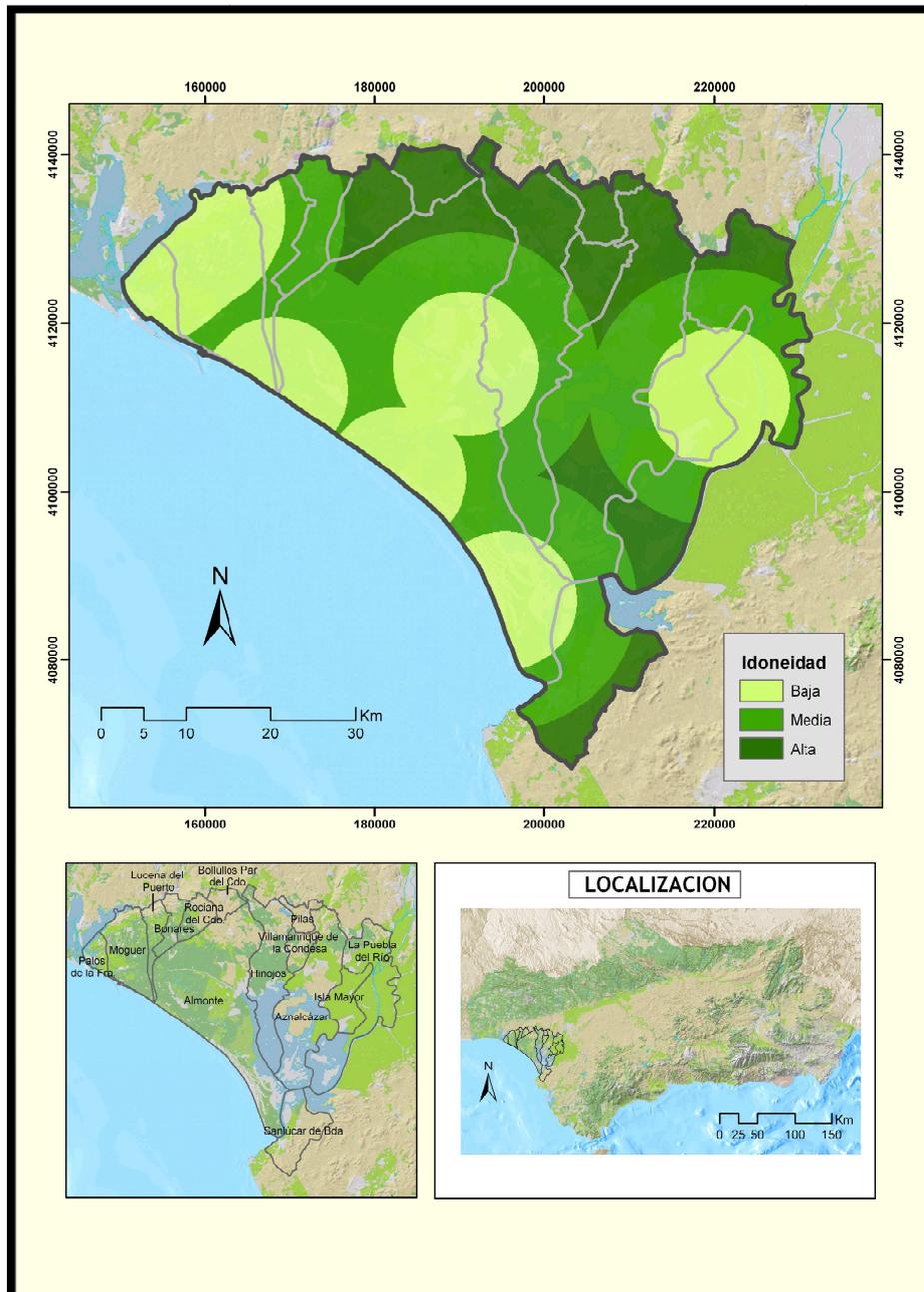


Fuente: Elaboración propia a partir del *Mapa Topográfico de Andalucía 1:100.000*.



- Máxima distancia a zonas arqueológicas, conjuntos y elementos históricos (Mapa 3.13).

**Mapa 3.13** Idoneidad del territorio para la implantación de energías renovables en la comarca de Doñana en función de la distancia a las zonas arqueológicas, conjuntos y elemento históricos.

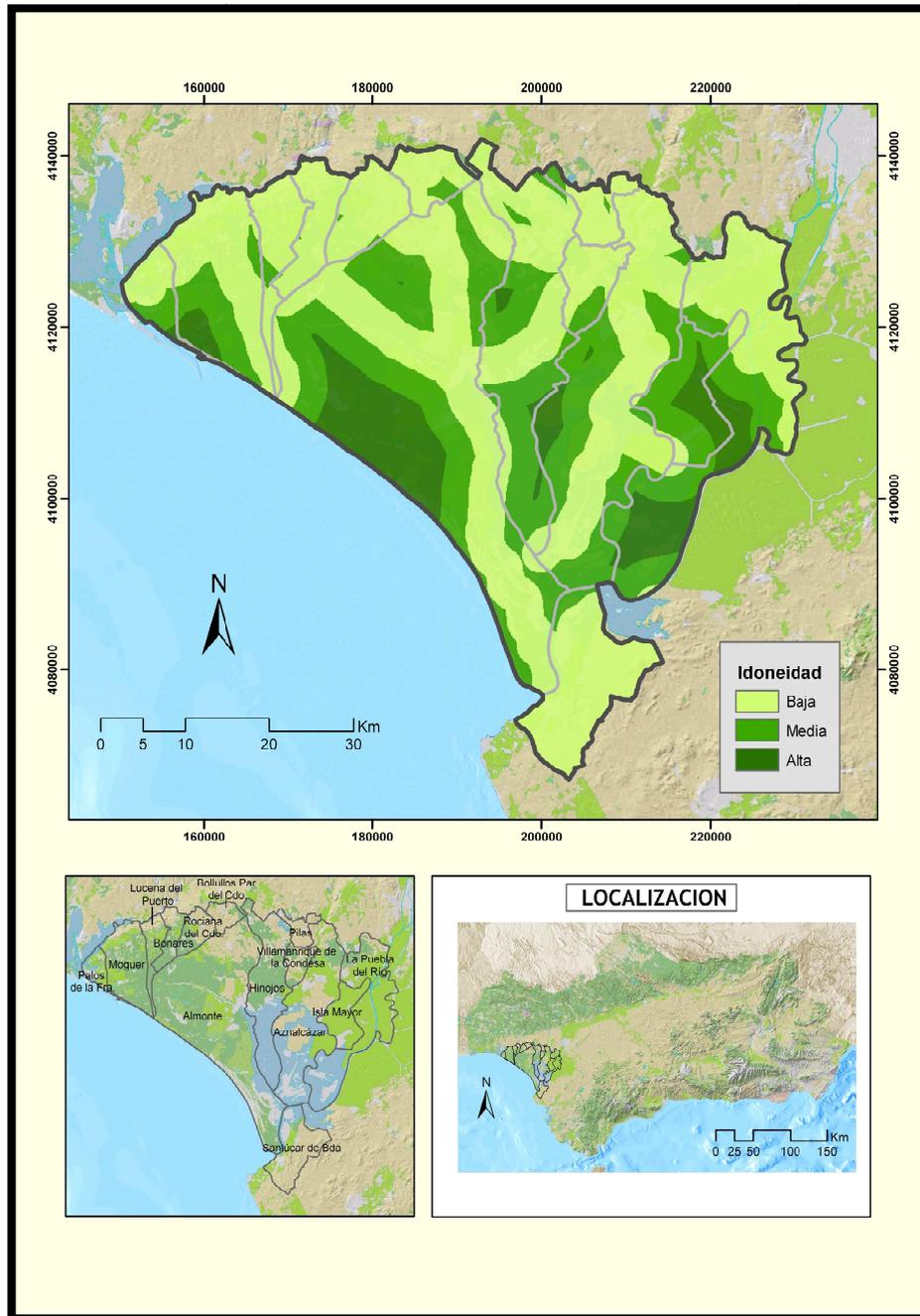


Fuente: Elaboración propia a partir del *Mapa Topográfico de Andalucía 1:100.000*.

- Máxima distancia a vías pecuarias (Mapa 3.14).



Mapa 3.14. Idoneidad del territorio para la implantación de energías renovables en la comarca de Doñana en función de la distancia a las vías pecuarias.

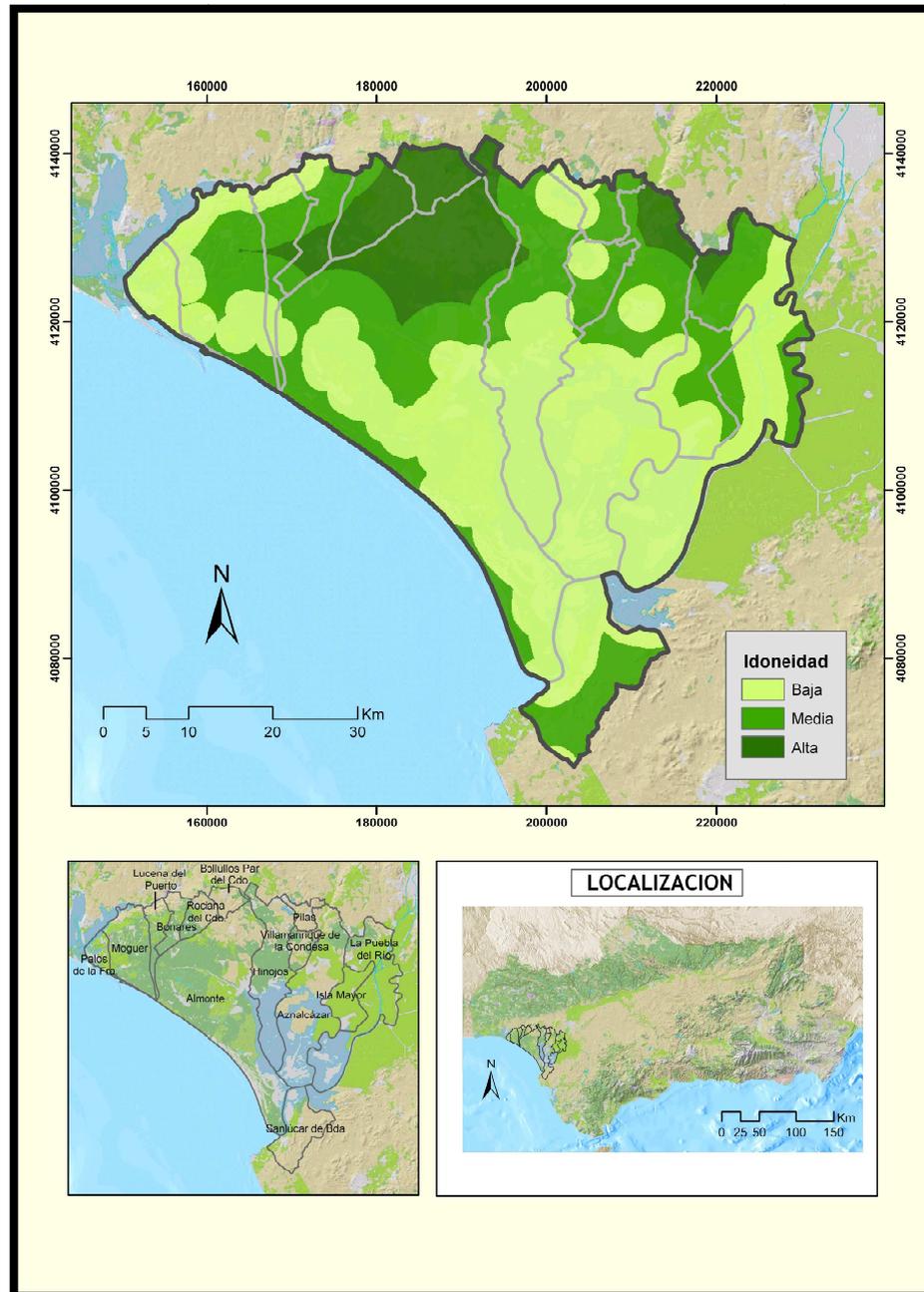


Fuente: Elaboración propia a partir del *Mapa Topográfico de Andalucía 1:100.000*.

- Máxima distancia a las láminas de agua y las zonas inundables (Mapa 3.15).



Mapa 3.15. Idoneidad del territorio para la implantación de energías renovables en la comarca de Doñana en función de la distancia a las láminas de agua y las zonas inundables.



Fuente: Elaboración propia a partir del *Mapa Topográfico de Andalucía 1:100.000*.



El Mapa 3.16, muestra el Índice de Protección Patrimonial, calculado a partir de la ponderación de las condiciones anteriores y posteriormente reclasificado en tres<sup>5</sup> niveles de idoneidad: baja, media o alta.

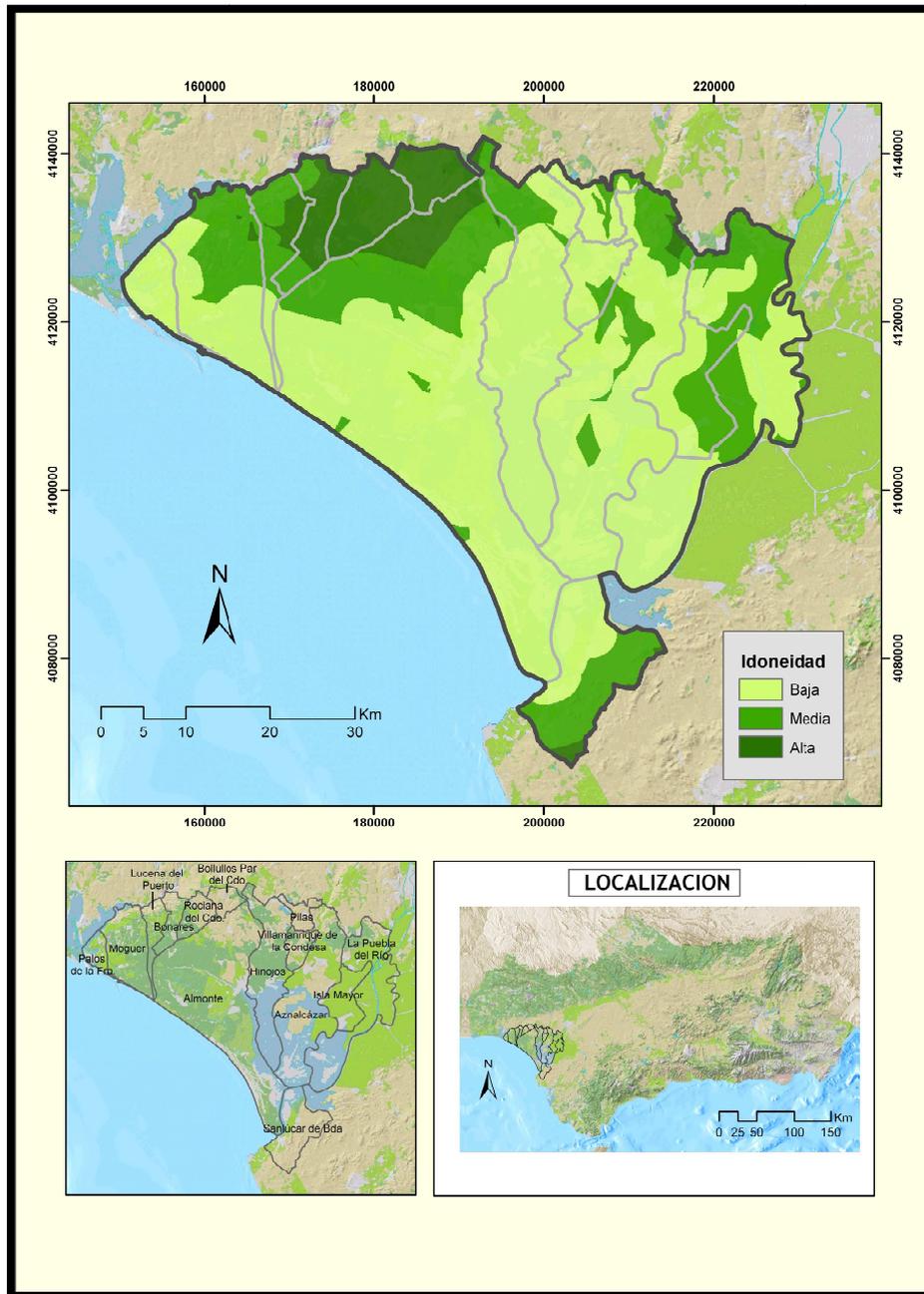
En relación a la distribución espacial, las zonas más idóneas se concentran alejadas de espacios que se encuentren bajo alguna figura de protección, mientras que los menores valores de idoneidad se localizan cercanos a los límites de los espacios naturales, cercanos a las márgenes de los principales ríos, así como la costa de la región y a los otros hitos de interés patrimonial tratados a lo largo de este trabajo.

---

<sup>5</sup> Elegidos mediante el método *Natural Breaks*. La elección de un número mayor de niveles, (no muestran) diferencias representativas de idoneidad entre los territorios aptos.



Mapa 3.16. Índice de Protección Patrimonial.



Fuente: Elaboración propia a partir del *Mapa Topográfico de Andalucía 1:100.000*.



### III.2.2.2. ÍNDICE DE EFICIENCIA.

La necesidad de aprovechar al máximo los activos territoriales ya existentes para la implantación de instalaciones eólicas y solares, se justifica por los objetivos propuestos desde el ámbito europeo, nacional y regional, en materia de ahorro y eficiencia energética. Se entenderán por tanto como emplazamientos más idóneos para el aprovechamiento eólico y solar, aquellos que supongan un aprovechamiento máximo de las infraestructuras y eviten las pérdidas por transporte.

En relación al Índice de Eficiencia, se considerarán las zonas más idóneas para la implantación de parques eólicos y solares aquellas que cumplan en mayor medida las siguientes condiciones:

- Mínima distancia a la red eléctrica (Mapa 3.17).

Con el fin de evitar la realización de nuevas líneas eléctricas y los impactos asociados se valorarán más positivamente las áreas localizadas a menor distancia de las redes eléctricas evitando también de este modo las pérdidas energéticas.

- Mínima distancia a la red viaria (Mapa 3.18).

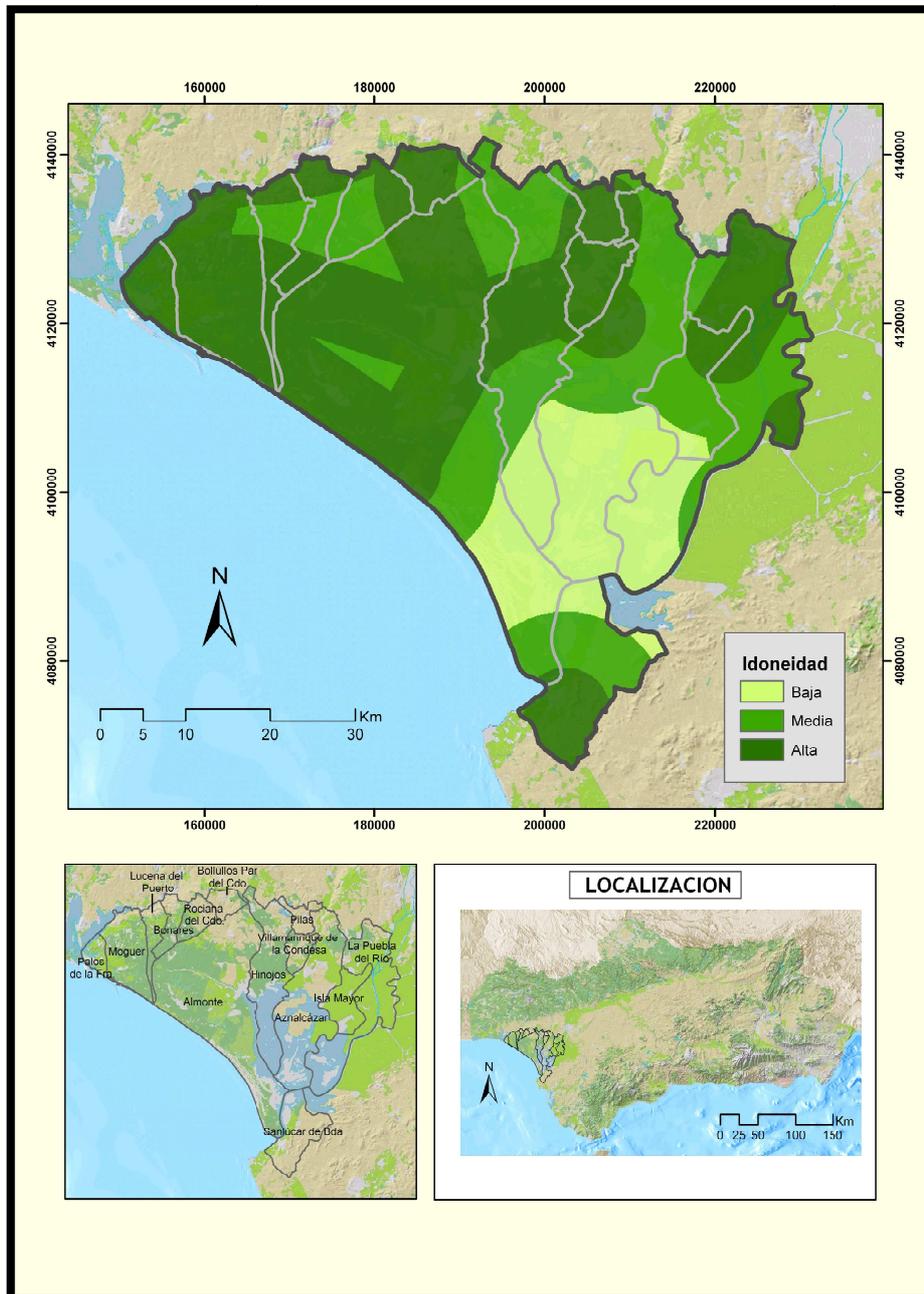
Con el fin de evitar la realización de nuevos viarios para acceder a la instalación eólica o solar y los consiguientes impactos asociados se considerarán con mayor puntuación las zonas más cercanas al viario ya existente.

- Mínima distancia a los núcleos de población (Mapa 3.19).

A pesar de que los impactos visuales o paisajísticos pueden resultar mayores, se considerarán las zonas más cercanas a los núcleos de población con mejor valor puesto que la cercanía a los centros de consumo evitará la pérdida de energía por transporte.



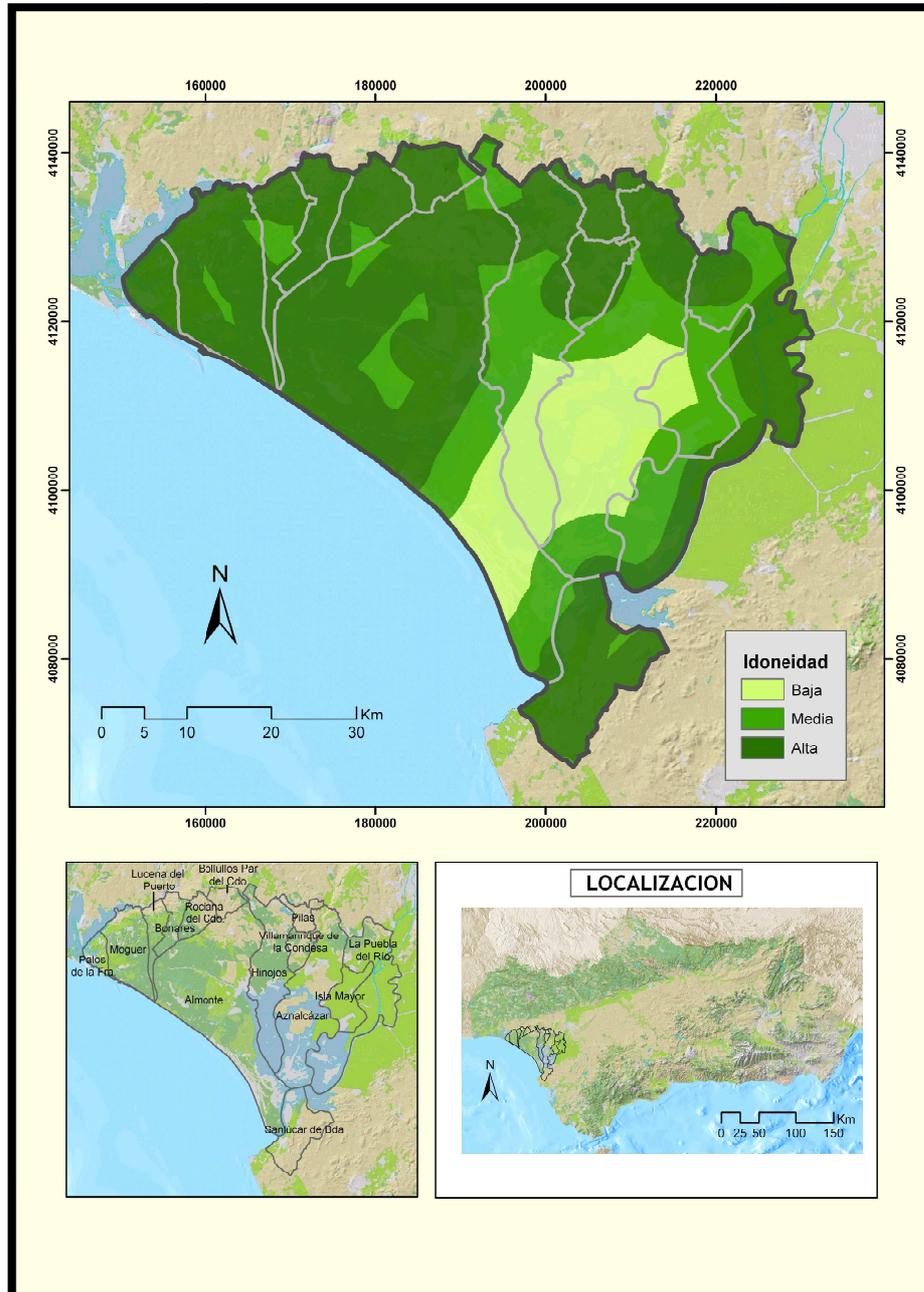
Mapa 3.17. Idoneidad del territorio para la implantación de energías renovables en la comarca de Doñana en función de la distancia a la red eléctrica.



Fuente: Elaboración propia a partir del *Mapa Topográfico de Andalucía 1:100.000*.



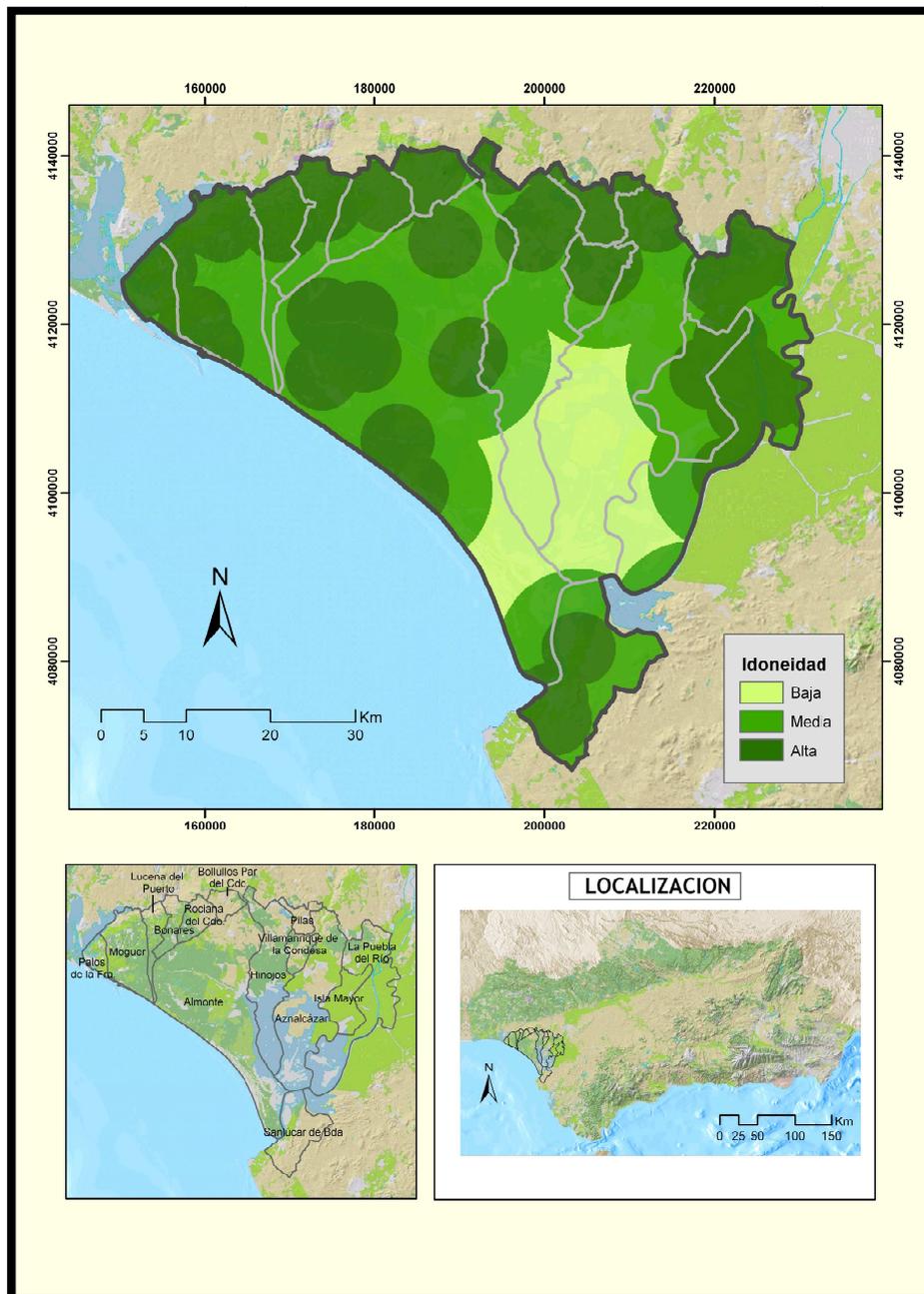
Mapa 3.18. Idoneidad del territorio para la implantación de energías renovables en la comarca de Doñana en función de la distancia a la red viaria.



Fuente: Elaboración propia a partir del *Mapa Topográfico de Andalucía 1:100.000*.



3.19. Idoneidad del territorio para la implantación de energías renovables en la comarca de Doñana en función de la distancia a los núcleos de población.



Fuente: Elaboración propia a partir del *Mapa Topográfico de Andalucía 1:100.000*.



El Mapa 3.20 representa los niveles de idoneidad en función del Índice de Eficiencia, calculado a partir de la ponderación de las condiciones estipuladas y posteriormente reclasificado, al igual que en el Índice Patrimonial, obteniendo tres<sup>6</sup> niveles de idoneidad: baja, media o alta.

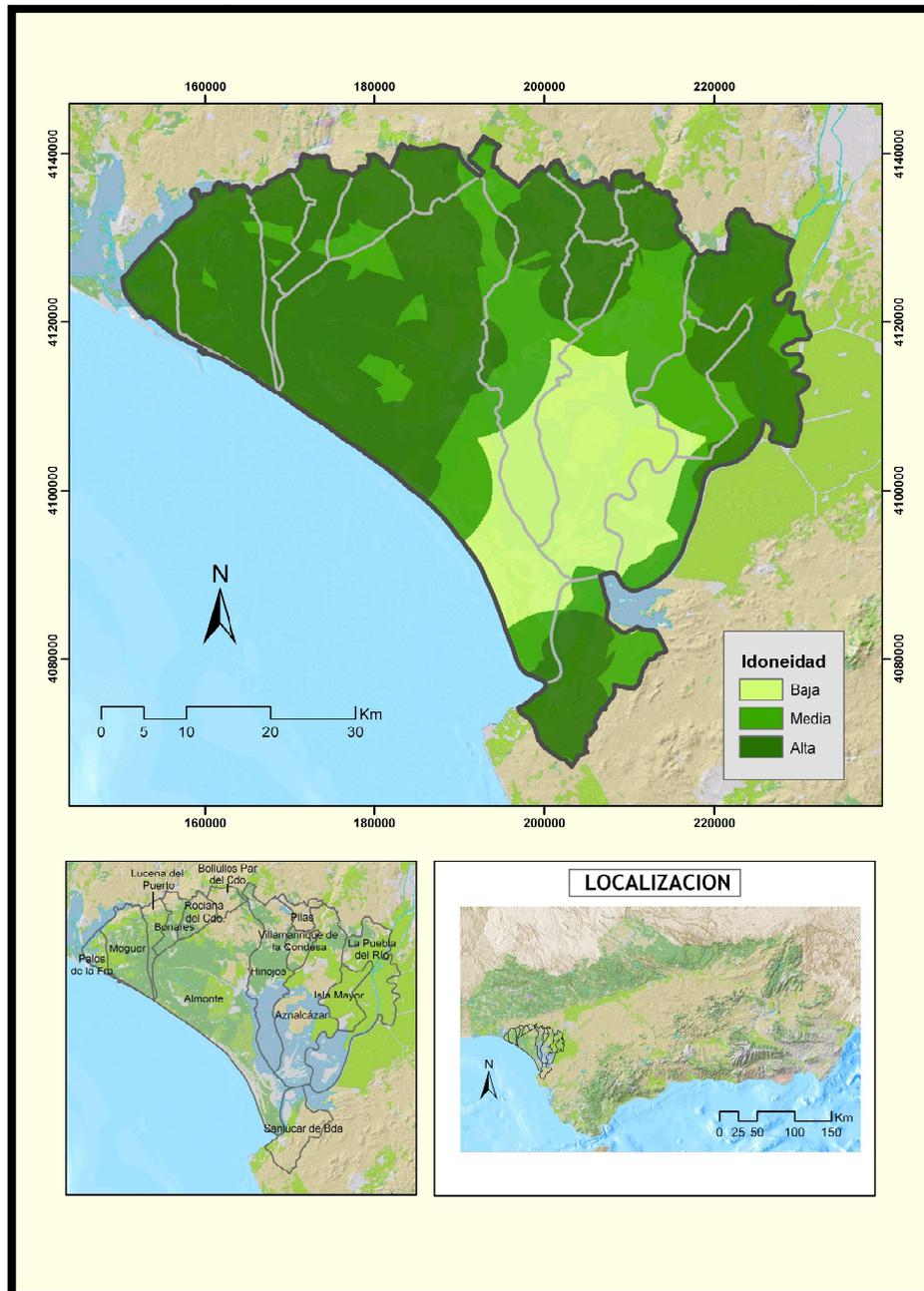
Atendiendo a la distribución espacial de los valores, se muestran las zonas con más alto nivel de idoneidad concentradas en los límites exteriores de la comarca, cercanas a dichas zonas de infraestructuras de transporte y núcleos de población. En relación a los valores más bajos, éstos se concentran entorno al Parque Nacional de Doñana, debido a que esta figura de protección ha impedido desarrollar grandes obras de infraestructuras de transporte y eléctricas, así como a la escasa concentración de los núcleos de población.

---

<sup>6</sup> Elegidos mediante el método *Natural Breaks*. La elección de un número mayor de niveles, no muestran diferencias representativas entre los territorios aptos.



Mapa 3.20. Índice de Eficiencia.



Fuente: Elaboración propia a partir del *Mapa Topográfico de Andalucía 1:100.000*.



### III.3.3. INSOLACIÓN

Entre los parámetros más importantes para la localización de parques solares destaca la insolación. En este sentido, la intervención de factores del clima como la latitud subtropical en la que se encuentra la región andaluza y la abundancia de situaciones anticiclónicas sobre la región, determina la existencia en Andalucía de una insolación muy elevada.

En el caso de la comarca de Doñana, se ha analizado el recurso solar a partir de un modelo de insolación potencial<sup>7</sup> que ha sido cedido para este trabajo de investigación por el Grupo de Climatología del Departamento de Geografía Física y Análisis Geográfico Regional de la Universidad de Sevilla.

Para elaborar este modelo de insolación potencial se utiliza el módulo *Radiation Solar* del software Arc-View, y un modelo de elevaciones de Andalucía de 200 m. El modelo (Mapa 3.21) tiene en cuenta el ocultamiento debido a la pendiente y a la orientación de la superficie (el vector normal a la superficie forma un ángulo superior a los 90° con el vector solar) y el ocultamiento provocado por el relieve circundante, mostrando la insolación acumulada en cada píxel durante todo el año.

Según este modelo toda la Depresión del Guadalquivir y los Pedroches junto con grandes espacios del surco intrabético, algunos enclaves de la costa almeriense y los espacios costeros del litoral atlántico, presentan los mayores valores de insolación potencial y superan las 4.000 horas de sol al año (sin tener en cuenta la nubosidad). Es decir, los mayores valores se concentran en zonas llanas con ausencia de obstáculos topográficos. Estos altos valores de insolación, asociados al elevado ángulo de incidencia de los rayos solares en estas latitudes tan bajas, determinan también valores elevados de recepción de radiación solar, que superan los 5 Kw/h/m<sup>2</sup>. El resto de la región queda comprendido entre las 3.000 y 4.000 horas de

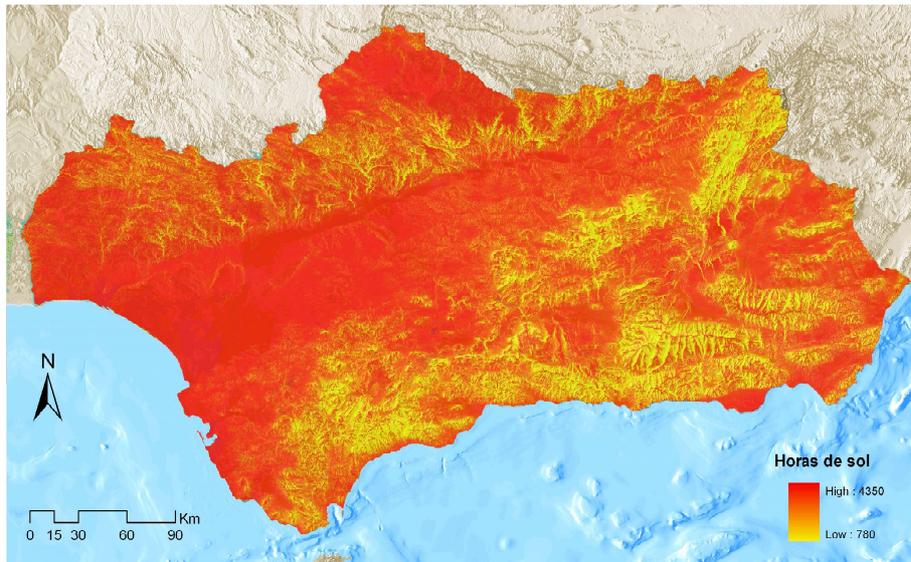
---

<sup>7</sup> Definida ésta como el tiempo máximo que dicho lugar puede estar expuesta a la radiación solar sin tener en cuenta la nubosidad.



sol, escapando a esta norma sólo los lugares más elevados de los espacios serranos, en los cuales, la insolación se reduce por debajo de 3000 horas anuales.

**Mapa 3.21. Modelo de insolación potencial de Andalucía.**



Fuente: Grupo de Climatología del Dpto. de Geografía Física y A.G.R. Universidad de Sevilla

### III.3.4. RECURSO EÓLICO

En relación al recurso eólico, entre los parámetros más interesantes para su aprovechamiento energético destaca la velocidad del viento, puesto que éste debe poseer una velocidad mínima para hacer girar las palas de los aerogeradores. Así, el Centro Nacional de Energías Renovables (en adelante CENER), publicó en 2005 un documento titulado *Evaluación del Recurso Eólico* (Cantero, 2005), donde se recoge el procedimiento necesario para determinar el potencial eólico disponible de un emplazamiento concreto, destacando la necesidad de llevar a cabo campañas de medidas de al menos un año para la determinación de velocidad, intensidad, dirección del viento, presión atmosférica etc. A pesar de ser un recurso con amplias



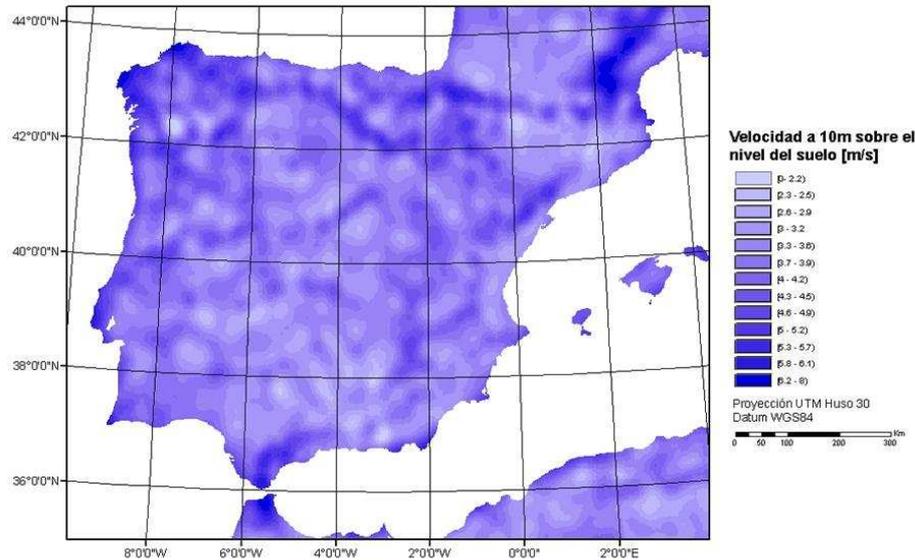
variaciones locales se ha realizado para este trabajo de investigación un análisis general del recurso eólico en la comarca de Doñana.

La Figura 3.4 ha sido construida a partir de un modelo de estimación de velocidad del viento (Modelo SKYRON) y muestra las zonas con mejores condiciones de recurso para el aprovechamiento de la energía eólica. Ha sido elaborada por el CENER y sus resultados han sido validados para 2006 a través de la comparación de los datos resultantes con los de 50 estaciones meteorológicas repartidas por toda la geografía española. Dicho modelo ha sido construido a partir de series horarias de 10 años, que recogen los datos de velocidad del viento y dirección a una altura de 10 m sobre la superficie terrestre.

La inexistencia en Andalucía de un mapa de potencialidad eólica ha condicionado la utilización del mapa perteneciente al Centro Nacional de Energías Renovables (CENER), el cuál ha sido georreferenciado, digitalizado y reclasificado para el territorio andaluz. El resultado se observa en el Mapa 3.22. En él se aprecia como el viento adopta un comportamiento variable a lo largo de la región, al ser muy dependiente de la topografía local. Cabe destacar sin embargo, la importancia de los vientos en el Suroeste de la región, en las inmediaciones del estrecho de Gibraltar, y en los enclaves montañosos más elevados de las cadenas Béticas, donde se presentan los mayores valores de velocidad, debido a la disminución de la densidad del aire que se produce con la altura que conlleva una intensificación de la velocidad. También se observan mayores valores de velocidad del viento en las zonas costeras debido a que su condición de frontera entre la superficie terrestre y la marina, que las convierte en lugares de intenso gradiente barométrico, impulsando el viento a gran velocidad. Por último, en el estrecho de Gibraltar a esta condición costera se une la de angosto pasillo en el contacto entre dos continentes diferentes. El estrechamiento fuerza la canalización del aire e intensifica su velocidad, y ello es lo que explica que sea precisamente en este ámbito en el que se registran los vientos más fuertes.

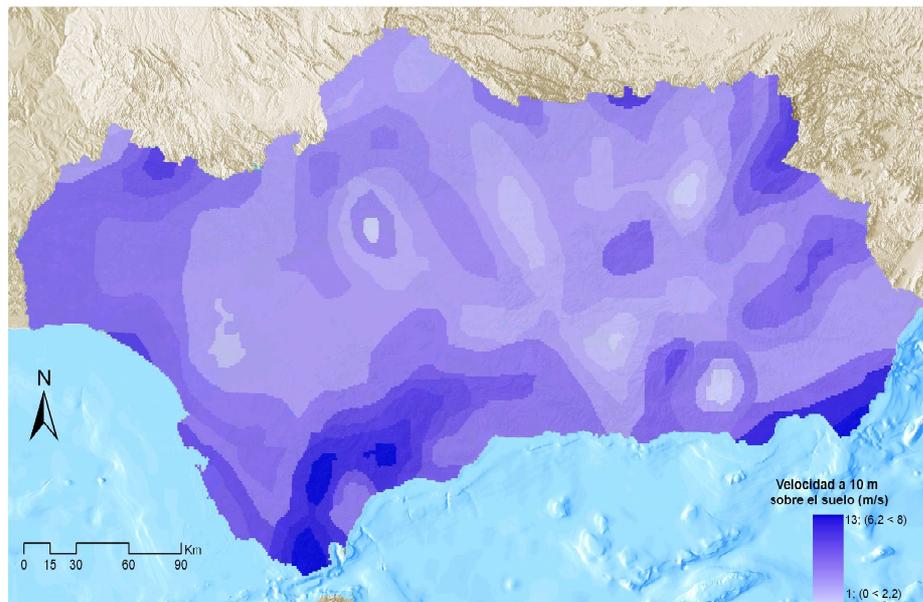


Figura 3.4. Velocidades medias anuales a partir del modelo SKYRON (2006).



Fuente: *Centro Nacional de Energías Renovables*

Mapa 3.22. Velocidad media anual (m/s) del viento en Andalucía calculado a partir del modelo SKYRON (2006).



Fuente: *Elaboración propia a partir del Centro Nacional de Energías Renovables.*



## IV. RESULTADOS





## IV. RESULTADOS.

### IV.I. APTITUD DEL TERRITORIO PARA LA IMPLANTACION DE ENERGIAS RENOVABLES (EOLICA Y SOLAR) EN LA COMARCA DE DOÑANA

El mapa de aptitud del territorio de la comarca de Doñana para la implantación eólica y solar se ha construido a partir de la multiplicación de los mapas resultantes de los diversos criterios de aptitud que catalogaba las zonas aptas con valor 1 y las no aptas con valor 0. El resultado es el Mapa 4.1 donde, atendiendo a la distribución espacial de las zonas no aptas, de los 2.910 Km<sup>2</sup> que conforman la comarca de Doñana, casi un 60% (en torno a 1.744 km<sup>2</sup>), se considera no apto para la implantación eólica y solar. Estas zonas se corresponden en su mayoría con los espacios que se caracterizan por su gran valor ambiental y que en la actualidad se encuentran bajo alguna figura de protección, así como por la ausencia de líneas eléctricas (el 38 y 21,1 % del territorio calificado como no apto se debe a estos criterios), -ver tabla 4.1.-, así como por la presencia de ríos y zonas inundables.

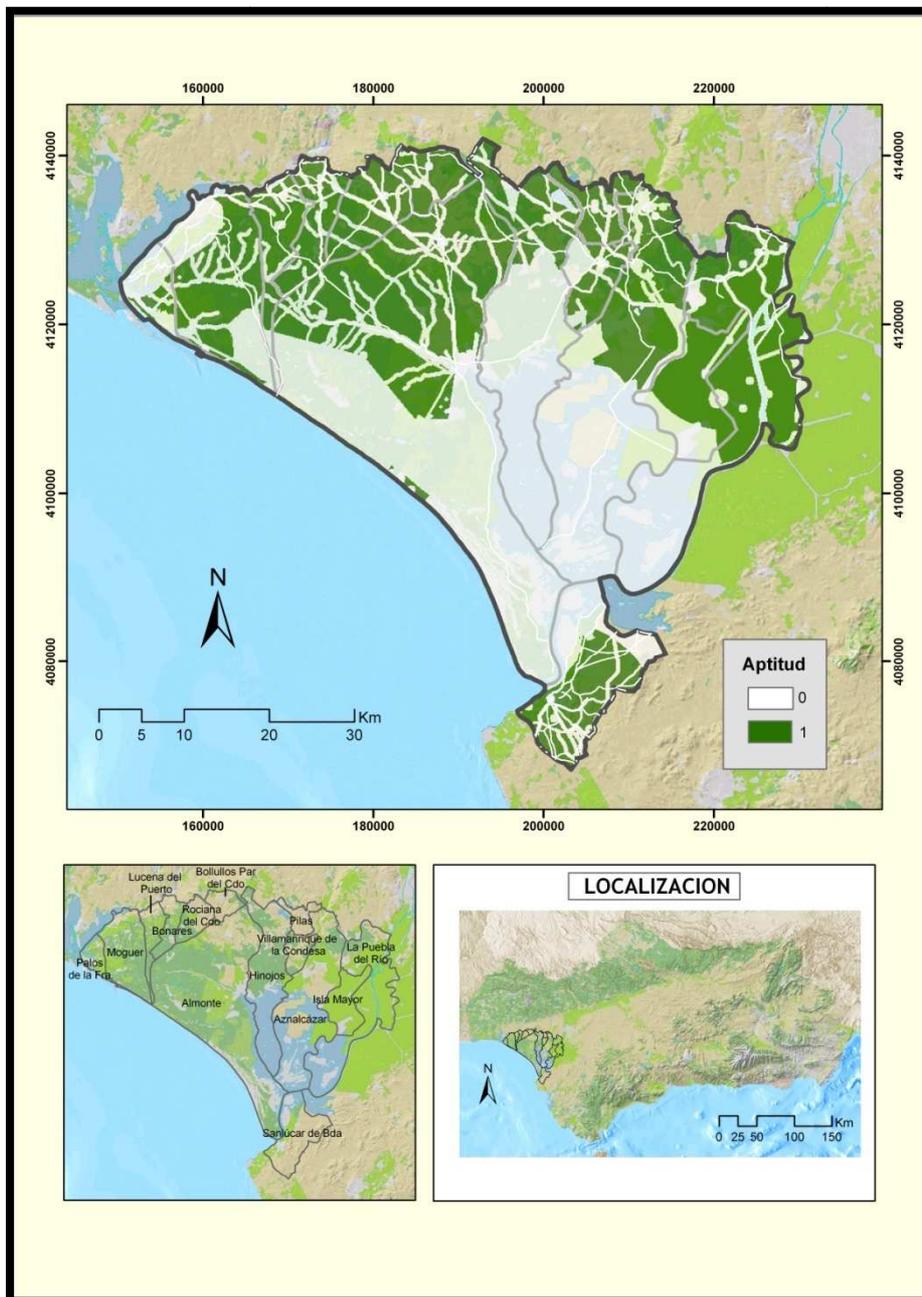
**Tabla 4.1. Superficie no apta para la implantación de parques eólicos y solares en la comarca de Doñana según los criterios elegidos.**

Criterios	Superficie no apta (Km <sup>2</sup> )	% no apto sobre el total del territorio
Presencia espacios naturales protegidos	1107	38
Distancia < 500 m de los núcleos de población	41,7	1,43
Presencia de vías pecuarias	76	2,67
Distancia < 1.000 m de los elementos , conjunto históricos y zonas arqueológicas	79,21	2,7
Distancia > 10.000 m de la red eléctrica	617,6	21,2
Distancia a red viaria < 200 m	52	1,79
Distancia a ríos y ramblas < 200 m	382	13,12
Distancia < 200 m de láminas de agua y zonas inundables	700,44	25,6
Distancia a red viaria < 100 m	114,6	4

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 4.1. Aptitud del territorio de la comarca de Doñana para la implantación de parques eólicos y solares.



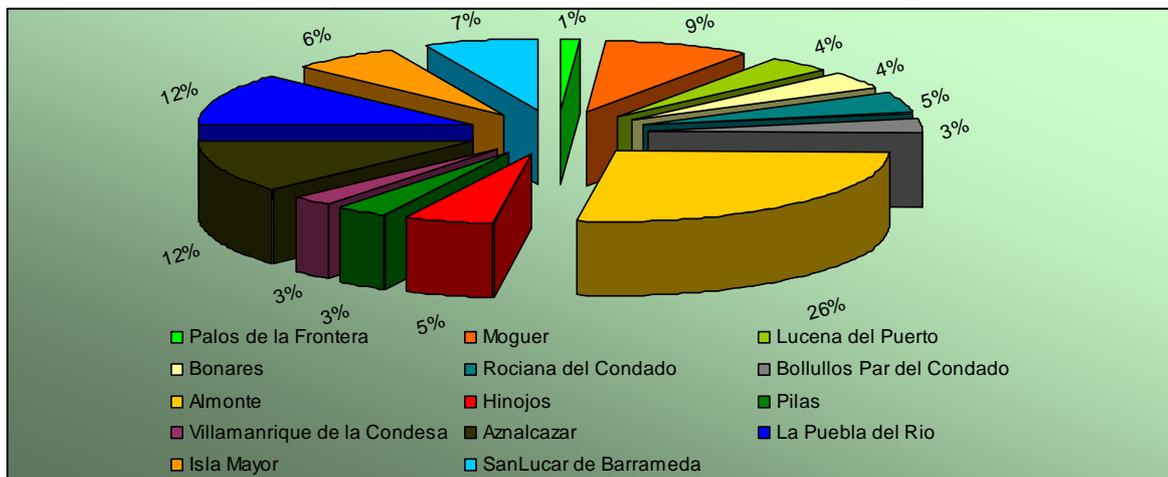
Fuente: Elaboración propia a partir del Mapa Topográfico de Andalucía 1:100.000.

Atendiendo a la distribución espacial de las zonas aptas (1.166 Km<sup>2</sup>), por municipios, puede observarse en figura 4.1, como el municipio de Almonte, aporta la máxima superficie catalogada como apta de la comarca, el 26% del total seguido



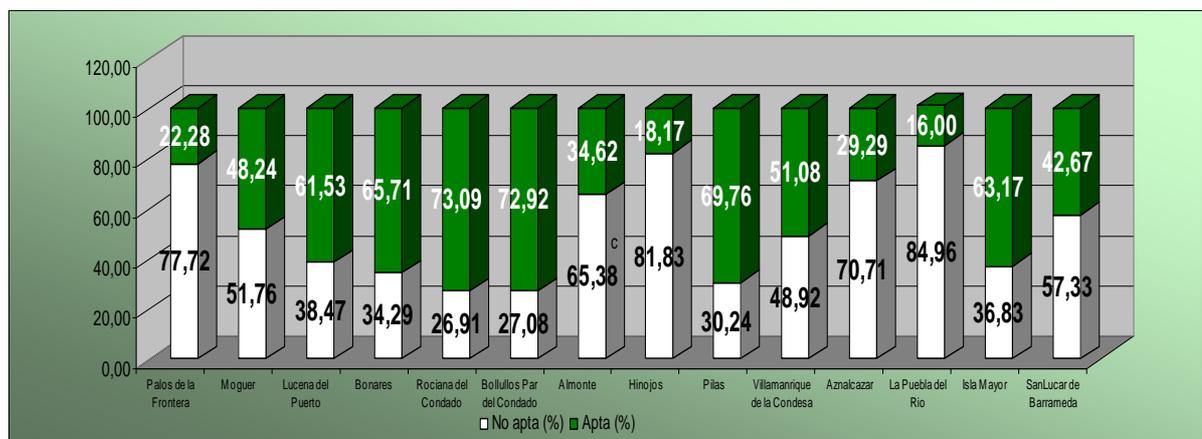
de Aznalcázar y Puebla del Río. Por el contrario, los municipios de Palos de la Frontera, Villamanrique de la Condesa o Pilas, con un 1, 3 y 3 % respectivamente, son los que aportan la mínima superficie catalogada como apta para la implantación eólica y solar, a pesar de que los dos últimos poseen más de la mitad de su superficie catalogada como apta, siendo Pilas junto a Rociana del Condado y Bollullos Par del Condado, los municipios que poseen mayor superficie de su término municipal catalogado como apto para la implantación eólica y solar en base a los criterios establecidos (ver figura 4.2.).

**Figura 4.1. Distribución por municipios de la superficie catalogada como apta para la implantación eólica y solar.**



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 4.2. Distribución de la superficie municipal apta/no apta para la implantación eólica y solar.**



Fuente: Elaboración propia.



#### IV.II. IDONEIDAD DEL TERRITORIO DEL TERRITORIO PARA LA IMPLANTACION DE ENERGIAS RENOVABLES (EOLICA Y SOLAR) EN LA COMARCA DE DOÑANA

El Mapa 4.2. muestra los distintos niveles de idoneidad del territorio apto para la implantación de parques eólicos y solares calculado a partir de la multiplicación de los Índices de Protección Patrimonial y de Eficiencia y del territorio catalogado como apto.

Se entenderán como emplazamientos más idóneos para la implantación eólica y solar, aquéllos que supondrían un aprovechamiento máximo de las infraestructuras, evitarían las pérdidas por transporte y supondrían menores impactos en el patrimonio. Al igual que en el índice patrimonial y de eficiencia, la imagen resultante se ha reclasificado obteniendo tres<sup>8</sup> niveles de idoneidad: baja, media o alta. Las zonas catalogadas con un nivel de idoneidad alta se corresponden con el 39,7 % (463 Km<sup>2</sup>) del territorio apto, mientras que las zonas de idoneidad media y baja constituyen el 54,1 % y el 6,2 % (en torno a los 630 Km<sup>2</sup> y 73 Km<sup>2</sup>) respectivamente.

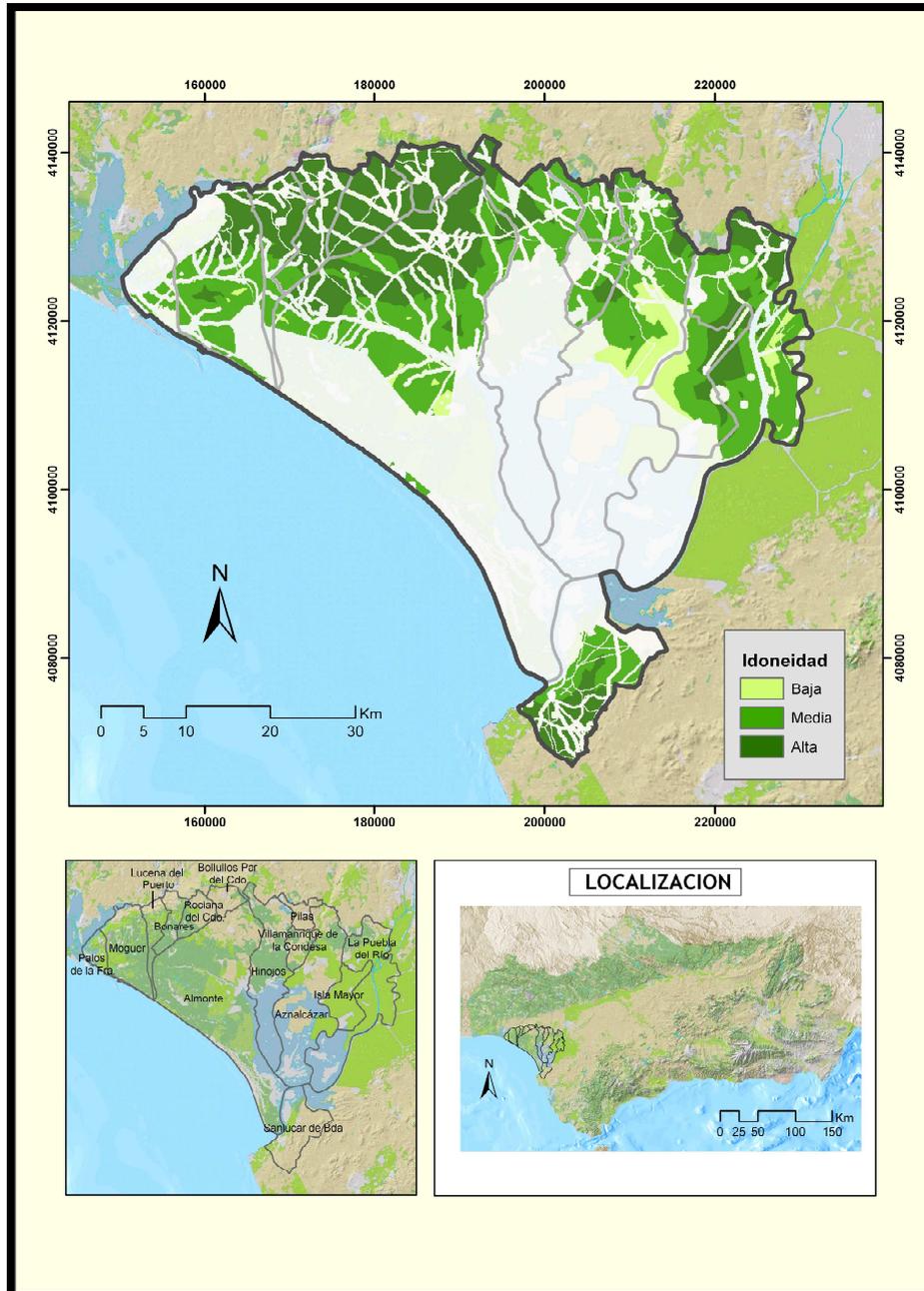
La distribución espacial de los valores, muestra las zonas con más alto nivel de idoneidad concentradas a largo de todo el territorio apto, en torno a las grandes infraestructuras de transporte tanto eléctrica como viaria. Estas se distribuyen a lo largo del eje Sevilla- Huelva, donde se localiza la mayor densidad de núcleos de población. Por su parte la mayor concentración de los valores más bajos se localiza en torno a las áreas limítrofes con espacios naturales protegidos y algunas zonas de marismas, por presentar éstas menores ratios de infraestructura eléctrica/viaria.

---

<sup>8</sup> Elegidos mediante el método *Natural Breaks*. La elección de un número mayor de niveles, no muestran diferencias representativas entre los territorios aptos.



Mapa 4.2. Niveles de idoneidad del territorio de la comarca de Doñana para la implantación de parques eólicos y solares.



Fuente: Elaboración propia a partir del *Mapa Topográfico de Andalucía 1:100.000*.



### IV.III. POTENCIALIDAD DEL TERRITORIO DE LA COMARCA DE DOÑANA PARA LA IMPLANTACIÓN EÓLICA Y SOLAR

Los índices de potencialidad territorial para la implantación de parques eólicos y solares en la comarca de Doñana representan los emplazamientos objeto de estudio, donde la instalación de dichas infraestructuras obtendría mayor grado de eficiencia en relación al aprovechamiento de los activos territoriales existentes, incluyendo el recurso eólico o solar, así como la generación de menores afecciones sobre los hitos patrimoniales presentes en el territorio.

Ello no implica que las zonas catalogadas con un alto valor de potencialidad territorial para la implantación eólica y solar no deban ser analizadas en detalle durante el procedimiento, ni que se las exima del cumplimiento del trámite de evaluación de impacto ambiental, o bien que las zonas catalogadas como no aptas puedan ser ampliadas o restringidas según una revisión posterior. Las zonas catalogadas con altos niveles de potencialidad territorial muestran los emplazamientos con condiciones óptimas para acoger dichos parques, lo cuál iría en línea con la consecución de los objetivos de eficiencia energética marcados desde la UE, implicando un mayor aprovechamiento de las infraestructuras existentes y por tanto, un menor coste económico y ambiental en la implantación de estas.

#### IV.III.1. POTENCIALIDAD TERRITORIAL PARA LA IMPLANTACIÓN DE PARQUES SOLARES

Las zonas que presentan un alto valor de potencialidad territorial para la implantación solar se corresponden con el 13% del territorio catalogado como apto (en torno a 151 Km<sup>2</sup>), mientras que las zonas aptas con menor potencialidad territorial ocupan una superficie de 563 y 452 Km<sup>2</sup> suponiendo en torno al 48% y 39 % del territorio apto respectivamente.



En relación a la distribución espacial, el Mapa 4.3 muestra como los mayores valores de concentración de los emplazamientos catalogados con potencialidad territorial alta o media se distribuyen formando un triángulo cuyos vértices son la zona noreste de Moguer, Sanlúcar de Barrameda y la Puebla del Río, coincidiendo con zonas ampliamente transformadas por la presencia de importantes vías de comunicación, los cultivos bajo plástico de Sanlúcar de Barrameda y el tejido urbano, agrícola e industrial de los municipios de la provincia de Sevilla.

En estas zonas podría plantearse una concentración de dichas infraestructuras, con carácter netamente industrial, lo cuál supondría acercar la oferta a la demanda y por tanto, una mayor eficiencia en el aprovechamiento del recurso. Por otro lado, éste constituye un espacio muy humanizado, alejado de los espacios de alto valor patrimonial y natural de la comarca, donde el impacto ambiental y paisajístico de las infraestructuras solares se vería amortiguado por la presencia previa de una densa red de infraestructuras y áreas industriales y urbanos que reducen la naturalidad del territorio<sup>9</sup>.

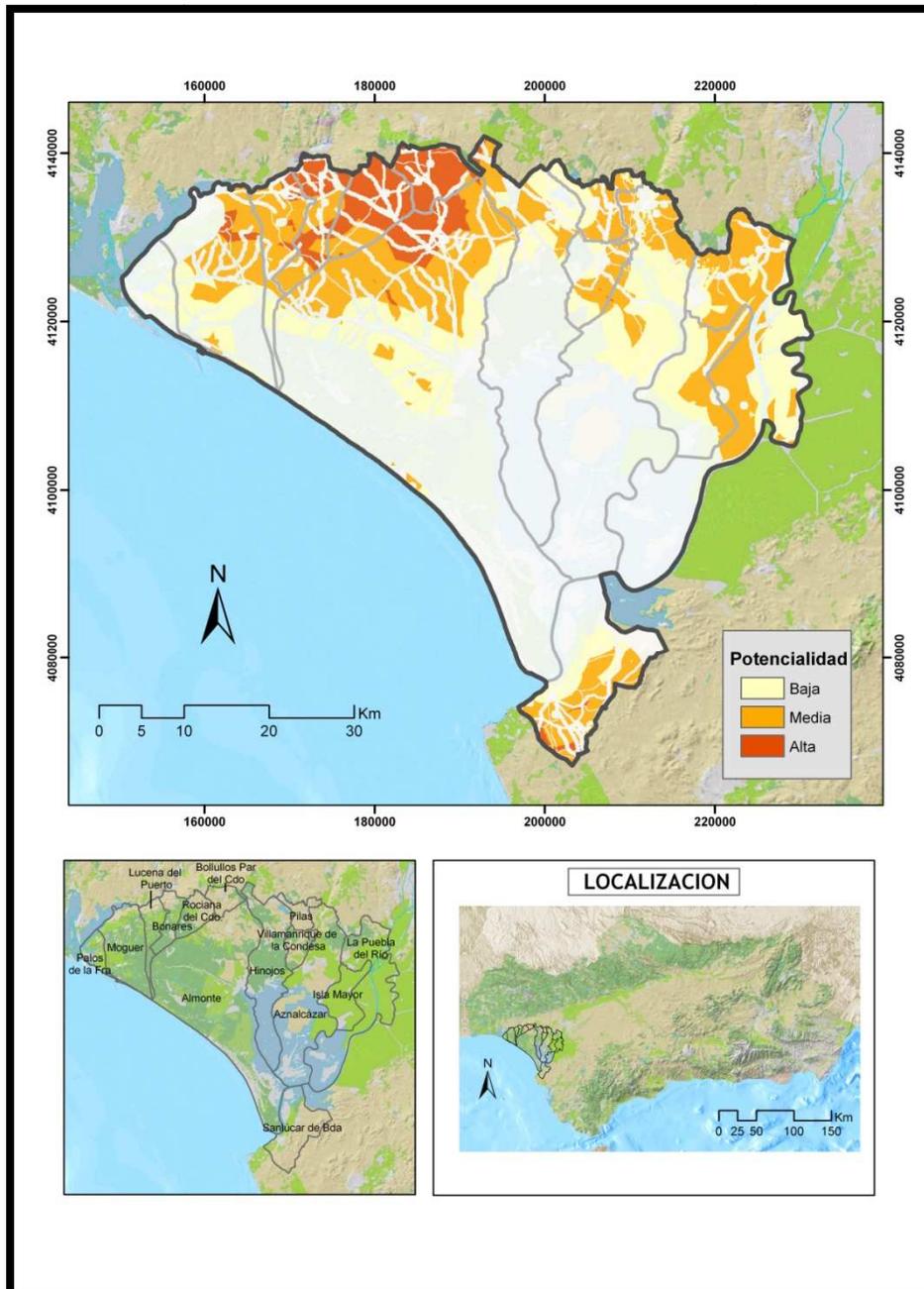
Para el resto de los emplazamientos, el planteamiento respondería a la ubicación de plantas de baja potencia, más dispersos sobre el territorio y con menores impactos sobre él.

---

<sup>9</sup> La concentración de la generación de la energía solar en esas zonas, llevaría a cierta especialización productiva de éstas, ocasionando importantes impactos, que deberán ser evitados en los ámbitos más rurales y con gran valor patrimonial.



Mapa 4.3. Potencialidad territorial de la comarca de Doñana para la implantación de parques solares.

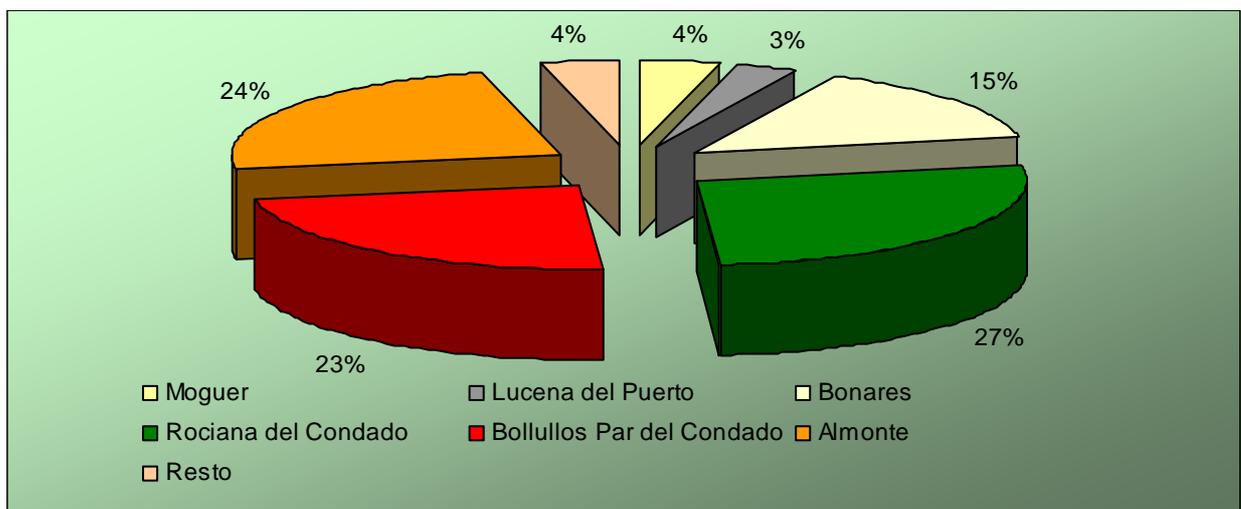


Fuente: Elaboración propia a partir del *Mapa Topográfico de Andalucía 1:100.000*.



Atendiendo a la distribución municipal de las zonas con potencialidad territorial alta para la implantación de parques solares (Figura 4.3.), en la figura siguiente se observa como Bollullos Par del Condado, junto con Rociana del Condado, Moguer y Almonte aglutinan el 89% de la superficie catalogada con potencialidad territorial alta para la implantación de parques solares.

**Figura 4.3. Potencialidad territorial alta para la implantación de parques solares por municipios.**

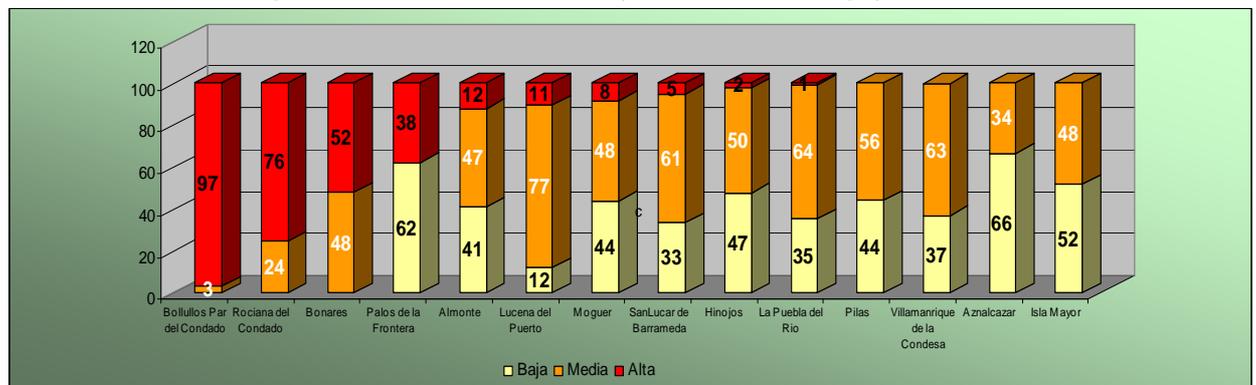


Fuente: Elaboración propia.

Bollullos par del Condado y Rociana del Condado, son los municipios que presentan mayor superficie de su territorio con valores muy altos de potencialidad territorial para la implantación de parques solares, con más del 75% (Figura 4.4.), seguido de Bonares, que cuenta con un 52% de territorio apto catalogado con alto valor de potencialidad para la implantación de parques solares. Atendiendo a los municipios que presentan mayor porcentaje de superficie apta catalogada con baja potencialidad territorial para la implantación de parques solares destaca Aznalcazar y Palos de la Frontera que superan el 50% de su territorio.



Figura 4.4. Distribución de la superficie municipal de territorio apto según nivel de potencialidad territorial (alta, media o baja).



Fuente: Elaboración propia.

#### IV.III.2. POTENCIALIDAD TERRITORIAL PARA LA IMPLANTACIÓN DE PARQUES EÓLICOS

A partir de la multiplicación del Índice de Idoneidad y el mapa de potencialidad eólica se han originado los valores de potencialidad territorial, que posteriormente se han reclasificado, al igual que para el resto de los índices en tres intervalos de potencialidad: baja, media o alta.

Las zonas que presentan un alto valor de potencialidad territorial se corresponden con un 31 % del territorio catalogado como apto (en torno a 360 Km<sup>2</sup>), mientras que las zonas aptas de idoneidad media con un 35 % (406 Km<sup>2</sup>) y baja con un 34 % (400 Km<sup>2</sup>).

Atendiendo a la distribución espacial de los valores de potencialidad (Mapa 4.4), se observa como los emplazamientos con mayor potencialidad territorial para el aprovechamiento eólico se concentran al noroeste y sureste del ámbito de estudio, incorporando parte del territorio de los municipios de Palos de la Frontera, Moguer, Almonte, Lucena del Puerto, Bollullos Par del Condado y Sanlúcar de Barrameda. Es en estos emplazamientos, en los de mayor superficie, previo trámite de evaluación de impacto ambiental, donde se plantea la concentración de parques eólicos de mayor



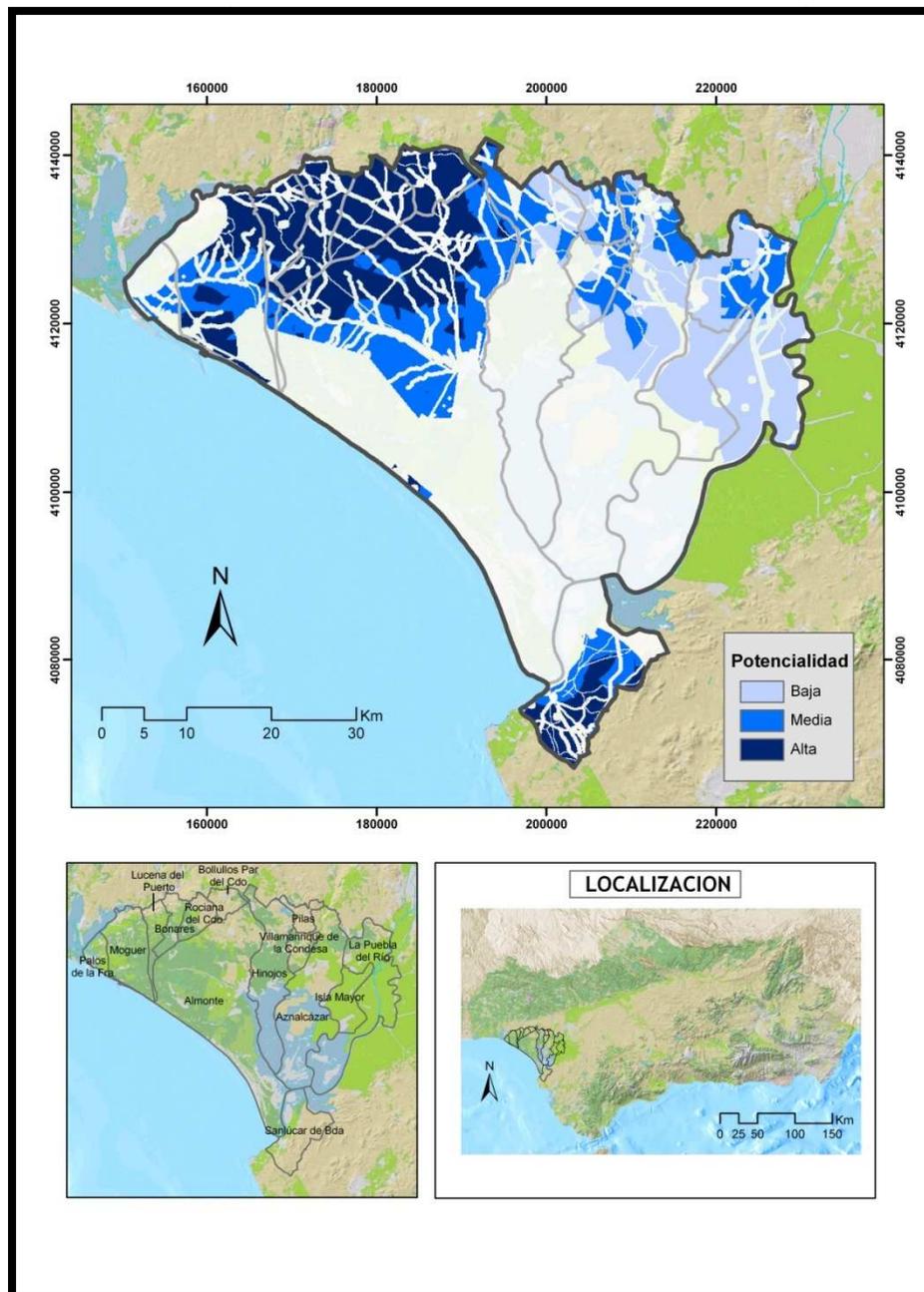
potencia con carácter netamente industrial, obteniendo una mayor eficiencia en el aprovechamiento del recurso. Para el resto de los emplazamientos, el planteamiento respondería a la ubicación de plantas de baja potencia, más dispersos sobre el territorio y con menores impactos sobre él.

Atendiendo a la distribución municipal de las zonas con potencialidad territorial alta para la implantación de parques eólicos (Figura 4.5), se observa como Almonte, junto con Rociana del Condado, Moguer, Bonares y Sanlúcar de Barrameda aglutinan el 80% de la superficie catalogada con potencialidad territorial alta para la implantación de parques solares, siendo Bonares el que más superficie aporta, un 32 %.

La Figura 4.6 muestra como 6 municipios presentan valores muy altos de potencialidad territorial para la implantación de parques eólicos, destacando Bonares y Rociana del Condado, que presentan el 100% de su territorio apto catalogado con alta potencialidad territorial, mientras que, entre los valores más bajos, destacan Pilas, con un 99%, junto con la Puebla del Rio y Aznalcázar, que superan el 70% de su territorio.



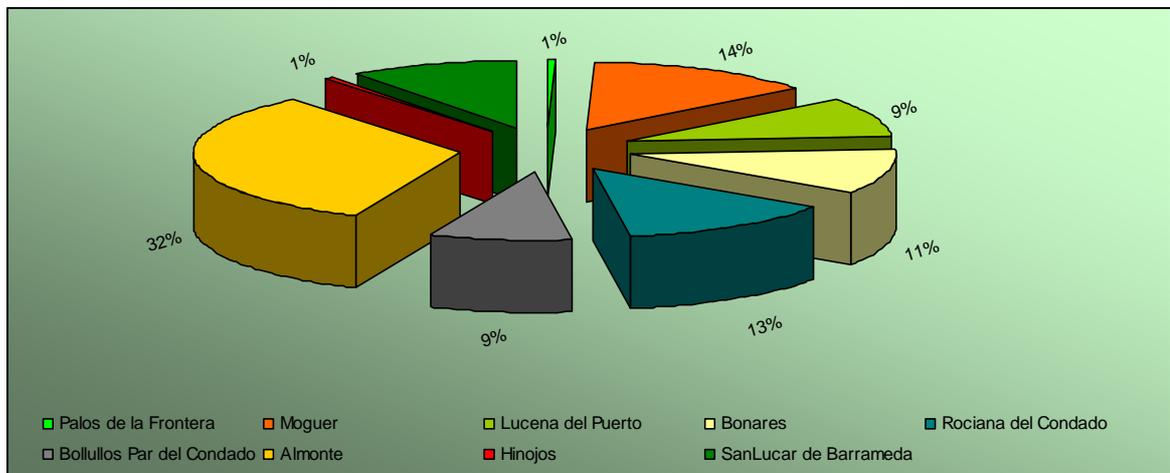
Mapa 4.4. Potencialidad territorial de la comarca de Doñana para la implantación de parques eólicos.



Fuente: Elaboración propia.

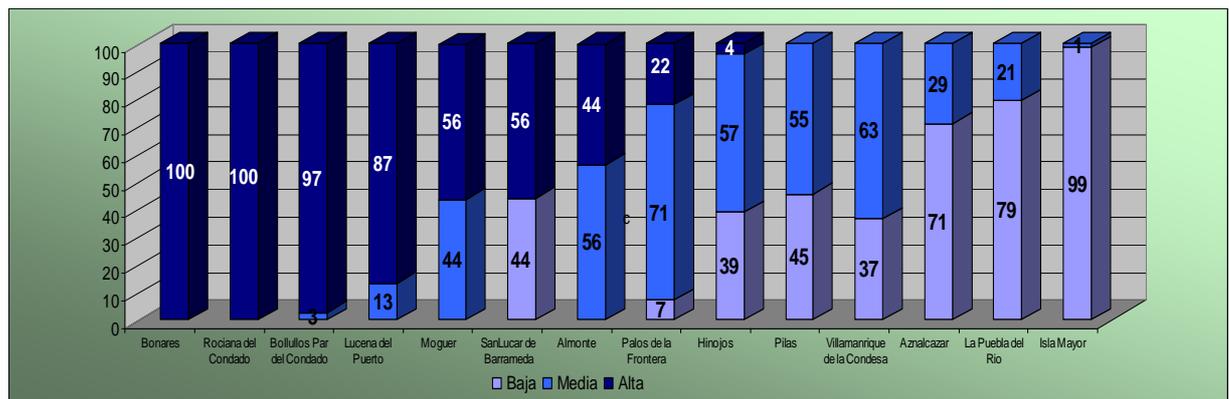


Figura 4.5. Potencialidad territorial alta para la implantación de parques eólicos por municipios.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4.6. Distribución de la superficie municipal de territorio apto según nivel de potencialidad territorial (alta, media o baja).



Fuente: Elaboración propia.



## V. CONCLUSIONES





A la vista de lo expuesto en los apartados precedentes se puede concluir lo siguiente:

1. En relación al **contexto general**:

La escasez de energías convencionales y la concentración de las existentes en países no exentos de cierta tensión política hacen necesario un cambio hacia un nuevo modelo energético más eficiente y diversificado, que garantice la disponibilidad energética en cantidad y calidad suficientes. Ello, unido a los efectos del cambio climático y el incremento de la población esperado para países como China, India y Japón dirigen el cambio hacia un modelo basado en el ahorro, la eficiencia y las energías renovables.

Dichas energías renovables reciben, en la actualidad, el apoyo de todas las “partes” que conforman el desarrollo territorial (social, económica y ambiental), lo cual ha derivado en que no sólo los países dependientes energéticamente desarrollen estrategias para la explotación de las energías renovables, sino que otros como Arabia Saudí, Brasil o Rusia, exportadores en la actualidad de recursos energéticos convencionales, hayan comenzado a desarrollar dichas estrategias.

En este sentido la Unión Europea está desplegando estrategias dirigidas al cambio de modelo energético mediante el establecimiento de una política energética común basada en el fomento de las energías renovables, el ahorro y eficiencia y la liberalización de los mercados. Si bien las intenciones son positivas, pues posee los objetivos energéticos más ambiciosos a nivel global, son también numerosos los retos a superar.

Para el caso de España, Andalucía y más concretamente de la comarca de Doñana, la situación es similar. Con una dependencia e intensidad energética superiores a la media de los Estados miembros y un incremento de las emisiones de GEI que supera con creces los objetivos de disminución de emisiones propuestos desde Kyoto, plantean también estrategias para fomentar el cambio de modelo energético. De



éstas, las primas a las renovables se presentan como una de las maniobras más poderosas que ha permitido un incremento de dichas energías en los últimos años.

La liberalización del sector, y más en concreto de las actividades de generación de energía (Ley 54/97 del Sector Eléctrico) se presenta también como uno de los principales puntos fuertes para el fomento de las energías renovables pero aún así son muchos los retos a superar. En primer lugar los objetivos propuestos plantean la necesidad de existencia de unas directrices sectoriales de ordenación del territorio en materia energética para cada comunidad autónoma que establezca una zonificación del territorio que permita un aprovechamiento eficiente y sostenible del recurso.

En este sentido, la comarca de Doñana caracterizada por un amplio valor ecológico y por poseer una amplia experiencia en materia de planificación (I Plan de Desarrollo Sostenible (PDS), *Plan de Ordenación del Territorio de Doñana...*) está ultimando la en la actualidad la elaboración de su *II Plan de Desarrollo Sostenible de Doñana*, en el que se reconoce el papel fundamental que pueden jugar las energías renovables en este territorio, si bien ninguno de los documentos mencionados establecen criterios de zonificación para estas.

Esta amplia experiencia en materia de planificación se basa en un alto grado de conocimiento del territorio, lo cual, ha proporcionado la información necesaria para la elaboración del modelo de localización de la energía eólica y solar.

## 2. En relación a la **construcción del modelo de potencialidad para la implantación eólica y solar en la comarca de Doñana:**

El análisis de las experiencias previas, junto con la disponibilidad de información, ha resultado ampliamente enriquecedor y fundamental para la elección de las variables y criterios a integrar en la elaboración del modelo de aptitud, idoneidad y potencialidad realizado en esta investigación.



Se ha trabajado con variables que representan criterios de índole ambiental, económico y social, elegidas en base a la consecución de un máximo aprovechamiento del recurso, generando los mínimos impactos. Para ello, se ha considerado al territorio como una componente esencial a valorar para la implantación de parques eólicos y solares, resultando necesaria su planificación, ordenación y gestión, si se pretende llevar a cabo un desarrollo sostenible de dichas energías en la comarca de Doñana.

En este sentido, se ha generado un modelo que, a partir de un análisis global del territorio, determina la aptitud y potencialidad de éste para la implantación eólica y solar y que determina los emplazamientos más adecuados para su instalación. El modelo implica una visión en la que el territorio no actúa como factor limitante, tal y como se plantea en los estudios de impacto ambiental requeridos para la implantación de estas instalaciones, sino como factor de desarrollo basado en hacer un uso eficiente de éste, esto es, evitando los máximos impactos y aprovechando los recursos existentes. Ello no implica que las zonas catalogadas como aptas, idóneas o con potencialidad alta queden eximidas del procedimiento de estudio de impacto ambiental.

Los sistemas de información geográfica (SIG) se convierten en una herramienta esencial en el desarrollo de la metodología de trabajo empleada en este trabajo ya que permiten el tratamiento integrado de grandes volúmenes de datos y posibilitan la identificación de los ámbitos más adecuados para la localización de este tipo de instalaciones. La aplicación desarrollada resulta válida para cualquier territorio y escala y, si bien es modesta en su alcance, genera muchas expectativas de continuidad.

### 3. En relación a los **resultados** alcanzados:

Casi un 60% del territorio de la comarca de Doñana (en torno a 1.744 km<sup>2</sup>), se considera no apto para la implantación eólica y solar. Estas zonas se corresponden en su mayoría con los espacios que se caracterizan por su gran valor ambiental y que en la actualidad se encuentran bajo alguna figura de protección, así como por la



ausencia de líneas eléctricas (el 38 y 21,1 % del territorio calificado como no apto se debe a estos criterios), entre otros criterios (Tabla 4.1 y Mapa 4.1, pp. 88-89). Pilas junto a Rociana del Condado y Bollullos Par del Condado, son los municipios de la comarca de Doñana que poseen mayor superficie de su término municipal catalogado como apto para la implantación eólica y solar, en base a los criterios establecidos (Figura 4.2, pp. 90).

Aplicando criterios específicos de eficiencia energética y de protección del patrimonio ambiental y cultural, se señalan las zonas aptas mas idóneas para la implantación eólica y solar en la comarca de Doñana, que se corresponden con el 39,7 % (463 Km<sup>2</sup>) del territorio apto. Las zonas de idoneidad media y baja constituyen el 54,1 % y el 6,2 % (en torno a los 630 Km<sup>2</sup> y 73 Km<sup>2</sup>) respectivamente.

La distribución espacial de los valores, muestra las zonas con más alto nivel de idoneidad en torno a las grandes infraestructuras de transporte tanto eléctrica como viaria. Estas se distribuyen a lo largo del eje Sevilla-Huelva, donde se localiza la mayor densidad de núcleos de población. Por su parte la mayor concentración de los valores más bajos se localiza en torno a las áreas limítrofes con espacios naturales protegidos y algunas zonas de marismas, por presentar éstas menores ratios de infraestructura eléctrica/viaria (Mapa 4.2, pp. 91).

El estudio y la introducción en el modelo realizado de los recursos eólico (viento) y solar (insolación) como criterios supone analizar la potencialidad del territorio de la comarca de Doñana para el desarrollo de las energías renovables (solar y eólica). Las zonas catalogadas con altos niveles de potencialidad territorial muestran los emplazamientos con condiciones óptimas para acoger dichos parques, lo cuál iría en línea con la consecución de los objetivos de eficiencia energética marcados desde la UE, que implican un mayor aprovechamiento de las infraestructuras existentes y, por tanto, un menor coste económico, ambiental, así como social en la implantación de éstas.



#### 4. En relación a los parques solares:

- El 13% del territorio catalogado como apto (en torno a 151 Km<sup>2</sup>), se caracteriza por presentar una mayor potencialidad para la implantación solar, mientras que las zonas aptas con menor potencialidad territorial ocupan una superficie de 563 y 452 Km<sup>2</sup>, suponiendo en torno al 48% y 39 % del territorio apto respectivamente.
- Los mayores valores de concentración de los emplazamientos catalogados con potencialidad territorial alta o media se distribuyen formando un triángulo cuyos vértices son la zona noreste de Moguer, Sanlúcar de Barrameda y la Puebla del Río, coincidiendo con zonas ampliamente transformadas por la presencia de importantes vías de comunicación, los cultivos bajo plástico de Sanlúcar de Barrameda y el tejido urbano, agrícola e industrial de los municipios de la provincia de Sevilla (Mapa 4.3, pp. 94).
- Bollullos Par del Condado y Rociana del Condado, son los municipios que presentan mayor superficie de territorio apto con altos valores de potencialidad territorial para la implantación de parques solares (con más del 75%), seguido del municipio de Bonares que cuenta con un 52%. Aznalcazar y Palos de la Frontera destacan por la tendencia contraria y más del 50% de su territorio catalogado como apto, presenta baja potencialidad para la implantación solar (Figura 4.4, pp. 96).

#### 5. En relación a los parques eólicos:

- Las zonas con un alto valor de potencialidad territorial para la implantación de parques eólicos se corresponden con un 31 % del territorio catalogado como apto (en torno a 360 Km<sup>2</sup>), mientras que las zonas aptas de idoneidad media corresponden con un 35 % (406 Km<sup>2</sup>) y baja con un 34 % (400 Km<sup>2</sup>) respectivamente.



- Los emplazamientos con mayor potencialidad territorial para el aprovechamiento eólico se concentran al noroeste y sureste del ámbito de estudio, incorporando parte del territorio de los municipios de Palos de la Frontera, Moguer, Almonte, Lucena del Puerto, Bollullos Par del Condado y Sanlúcar de Barrameda (Mapa 4.4, pp. 98).
- Entre los municipios con potencialidad territorial alta para la implantación de parques eólicos destacan Bonares y Rociana del Condado, que presentan el 100% de su territorio apto catalogado con alta potencialidad territorial, mientras que, entre los valores más bajos destacan Pilas con un 99%, junto con la Puebla del Río y Aznalcázar que superan el 70% de su territorio (Figura 4.5, pp. 99).

En las zonas señaladas con alto valor de potencialidad territorial podría plantearse una concentración de dichas infraestructuras, solar y eólica, con carácter netamente industrial, lo cuál supondría acercar la oferta a la demanda y, por tanto, una mayor eficiencia en el aprovechamiento del recurso. Por otro lado, estas zonas constituyen un espacio muy humanizado, alejado de los espacios de alto valor patrimonial y natural de la comarca, donde el impacto ambiental y paisajístico de las infraestructuras solares se vería amortiguado por la presencia previa de una densa red de infraestructuras y áreas industriales y urbanos que reducen la naturalidad del territorio. Para el resto de los emplazamientos, el planteamiento respondería a la ubicación de plantas de baja potencia, más dispersos sobre el territorio y con menores impactos sobre él.



## BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES

AGENCIA ANDALUZA DE LA ENERGÍA (2006): *Mapa de Infraestructuras Energéticas de Andalucía*. Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa.

AGENCIA ANDALUZA DE LA ENERGÍA (varios años): *Datos energéticos de Andalucía*. Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa.

AGENCIA ANDALUZA DE LA ENERGÍA (2007): *Plan Andaluz de Sostenibilidad Energética (2007-2013)*, Consejería de Innovación Ciencia y Empresa.

ASOCIACIÓN DE GEÓGRAFOS ESPAÑOLES (2006): *Manifiesto por una nueva cultura del Territorio* (<http://www.geografos.org/manifiesto/MANIFIESTO%20POR%20UNA%20NUEVA%20CULTURA%20DEL%20TERRITORIO%20D.pdf9>)

AYUNTAMIENTO DE TARIFA (2002): *Plan Especial de Ordenación de las Infraestructuras eólicas de Tarifa*. Pendiente de aprobación.

BABAN, S.M.J. y T. PARRY (2001): “Developing and applying a GIS-assisted approach to locating wind farms in the UK”. *Renewable Energy*. Vol. 24, nº 1, págs. 59-71. Londres.

COMISIÓN EUROPEA (1999): *Estrategia Territorial Europea. Hacia un desarrollo equilibrado y sostenible de la UE*, Luxemburgo, Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas.

COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (2007): *Comunicación de la Comisión al Consejo Europeo y al Parlamento Europeo. Una política energética para Europa*, COM/2007/0001 final, Bruselas.

COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (2008): *Comunicación de la Comisión al Consejo, al Parlamento Europeo, al Comité de las regiones y al Comité económico y*



*socia Europeo. Libro verde sobre la cohesión territorial. Convertir la diversidad en un punto fuerte.* COM/2008/616 final, Bruselas.

CONSEJO EUROPEO DE ENERGÍAS RENOVABLES Y GREENPEACE (2007): *Informe Revolución energética. Perspectiva mundial de las energías renovables.* Bruselas. (<http://www.greenpeace.org/espana/reports/revoluci-n-energetica-2>)

COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (2005): *European Energy and Transport –Trends to 2030–Update 2005.* ([http://ec.europa.eu/dgs/energy\\_transport/figures/trends\\_2030\\_update\\_2005/energy\\_transport\\_trends\\_2030\\_update\\_2005\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/dgs/energy_transport/figures/trends_2030_update_2005/energy_transport_trends_2030_update_2005_en.pdf))

COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (2008): *European energy and transport. Trends to 2030 – update 2007.* Luxemburgo. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas. Luxemburgo.

CONSEJERÍA DE INNOVACIÓN, CIENCIA Y EMPRESA (2003): *Plan de Innovación y Modernización de Andalucía,* Junta de Andalucía.

CONSEJERÍA DE EMPLEO Y DESARROLLO TECNOLÓGICO (2003): *Plan energético de Andalucía (2003-2006),* Junta de Andalucía.

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE (varios años), *Informe de Medio Ambiente,* Junta de Andalucía.

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE (2007): *Plan Andaluz de Acción por el Clima (2007-2012).* Junta de Andalucía.

CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES (2003): *Plan de Ordenación del territorio del ámbito de Doñana* ([http://www.donana.es/arch\\_var/POTAD.pdf](http://www.donana.es/arch_var/POTAD.pdf)).

CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES (2005): *Mapa Topográfico de Andalucía 1:100.000.* Junta de Andalucía.



CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTE (2006): *Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía*. Junta de Andalucía.

CONSEJO ECONÓMICO Y SOCIAL DE ANDALUCÍA (varios años): *Informe sobre la situación socioeconómica de Andalucía*, Junta de Andalucía, Sevilla.

CRUTZEN, P. J. y STOERMER, E. F., (2000): The Anthropocene. *IGBP Newsletter*, nº41, pp.12-13. Royal Swedish Academy of Sciences. Stockholm. Sweden.

DALY, H.E. (1991): *Ecological Economics and Sustainable Development: from Concept to Policy*. The World Bank.

DUARTE, M., et al (2007): *Cambio global, impacto de la actividad humana sobre el planeta tierra*, CSIC, Madrid.

GÓMEZ ROMERO, P. (2007): *Un planeta en busca de energía*. Editorial Síntesis, España.

GREENPEACE (2005): *Renovables 2050. Un informe sobre el potencial de las energías renovables en la España peninsular* (<http://www.greenpeace.org/raw/content/espana/reports/renovables-2050-resumen.pdf>)

GRUPO ADUAR (2000): *Diccionario de Geografía Urbana, Urbanismo y Ordenación del Territorio*. Madrid, Ariel.

INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO ENERGÉTICO (1999): *Plan de Fomento de Energías Renovables*. Ministerio de Industria y Energía.

INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO ENERGÉTICO (2005): *Plan de Energías Renovables (2005-2010)*. Ministerio de Industria y Energía.



IZQUIERDO, TOSCANO J.M. (2008): *Energía eólica y territorio*. Universidad de Sevilla & Consejería de Obras Públicas y Transportes. Sevilla.

MANCOMUNIDAD DE MUNICIPIOS DE LA JANDA (2003): *Plan Especial Supramunicipal de Ordenación de Infraestructuras de los recursos eólicos en la comarca de la Janda*. Aprobado en BOJA 183 de 19 de septiembre de 2006.

MANCOMUNIDAD DE MUNICIPIOS DEL VALLE DEL LECRÍN (2005): *Criterios de viabilidad paisajísticos y ambientales para la localización de Parques Eólicos en el Valle del Lecrín*. (<http://www.adurcal.com/mancomunidad/viabilidad/84.htm> )

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (2005): *Plan Nacional de Investigación científica, de desarrollo e innovación tecnológica (I+d+i) 2004-2007*.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO (2009): *Estudio Estratégico Ambiental Del Litoral español para la instalación de parques eólicos marinos* ([http://www.mityc.es/energia/electricidad/RegimenEspecial/eolicas\\_marinas/Documents/EEAL\\_parques\\_eolicos\\_marinos\\_Final.pdf](http://www.mityc.es/energia/electricidad/RegimenEspecial/eolicas_marinas/Documents/EEAL_parques_eolicos_marinos_Final.pdf))

MOLINA RUÍZ, J. & TUDELA, SERRANO, M.L.(2006): Identificación de impactos ambientales significativos en la implantación de parques eólicos en el municipio de Jumilla. *Investigaciones Geográficas* nº 41. pp 145-154.

OBSERVATORIO DE SOSTENIBILIDAD DE ESPAÑA (varios años): *Informe de Sostenibilidad de España* (<http://www.sostenibilidad.es.org/observatorio%20sostenibilidad/esp/servicios/publicaciones/informe%20de%20sostenibilidad%20en%20españa%202007/>)

OBSERVATORIO AMBIENTAL DE ANDALUCÍA & EOI (varios años): *Informe de Sostenibilidad de Andalucía*. Colección Escuela Organización Industrial del Medioambiente. EOI.



OCDE (2001). *OECD Environmental Outlook*. París.

TAYLOR, R. (2008): *Financing Energy Efficiency: Lessons from Brazil, China, India, and Beyond*. NNUU and The World Bank.

UNFPA (2007): *Informe Estado de la Población mundial* (<http://web.unfpa.org/swp/2007/spanish/introduction.html>)

WWF INTERNACIONAL (2006): *Informe Doñana y Cambio Climático. Propuestas para la mitigación de los efectos* ([http://assets.wwf.es/panda.org/downloads/informe\\_wwf\\_donana\\_cambio\\_climatic\\_o1\\_2006.pdf](http://assets.wwf.es/panda.org/downloads/informe_wwf_donana_cambio_climatic_o1_2006.pdf)).

WWF INTERNACIONAL (2006): *Informe Planeta Vivo* ([http://assets.panda.org/downloads/lpr\\_2006\\_spanish.pdf](http://assets.panda.org/downloads/lpr_2006_spanish.pdf))

ZOIDO NARANJO, F., (coord.), (2001). *Informe de Desarrollo Territorial de Andalucía*. Sevilla: Universidad de Sevilla, Fundación Sevillana de Electricidad, La General.

ZOIDO NARANJO, F. & CARAVACA BARROSO, I., (coord.), (2005): *Segundo Informe de Desarrollo Territorial de Andalucía*. Sevilla: Universidad de Sevilla, Fundación Sevillana de Electricidad, La General.

## **BIBLIOGRAFÍA. ASPECTOS LEGALES.**

DIRECTIVA 2001/77/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO (COM 01 77), de 27 de septiembre de 2001 relativa a la promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables.



Real Decreto 2366/94 de 9 de diciembre por el que se establecen precios fijos a la venta de electricidad obtenida a partir de fuentes de energías renovables (BOE de 30 de diciembre de 1994).

Ley 82/80 de Conservación de la Energía de 30 de diciembre. Aprovechamiento de la energía y utilización de energías renovables y residuales (BOE de 27 de enero de 1981).

Ley 1/1991, de Patrimonio Histórico de Andalucía de julio de 1991 (en BOJA DE 13 de julio de 1991).

Ley 7/1994 de 18 de mayo de Protección Ambiental de Andalucía (en BOJA de 31 de mayo de 1994)

Decreto Foral 125/1996 de 26 de febrero por la que se regula la implantación de parques eólico en la Comunidad Foral de Navarra (en BON de 13 de marzo de 1996)

Ley 54/1997, de 27 de noviembre del Sector Eléctrico (BOE de 28 de noviembre de 1997).

Ley 38/1999 de 5 de noviembre de Ordenación de la Edificación (en BOE de 6 de noviembre de 1999).

Ley 8/2001 de 12 de julio de carreteras de Andalucía (en BOJA de 26 de julio de 2001)

Ley 4/2003 de 23 de septiembre de creación de la Agencia Andaluza de la Energía (en BOJA de 1 de octubre de 2003).

Ley 2/2007, de 19 de marzo de Reforma del Estatuto de Autonomía de Andalucía (en BOJA de 20 de marzo de 2007)

Ley 2/2007, de 27 de marzo, de fomento de las energías renovables y del ahorro y eficiencia energética de Andalucía (en BOE de 7 de mayo de 2007)



Decreto 42/2008, de 15 de mayo, por el que se aprueban definitivamente las Directrices Sectoriales de Ordenación del Territorio de Asturias para el aprovechamiento de la energía eólica (en BOPA de 3 de junio de 2008).

## BIBLIOGRAFÍA. OTROS.

AGENCIA ANDALUZA DE LA ENERGÍA  
(<http://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/agenciadelaenergia/nav/com/portada.jsp>)

CENTRO DE INVESTIGACIONES ENERGETICAS, MEDIOAMBIENTALES Y TECNOLOGICAS  
(<http://www.ciemat.es/>).

EUROSTAT([http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?\\_pageid=1090,30070682,1090\\_33076576&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?_pageid=1090,30070682,1090_33076576&_dad=portal&_schema=PORTAL))

FEDERACIÓN ANDALUZA DE MUNICIPIOS Y PROVINCIAS (<http://www.famp.es/>).

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (<http://ine.es/>)

SIMA. Instituto de Estadística de Andalucía.  
([http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadistica/sima\\_web/](http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadistica/sima_web/))

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (<http://www.maweb.org/en/index.aspx>)

PANEL INTERGUBERNAMENTAL SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO  
(<http://www.ipcc.ch/languages/spanish.htm#21>)

PLAN DE DESARROLLO SOSTENIBLE DE DOÑANA  
(<http://pds.donana.es/queespds.php>)

CATEDRA DE DOÑANA DE DESARROLLO SOSTENIBLE, TERRITORIO Y ENERGIA  
(<http://www.ciecem.uhu.es/catedradonana/index.php>)



## ANEXOS





## ÍNDICE DE FIGURAS

### 2. ESTADO DE LA CUESTIÓN.

- 2.1. Energías renovables y perspectivas de desarrollo territorial.
- 2.2. Producción mundial de petróleo (2007).
- 2.3. Perspectiva mundial de las energías renovables
- 2.4. Evolución (Ktep) de producción primaria de energías renovables para la UE27 (1996-2006).
- 2.5. Producción de energía renovable en la UE (2006).
- 2.6. Evolución (1996-2006) del consumo de energía primaria en Andalucía.
- 2.7. Evolución (2003-2006) del consumo de energía primaria (Ktep) procedente de fuentes de energía renovable en Andalucía.
- 2.8. Transformaciones territoriales de la comarca de Doñana.

### 3. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO DE POTENCIALIDAD PARA LA COMARCA DE DOÑANA.

Zonificación de áreas eólicas marinas en España.

Territorio restringido para la implantación de energías renovables.

Fases de desarrollo en la construcción del modelo.

Velocidades medias anuales a partir del modelo SKYRON (2006).

### 4. RESULTADOS.

- 4.1. Distribución por municipios de la superficie catalogada como apta para la implantación eólica y solar.
- 4.2. Distribución de la superficie municipal apta/no apta para la implantación eólica y solar.
- 4.3. Potencialidad territorial alta para la implantación de parques solares por municipios.



- 4.4. Distribución de la superficie municipal de territorio apto según nivel de potencialidad territorial (alta, media o baja).
- 4.5. Potencialidad territorial alta para la implantación de parques eólicos por municipios.
- 4.6. Distribución de la superficie municipal de territorio apto según nivel de potencialidad territorial (alta, media o baja).

## ÍNDICE DE MAPAS

### 2. ESTADO DE LA CUESTIÓN.

- 2.1. Localización del área de estudio.
- 2.2. Emisiones de GEI por habitante, 2006.
- 2.3. Consumo de energía eléctrica por habitante, 2007.
- 2.4. Espacios naturales protegidos del área de estudio.

### 3. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO DE POTENCIALIDAD PARA LA COMARCA DE DOÑANA.

- 3.1. Aptitud del territorio para la implantación de energías renovables en la comarca de Doñana en función de la presencia/ausencia de espacios naturales protegidos.
- 3.2. Aptitud del territorio para la implantación de energías renovables en la comarca de Doñana según el perímetro de protección de los núcleos de población.
- 3.3. Aptitud del territorio para la implantación de energías renovables en la comarca de Doñana según el perímetro de protección a las vías pecuarias.
- 3.4. Aptitud del territorio para la implantación de energías renovables en la comarca de Doñana según el perímetro de protección a las zonas arqueológicas, elementos históricos y conjuntos arqueológicos.



- 3.5. Aptitud del territorio para la implantación de energías renovables en la comarca de Doñana según el perímetro de protección y la distancia a la red eléctrica.
- 3.6. Aptitud del territorio para la implantación de energías renovables en la comarca de Doñana en función de las pendientes.
- 3.7. Aptitud del territorio para la implantación de energías renovables en la comarca de Doñana según el perímetro de protección a las carreteras de la red intercomarcal, complementaria, provincial y de otros organismos.
- 3.8. Aptitud del territorio para la implantación de energías renovables en la comarca de Doñana según el perímetro de protección a las carreteras de la red de la red autonómica y de Interés General.
- 3.9. Aptitud del territorio para la implantación de energías renovables en la comarca de Doñana según el perímetro de protección a la red fluvial.
- 3.10. Aptitud del territorio para la implantación de energías renovables en la comarca de Doñana según el perímetro de protección a las, láminas de agua y zonas inundables.
- 3.11. Idoneidad del territorio para la implantación de energías renovables en la comarca de Doñana en función de la distancia a los espacios naturales protegidos.
- 3.12. Idoneidad del territorio para la implantación de energías renovables en la comarca de Doñana en función de la distancia a la red fluvial.
- 3.13. Idoneidad del territorio para la implantación de energías renovables en la comarca de Doñana en función de la distancia a las zonas arqueológicas, conjuntos y elementos históricos.
- 3.14. Idoneidad del territorio para la implantación de energías renovables en la comarca de Doñana en función de la distancia a las vías pecuarias.
- 3.15. Idoneidad del territorio para la implantación de energías renovables en la comarca de Doñana en función de la distancia a las láminas de agua y zonas inundables.
- 3.16. Índice de Protección Patrimonial.
- 3.17. Idoneidad del territorio para la implantación de energías renovables en la comarca de Doñana en función de la distancia a la red eléctrica.



- 3.18. Idoneidad del territorio para la implantación de energías renovables en la comarca de Doñana en función de la distancia a la red viaria.
- 3.19. Idoneidad del territorio para la implantación de energías renovables en la comarca de Doñana en función de la distancia a los núcleos de población.
- 3.20. Índice de eficiencia.
- 3.21. Modelo de insolación potencial en Andalucía.
- 3.22. Velocidad media anual (m/s) en Andalucía calculado a partir del modelo SKYRON (2006).

#### 4. RESULTADOS.

- 4.1. Aptitud del territorio de la comarca de Doñana para la implantación de parques eólicos y solares.
- 4.2. Niveles de idoneidad del territorio de la comarca de Doñana para la implantación de parques eólicos y solares.
- 4.3. Potencialidad territorial de la comarca de Doñana para la implantación de parques solares.
- 4.3. Potencialidad territorial de la comarca de Doñana para la implantación de parques eólicos.

## ÍNDICE DE TABLAS

#### 2. ESTADO DE LA CUESTIÓN.

- 2.1. Evolución (1999-2005) de la potencia instalada en energías renovables en Andalucía.
- 2.2. Datos básicos de la comarca de Doñana.
- 2.3. Población municipal de la comarca de Doñana.



#### 4. RESULTADOS.

4.1. Superficie no apta para la implantación de parques eólicos y solares en la comarca de Doñana según los criterios elegidos.

#### ANEXO DE CUADROS ESTADÍSTICOS

Valores de idoneidad asignados a los intervalos de distancia según los criterios elegidos:

1. Distancia a los Espacios naturales protegidos.

Valor de Idoneidad	Intervalos de distancia (m)
1	< 2800
2	2800 < 7000
3	> 7000

2. Distancia a las vías pecuarias

Valor de Idoneidad	Intervalos de distancia (m)
1	< 2821
2	2821 < 5375
3	> 5371

3. Distancia a los ríos

Valor de Idoneidad	Intervalos de distancia (m)
1	< 1616,7
2	1616,7 < 4243,8
3	> 4243,8

4. Distancia a las zonas arqueológicas, conjuntos y elementos históricos.

Valor de Idoneidad	Intervalos de distancia (m)
1	< 8128,31
2	8128,31 < 15.127
3	> 15.127



## 5. Distancia a los núcleos de población

Valor de Idoneidad	Intervalos de distancia (m)
3	< 3380,73
2	3380,73 < 7437
1	> 7437

## 6. Distancia a la red eléctrica

Valor de Idoneidad	Intervalos de distancia (m)
3	< 4692,1
2	4692,1 < 11.295,83
1	> 11.295,83

## 7. Distancia a las carreteras

Valor de Idoneidad	Intervalos de distancia (m)
3	< 3282,21
2	3282,21 < 8237,71
1	> 8237,21

## 8. Distancia a las láminas de agua

Valor de Idoneidad	Intervalos de distancia (m)
1	< 2425,65
2	2425,65 < 6913,1
3	> 6913,21



## AGRADECIMIENTOS

A César Borja Barrera por confiar en mí y brindarme la oportunidad de hacer esta Maestría, que tanto me ha cambiado.

A Francisco Borja Barrera,

A ti, MAMA.