

# ZONIFICACIÓN AMBIENTAL PARA LA IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES: EÓLICA Y FOTOVOLTAICA

SENSIBILIDAD AMBIENTAL  
Y CLASIFICACIÓN DEL TERRITORIO

MEMORIA

1 de diciembre de 2020



## Tabla de contenido

1. Introducción.....	5
2. Objetivo.....	7
3. Metodología .....	8
3.1 Definición de indicadores .....	8
3.2 Fuentes de Información.....	9
3.3 Escala de trabajo y alcance.....	10
3.4 Índice de sensibilidad ambiental (ISA).....	11
4. Indicadores del medio y representación del modelo territorial .....	14
4.1. Núcleos urbanos.....	14
4.2. Masas de agua y zonas inundables.....	17
4.3. Planes de recuperación y conservación de especies amenazadas.....	18
4.4. Zonas de protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.....	20
4.5. Conectividad ecológica. Autopistas salvajes.....	22
4.6. Áreas Importantes para la Conservación de las Aves y la Biodiversidad en España.....	23
4.7. Hábitats de interés comunitario.....	24
4.8. Red Natura 2000. ....	26
4.8.1. Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) .....	27
4.8.2. Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) y Zonas Especiales de Conservación (ZEC) ..	28
4.9. Espacios Naturales Protegidos. ....	30
4.10. Humedales RAMSAR.....	32
4.11. Zonas Especialmente Protegidas de Importancia para el Mediterráneo (parte terrestre)...	33
4.12. Reservas de la Biosfera. ....	34
4.13. Lugares de Interés Geológico. ....	36
4.14. Visibilidad. ....	37
4.15. Camino de Santiago.....	40
4.16. Vías pecuarias.....	41
4.17. Montes de Utilidad Pública.....	42
4.18. Bienes del Patrimonio Mundial de la UNESCO.....	44
4.19. Resumen de indicadores empleados en el modelo.....	46

5	Cálculo del índice de sensibilidad ambiental .....	48
5.1.	Matriz de comparación por pares para energía eólica .....	51
5.2.	Matriz de comparación por pares para energía eólica normalizada.....	52
5.3.	Relación de consistencia de la matriz para energía eólica.....	53
5.4.	Matriz de comparación por pares para energía fotovoltaica .....	54
5.5.	Matriz de comparación por pares para energía fotovoltaica normalizada.....	55
5.6.	Relación de consistencia de la matriz para energía fotovoltaica.....	56
5.7.	Comparativa de coeficientes de ponderación .....	57
5.8.	Representación del Índice de Sensibilidad Ambiental .....	58
6	Presentación de resultados y clasificación.....	59
6.1.	Mapas Clasificados de Sensibilidad Ambiental.....	61
6.2.	Datos resultantes de superficies y porcentajes .....	63
7.	Retos a futuro. ....	65

## 1. Introducción

La generación de energía eléctrica cada vez demanda más el uso de energías alternativas como son las renovables. En la actualidad nos encontramos en un momento decisivo para el impulso de las mismas, no solo en nuestro país sino a nivel global, por diversos motivos como son: el cambio climático, la contaminación atmosférica y los problemas de salud humana que conlleva, la pérdida de biodiversidad, la generación de residuos, el reverdecimiento de las economías y la creación de empleos, etc. e incluso desde el punto de vista geopolítico y estratégico.

La implantación de estas energías permite acometer varios problemas presentes en la estructura energética de nuestro país, como el déficit energético, el excesivo consumo de combustibles fósiles cuya disponibilidad es finita, la pobreza de recursos tradicionales y la dependencia del abastecimiento desde terceros países, debido a la baja disponibilidad de hidrocarburos, la escasa calidad y carestía del carbón existente, etc.

El sector energético es responsable de dos terceras partes de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, que contribuyen al calentamiento del planeta. La clave para satisfacer de forma más sostenible la demanda energética futura parece descansar en acelerar la transición de combustibles tradicionales, con procesos que impliquen un bajo coste social y ambiental a base de una mayor eficiencia energética y fuentes más seguras y menos contaminantes.

El desarrollo de energías renovables en España, impulsado por los objetivos de transición del sistema energético hacia uno climáticamente neutro, junto con el nuevo marco regulatorio establecido por el Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica, ha contribuido a incrementar considerablemente las solicitudes para la instalación de nuevos parques eólicos y plantas fotovoltaicas, desplegados por todo el territorio español.

Si bien la implantación de energías renovables implica efectos positivos frente a las fuentes no renovables, puesto que su disponibilidad es infinita y no conllevan apenas emisión de gases de efecto invernadero, la implantación de este tipo de instalaciones tiene una repercusión sobre el medio ambiente, cuya evaluación es necesaria en el marco de la legislación comunitaria, estatal y autonómica de evaluación ambiental. Este nuevo escenario ha puesto de manifiesto la necesidad de disponer de un recurso que ayude y complemente los elementos de juicio empleados en la toma de decisiones estratégicas sobre la ubicación de estas infraestructuras energéticas, que implican un importante uso de territorio y pueden generar impactos ambientales significativos.

La Subdirección General de Evaluación Ambiental de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, como órgano ambiental competente, tiene la obligación de llevar a cabo la evaluación de impacto ambiental (Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental) de los proyectos que se autoricen desde la Administración General del Estado:

### ENERGÍA EÓLICA

*“Instalaciones para la utilización de la fuerza del viento para la producción de energía (parques eólicos) que tengan 50 o más aerogeneradores, o que tengan más de 30 MW o que se encuentren a menos de 2 km de otro parque eólico en funcionamiento, en construcción, con autorización administrativa o con declaración de impacto ambiental” (Anexo I. Grupo 3. i de la Ley 21/2013).*

*“Los siguientes proyectos cuando se desarrollen en Espacios Naturales Protegidos, Red Natura 2000 y Áreas protegidas por instrumentos internacionales, según la regulación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad: (...) Parques eólicos que tengan más de 10 aerogeneradores o 6 MW de potencia” (Anexo I. grupo 9. a 7º de la Ley 21/2013).*

*“Instalaciones para la utilización de la fuerza del viento para la producción de energía. (Parques eólicos) no incluidos en el anexo I, salvo las destinadas a autoconsumo que no excedan los 100 kW de potencia total” (Anexo II. Grupo 4. g Ley 21/2013).*

### ENERGÍA SOLAR

*“Instalaciones para la producción de energía eléctrica a partir de la energía solar destinada a su venta a la red, que no se ubiquen en cubiertas o tejados de edificios existentes y que ocupen más de 100 ha de superficie” (Anexo I. Grupo 3. j de la Ley 21/2013).*

*“Instalaciones para la producción de energía eléctrica a partir de la energía solar destinada a su venta a la red, que no se ubiquen en cubiertas o tejados de edificios existentes y que ocupen una superficie de más de 10 ha” (Anexo I. grupo 9. a 18º de la Ley 21/2013).*

*“Instalaciones para producción de energía eléctrica a partir de la energía solar, destinada a su venta a la red, no incluidas en el Anexo I ni instaladas sobre cubiertas o tejados de edificios o en suelos urbanos y que, ocupen una superficie mayor de 10 ha” (Anexo II. Grupo 4. i Ley 21/2013).*

## 2. Objetivo

Dentro de los principios de la evaluación ambiental, que se recogen en el artículo 2 de la Ley 21/2013, está el actuar de acuerdo al mejor conocimiento científico posible por lo que el objetivo de este trabajo es elaborar un instrumento que permita identificar, desde el punto de vista ambiental, las áreas del territorio que presentan mayores condicionantes ambientales para la implantación de estos proyectos a nivel nacional, mediante un modelo territorial cuyo resultado será una zonificación del nivel de sensibilidad ambiental existente.

Con esta zonificación del territorio, se intenta facilitar a los actores implicados (promotores, evaluadores, administraciones, particulares, etc.), la toma de decisiones y la participación pública desde las fases iniciales del proceso de autorización, proporcionando una información ambiental básica.

El modelo busca integrar la importancia relativa en el territorio de los principales factores ambientales considerados en la evaluación ambiental de proyectos, los cuales se encuentran principalmente recogidos en el artículo 35 de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental: “...los siguientes factores: la población, la salud humana, la flora, la fauna, la biodiversidad, la geodiversidad, el suelo, el subsuelo, el aire, el agua, el medio marino, el clima, el cambio climático, el paisaje, los bienes materiales, el patrimonio cultural, y la interacción entre todos los factores...”.

Igualmente, se pretende garantizar la aplicación de los principios de *precaución y acción cautelar*, así como el de *acción preventiva* de los impactos sobre el medio ambiente mediante esta integración previa de los aspectos ambientales más relevantes para esta tipología de proyectos, que se concretarán, para cada localización y tipología de proyecto eólico o fotovoltaico, específicamente y en detalle, durante el trámite de evaluación ambiental que le corresponda.

### 3. Metodología

La metodología de trabajo de este proyecto se basa en la utilización de técnicas de evaluación multicriterio aplicadas al territorio mediante Sistemas de Información Geográfica, que permiten llevar a cabo un análisis del territorio utilizando la cartografía digital de todos los factores de interés, así como en un análisis documental y legislativo exhaustivo.

#### 3.1 Definición de indicadores

Teniendo como punto de partida los factores del medio antes mencionados, se ha procedido a establecer **indicadores** específicos que sean representativos de los mismos, de manera que se obtenga una aproximación cuantitativa de las características representadas, con el objetivo de poder ser utilizada en los procesos de evaluación ambiental de una manera sencilla y directa.

Cabe resaltar que, desde el punto de vista de la evaluación de impacto ambiental de parques eólicos y plantas fotovoltaicas, se han descartado alguno de los factores por considerar que, a la escala de trabajo y límites establecidos para el presente estudio, bien no poseen un interés directo cuantificable, o bien no se dispone de cartografía de los mismos, como son: *el subsuelo, el clima, el cambio climático, los bienes materiales, y parte del patrimonio cultural*. Asimismo, el proyecto se restringe al ámbito terrestre de la Península, Baleares, Canarias, y Ciudades Autónomas, por lo que no se dirige a instalaciones *off-shore*, de manera que el indicador *medio marino* queda excluido del modelo. Se considera que dichos factores se tendrán en cuenta en fases posteriores de mayor nivel de detalle a escala de proyecto y en su correspondiente trámite de evaluación ambiental.

Por tanto, los indicadores seleccionados son los siguientes:

- **Núcleos urbanos:** como representación de la población, la salud humana, el aire, y la ocupación del suelo.
- **Masas de agua y zonas inundables** (ríos, embalses, lagos, lagunas, y zonas de inundación): como representación del factor agua.
- **Planes de conservación y recuperación de especies;** zonas de protección del **Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto**, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión; conectividad ecológica mediante **autopistas salvajes** (de WWF España); **Áreas Importantes para la Conservación de las Aves** (de SEO/BirdLife); y los **hábitats de interés comunitario:** como representación de la fauna y la flora.
- **Red Natura 2000, Espacios Naturales Protegidos, humedales RAMSAR,** parte terrestre de las **Zonas Especialmente Protegidas de Importancia para el Mediterráneo, Reservas de la Biosfera, y Lugares de Interés Geológico:** como representación de la biodiversidad y la geodiversidad.
- **Visibilidad:** como representación del paisaje (visual).
- **Camino de Santiago, vías pecuarias** (Cañadas Reales), **montes de utilidad pública y Bienes Patrimonio Mundial de la UNESCO:** como representación de la población y del patrimonio cultural.



Por otro lado, se ha analizado la **planificación energética de las comunidades autónomas**, ya que en muchas de ellas se han llevado a cabo estudios de zonificación para orientar el desarrollo de las energías renovables en sus respectivos territorios. Dicha planificación no ha sido integrada en este modelo debido a que la heterogeneidad de criterios empleada en las diferentes comunidades autónomas dificulta su presentación y operación de forma conjunta a nivel estatal.

No obstante, esta planificación energética supone un complemento determinante a este modelo de zonificación estatal, que permite considerar las restricciones establecidas a nivel autonómico y ha servido de referencia a la hora de seleccionar y valorar los indicadores del presente modelo. Por otro lado, debe tenerse en cuenta que en las evaluaciones de impacto ambiental que se efectúen para cada proyecto en concreto se realizarán procedimientos de consulta y participación de las administraciones autonómicas y estatales con competencias en medio ambiente, evaluación ambiental, medio natural, energía, patrimonio cultural, etc., que asegurarán la integración de estos criterios a mayor nivel de detalle.

En este sentido, en el *Anexo VI. Zonificación del territorio e indicadores en las comunidades autónomas y ciudades autónomas*, se recoge la normativa, planificación, zonificación, etc. existente al respecto, así como la disponibilidad de cartografía, en su caso.

## 3.2 Fuentes de Información

Para poder llevar a cabo este análisis ha sido necesario, en primer lugar, recopilar y obtener toda la cartografía digital de los indicadores que operan en el presente estudio. Para ello, se ha acudido a las infraestructuras de datos espaciales de los distintos organismos públicos, tanto estatales como de las comunidades autónomas, y a otro tipo de repositorios oficiales como el Instituto Geológico y Minero de España, el Centro Nacional de Información Geográfica, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, etc.

Una vez analizada la cartografía disponible que pudiera ser de interés para el proyecto se ha procedido a la descarga de la información finalmente seleccionada. Aquella que no era directamente accesible para descarga, pero se conocía su existencia, fue solicitada a los correspondientes organismos e instituciones, mediante oficio y contacto telefónico desde la Subdirección General de Evaluación Ambiental.

En contestación a estas solicitudes se recibieron respuestas en las que se han proporcionado direcciones de páginas web a las infraestructuras de datos espaciales, coberturas GIS, legislación, personas de contacto, criterios, etc. de los siguientes organismos: Ministerio de Cultura y Deporte, Organismo Autónomo de Parques Nacionales, Instituto Geológico y Minero de España, Centro de Ciencias Humanas y Sociales del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, así como de las comunidades autónomas.

Además, la Subdirección General de Biodiversidad Terrestre y Marina de la Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación, en estrecha colaboración, ha prestado su ayuda aportando su experiencia, conocimiento y contactos, así como la información alfanumérica, cartográfica, documental y multimedia disponible sobre los distintos componentes del Inventario Español del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

Como complemento, se cuenta con la información disponible de las organizaciones SEO/BirdLife y WWF España, sobre Áreas Importantes para la Conservación de las Aves y Autopistas Salvajes, respectivamente, para tenerlo en cuenta en el modelo de sensibilidad ambiental para la implantación de energías renovables.

El *Anexo I. Fuentes de información cartográfica y bibliografía* recopila la cartografía, fuentes y referencias bibliográficas consultadas.

### 3.3 Escala de trabajo y alcance

Para poder operar con la información digital recopilada, es necesario pasar de un formato vectorial a un formato ráster. Para ello, en primer lugar, se tiene que definir el tamaño de celda y por tanto la escala de trabajo, ya que la información disponible proviene de fuentes muy diversas, y de escalas de trabajo diferentes.

Dadas estas circunstancias y teniendo en cuenta el área a abarcar, la necesidad de precisión en los datos y el tamaño de los resultados, se opta por utilizar una resolución de 25 x 25 m de lado de píxel para los ráster, en consonancia con la norma establecida en el Banco de Datos de la Naturaleza del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico que está realizando un esfuerzo para unificar los criterios a la hora de presentar la información a la población, por lo que se ha considerado la citada cuadrícula como lo más adecuado.

De forma paralela a la recopilación cartográfica, se ha analizado la normativa necesaria para determinar qué indicadores representan las áreas de máxima sensibilidad ambiental y qué otros indicadores representan áreas de sensibilidad ambiental relativa.

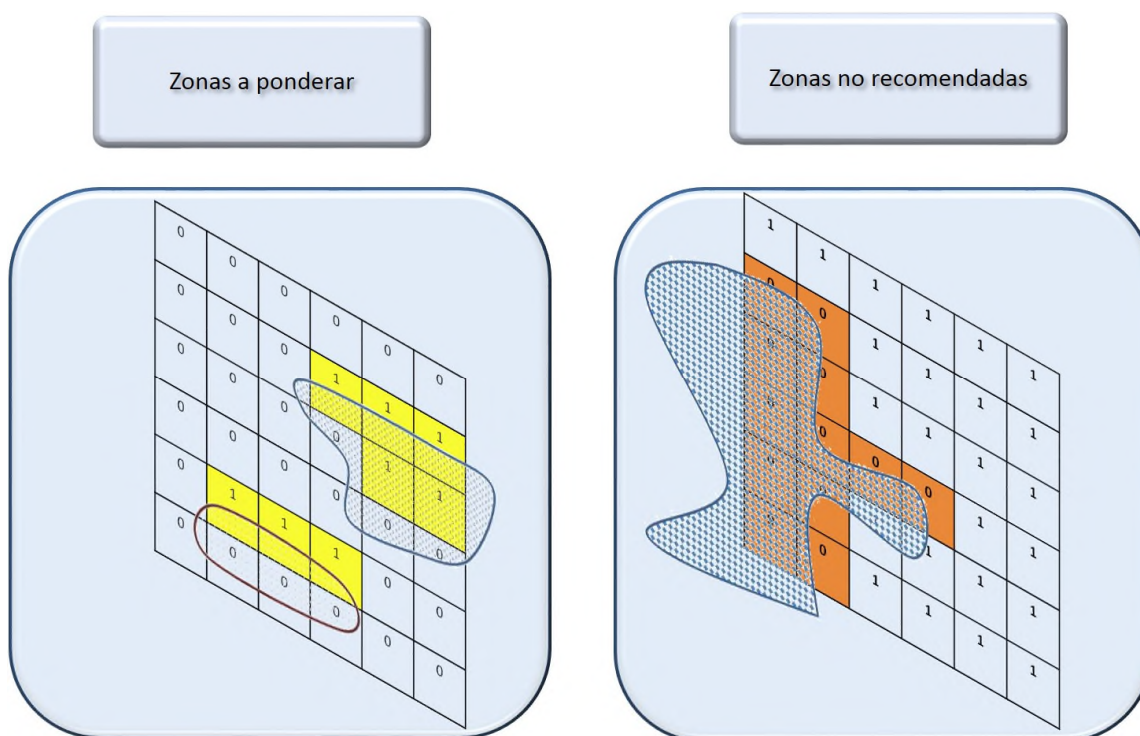
Las zonas de máxima sensibilidad ambiental son aquellas en las que, *a priori*, no sería ambientalmente recomendable implantar parques eólicos o plantas fotovoltaicas, debido a la presencia de elementos ambientales de máxima relevancia (indicadores de exclusión). En el resto de zonas se estima su importancia relativa en función de sus valores ambientales (indicadores de ponderación). Una vez determinadas las áreas de cada tipo, recibirán distinto tratamiento cartográfico a la hora de obtener los resultados.

Cabe destacar que, en esta primera fase de estudio, se tendrán en cuenta únicamente las estructuras principales del proyecto, ya sean los aerogeneradores o paneles fotovoltaicos, sin tener en cuenta el resto de instalaciones asociadas (subestaciones y líneas eléctricas, accesos, préstamos, vertederos, etc.). Los proyectos eólicos y fotovoltaicos objeto de este estudio se refieren a grandes instalaciones de producción de energía cuyo fin es su venta a la red, no incluye las pequeñas instalaciones de autoconsumo, ni infraestructuras aisladas de poca potencia, las destinadas a la I+D+i, ni las que se ubiquen en cubiertas o tejados de edificios o suelos urbanos para un uso particular, etc. Del mismo modo, este análisis tampoco valora la fuente energética que motiva la instalación de esas infraestructuras, es decir no se incluye la cantidad de recurso disponible (viento y radiación solar). Estas cuestiones se podrán incorporar en etapas posteriores de estudio con un mayor detalle. Además, se ha de tener en cuenta que el alcance del modelo se restringe al ámbito terrestre por lo que no se dirige a instalaciones *off-shore*.

### 3.4 Índice de sensibilidad ambiental (ISA)

El objetivo final es obtener un índice (ISA) que represente el nivel de sensibilidad ambiental para la implantación de proyectos de las mencionadas energías, mediante la siguiente metodología:

1. En primer lugar, se representan cartográficamente una serie de elementos ambientales, disponibles en su origen en formato vectorial, mediante un formato ráster de 25 x 25 metros. En este *grid* los elementos que definen zonas a ponderar tienen en sus píxeles valor 1 para la presencia y 0 para la ausencia, y los elementos que definen áreas de máxima sensibilidad ambiental (zonas no recomendadas) tienen valor 0 para la presencia y 1 para la ausencia.

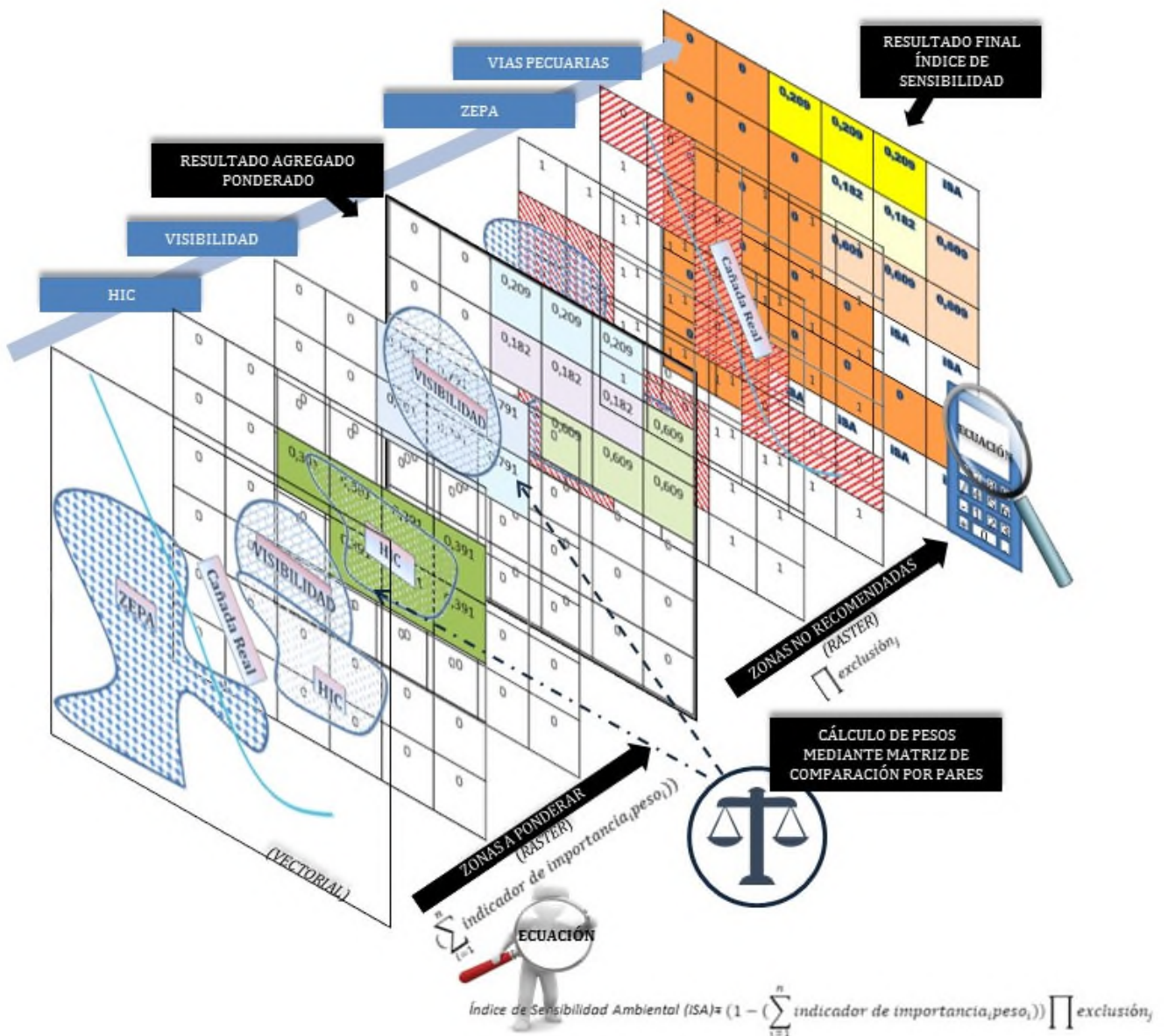


2. A continuación, con los elementos no excluyentes, y de manera particularizada para cada tipología de proyecto (eólico o fotovoltaico), se procede a realizar un proceso de obtención de pesos, o valores de importancia relativa entre dichos elementos ambientales, mediante una matriz de comparación por pares (Saaty, 1980) (Ver Anexo II. Método de jerarquías analíticas). Estos pesos serán multiplicados, mediante álgebra de mapas, por las capas ráster de los elementos ambientales a ponderar, obtenidas en el paso anterior, derivando en una cartografía donde cada píxel de presencia (1) tendrá el valor de su importancia ( $1 \times \text{peso}$ ).

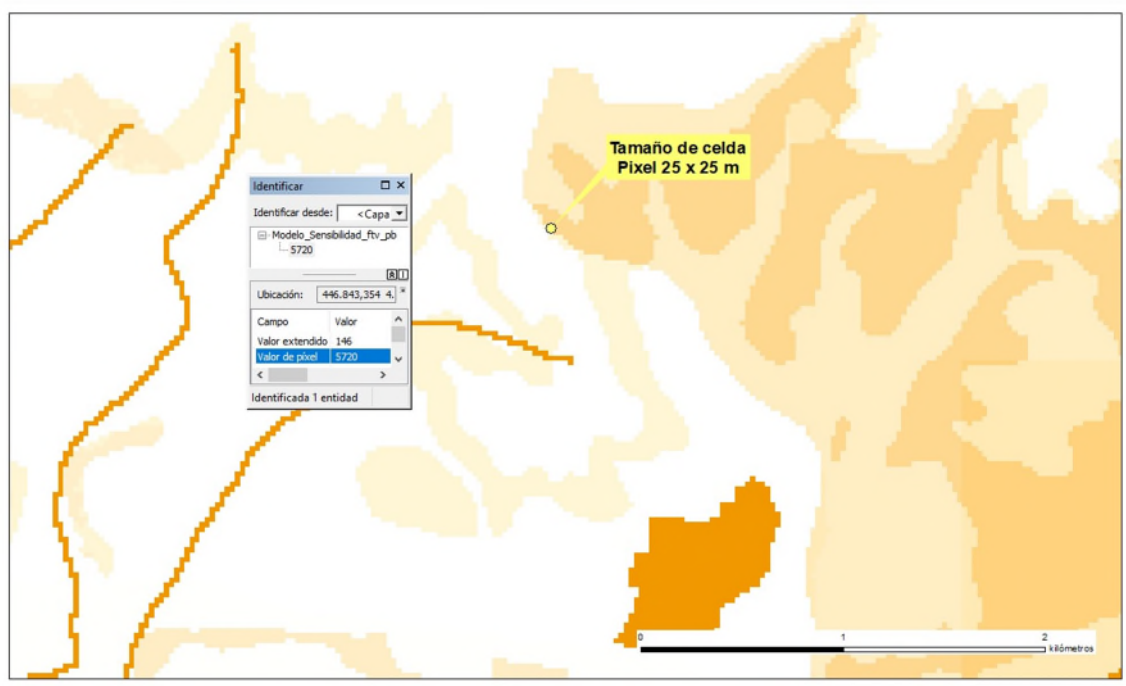
Hecho esto para cada elemento, se procede a superponer las anteriores capas, para que mediante su sumatorio se agreguen en una única capa ráster, que representará la importancia global de todos los elementos ambientales ponderados<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> En el caso particular de este trabajo, dado que el valor cero representará la sensibilidad máxima, al sumatorio de capas por su peso se le resta a la unidad para dar coherencia ordinal a los valores numéricos.

3. Obtenido este resultado, se procede a multiplicar esta capa agregada, por todas y cada una de las capas de los indicadores de exclusión, es decir, por aquellas zonas ocupadas por un elemento ambiental de máxima sensibilidad. Estas zonas vienen representadas mediante ceros (0) en su presencia, tal y como se ha indicado anteriormente, de manera que en aquellos lugares en los que se presente una sensibilidad ambiental máxima el valor será nulo.



4. Tras esta operación, se obtiene la capa ráster final, para cada tipo de energía, que representa, mediante un índice para cada píxel (25x25 m), el grado de sensibilidad ambiental para la implantación de energías renovables en cada “punto” concreto del territorio.



Con estos resultados podrán realizarse diversos cálculos, tales como la proporción de área de las distintas categorías de sensibilidad ambiental que se establezcan respecto a la superficie nacional o autonómica, o en fases posteriores, diversos estadísticos, tales como medias o desviaciones típicas zonales con base en límites administrativos, mediante los cuales se podrán derivar conclusiones y proceder con la toma de decisiones.

Cabe recordar que el presente modelo es una simplificación de la realidad para poder conocer, desde un enfoque general, el territorio, lo cual no exime del pertinente trámite de evaluación ambiental, y de que se concreten los impactos de cada caso particular y en cada ubicación específica para cada proyecto de energía renovable que se pretenda instalar. Los valores del modelo no prejuzgan el resultado de una declaración de impacto ambiental. Por tanto, las zonas que resulten con una sensibilidad ambiental de menor grado, según el modelo territorial resultante, no implican directamente que cualquier proyecto de estas tipologías vaya a obtener una resolución ambiental favorable. De igual manera, que un proyecto se ubique en una zona con muchos condicionantes ambientales, no significa que vaya a obtener necesariamente una resolución ambiental desfavorable, ya que el proyecto en detalle puede conseguir evitar los impactos que pudieran ser significativos, mediante una adecuada selección de la alternativa de las ubicaciones, con soluciones adaptadas a las necesidades de los valores ambientales concretos, adoptando medidas preventivas y correctoras específicas, etc. Es decir, los resultados del modelo se han de tomar como una recomendación.

En los siguientes apartados se describe con mayor detalle cada paso de la metodología.

## 4. Indicadores del medio y representación del modelo territorial

A continuación, se desarrollan cada uno de los indicadores:

### 4.1. Núcleos urbanos.

Para el indicador relativo a núcleos urbanos, existe información, recomendaciones técnicas, y normativa<sup>2</sup> relativa a su relación (distancia) con la instalación de parques eólicos. En general, la limitación se justifica por la generación de ruido, aunque también se tienen en cuenta el efecto intermitencia de sombra (*shadow-flicker*) y los riesgos asociados a que ocurra algún accidente grave por desprendimiento de las palas.

En cuanto a las plantas fotovoltaicas, los impactos asociados en esta tipología de proyecto son inferiores en cuanto a ruido e inexistentes o despreciables respecto a los otros dos impactos. Debido a esto y a que la tecnología es más novedosa, no se han encontrado referencias específicas relativas a distancias a este indicador, ni en la planificación energética, ni en la documentación técnica consultada.

Cabe recordar que en la definición del presente indicador no se incluyen las posibles ubicaciones de infraestructuras de producción de energía eólica o fotovoltaica para autoconsumo, ni las que se ubiquen en cubiertas o tejados de edificios o suelos urbanizados para un uso particular o experimental de I+D+i, etc. únicamente se consideran las grandes instalaciones de producción energética de estas dos tipologías cuya finalidad sea verter a la red para su venta y comercialización.

Sin ser éste un indicador directo ambiental, se ha considerado como un elemento de gran relevancia debido a su carácter determinante en las dinámicas territoriales y por lo tanto representativo del factor población, aire, suelo, y salud humana, dado que se trata de los lugares de residencia y trabajo de los seres humanos.

#### CRITERIO ENERGÍA EÓLICA

La planificación a nivel estatal<sup>3</sup> propone una distancia de 500 m desde parques eólicos a la población. En Andalucía, Aragón, Cataluña, Ceuta, Comunidad de Madrid, Extremadura, La Rioja, Melilla y la Región de Murcia, o bien no se recogen limitaciones de distancia a poblaciones, o no se dispone de la información.

Baleares considera los terrenos situados a una distancia igual o inferior a 1 km alrededor de asentamientos y núcleos urbanos como zona de exclusión. En Castilla y León se indica que se

---

<sup>2</sup> Hay comunidades autónomas que no recogen en su planificación y normativa limitaciones de distancia a los núcleos urbanos y hay otras que tienen mapas de aptitud o exclusión, pero sin especificar los criterios con los que se han realizado.

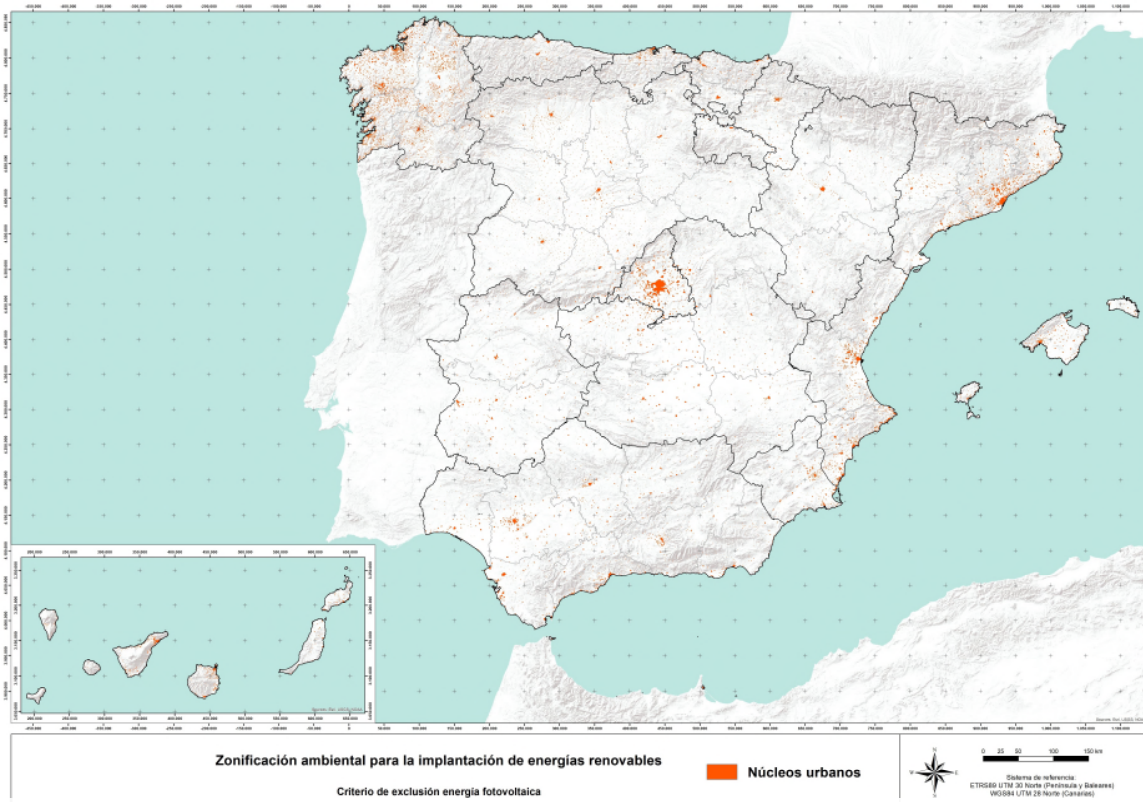
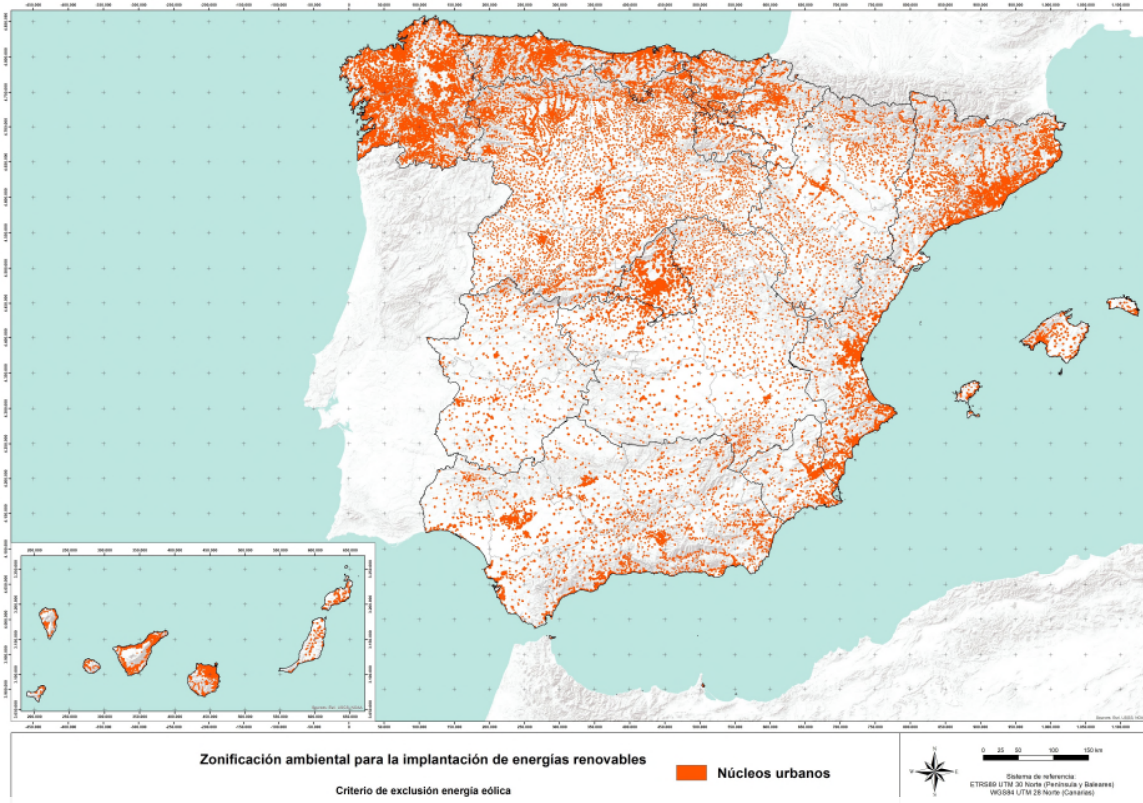
<sup>3</sup> Plan de energías renovables 2011-2020 aprobado por Acuerdo del Consejo de Ministros de 11 de noviembre de 2011, estableciendo objetivos acordes con la Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, y atendiendo a los mandatos del Real Decreto 661/2007, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial y de la Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible.

realizará una estimación del ruido que puedan producir los parques u otras instalaciones eólicas a 50, 200 y 500 m, así como el efecto que pueda causar en las poblaciones más próximas dentro de un radio de 2 km. Canarias considera que la distancia entre un aerogenerador y un núcleo habitado no podrá ser inferior a 250 metros para aerogeneradores de potencia inferior a 900 kW y a 400 metros para aerogeneradores de potencia superior. En el País Vasco a modo indicativo, en la memoria de su plan energético señala que a más de 400 metros de la instalación eólica no se oye el ruido del parque. En Asturias y Cantabria se recogen recomendaciones con distintas distancias dependiendo de la categoría del núcleo, 500 m a entidades de población no delimitadas como núcleo rural y a edificaciones en diseminado con uso diferente del exclusivamente agrícola o ganadero y 1.000 m a campamentos de turismo, núcleo rural y suelos clasificados como urbano o urbanizable; pero Asturias incluye además una limitación de 200 m de distancia a las edificaciones de uso exclusivamente agrícola o ganadero; Galicia especifica una distancia de 500 m a núcleo rural y suelo urbano o urbanizable sectorizado. La Comunidad Foral de Navarra recomienda una distancia de 1.000 m a núcleos urbanos, por su parte Valencia obliga a respetar una distancia de 1.000 m a suelo urbano o urbanizable, pero no considera distancias si se trata de suelo exclusivamente industrial. Por último, Castilla-La Mancha prohíbe la instalación de aerogeneradores en los núcleos urbanos, pero no especifica distancias.

La distancia a núcleos urbanos que delimita la zona de sensibilidad ambiental máxima en el modelo para la instalación de parques eólicos será de 1.000 m siguiendo el principio de precaución.

### **CRITERIO ENERGÍA FOTOVOLTAICA**

En cuanto a las instalaciones fotovoltaicas, no se ha encontrado ninguna referencia a distancias mínimas en los documentos consultados, por lo que se traslada al modelo, considerando que el límite del núcleo urbano será la línea que marque la zona de sensibilidad ambiental máxima para este tipo de instalaciones.





## 4.2. Masas de agua y zonas inundables.

El agua es un factor fundamental en el medio ambiente. En España existen numerosos cauces, lagos, lagunas y embalses superficiales, así como zonas de inundación asociadas a los mismos. El Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas, contempla estas masas de aguas, así como sus zonas de protección. En este sentido, el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, y sus modificaciones posteriores define 3 zonas, la zona de Dominio Público Hidráulico (DPH), que incluye todas las aguas continentales, cauces, lagos, lagunas, embalses y acuíferos a efectos de afección a recursos hídricos, así como la zona de servidumbre, 5 m a partir del DPH y la zona de policía 100 m a partir del DPH.

Estas zonas tienen una serie de restricciones de uso, así la Zona de DPH de acuerdo con el punto 2 del artículo 6 del Real Decreto 849/1986 *“La protección del dominio público hidráulico tiene como objetivos fundamentales los enumerados en el artículo 92 del texto refundido de la Ley de Aguas...”* dicho artículo define los objetivos de protección de las aguas y del dominio público hidráulico.

La zona de servidumbre, viene regulada por el artículo 7 del citado Real Decreto 849/1986 donde dice: *“3. Con carácter general no se podrá realizar ningún tipo de construcción en esta zona salvo que resulte conveniente o necesaria para el uso del dominio público hidráulico o para su conservación y restauración. Solo podrán autorizarse edificaciones en zona de servidumbre en casos muy justificados”*

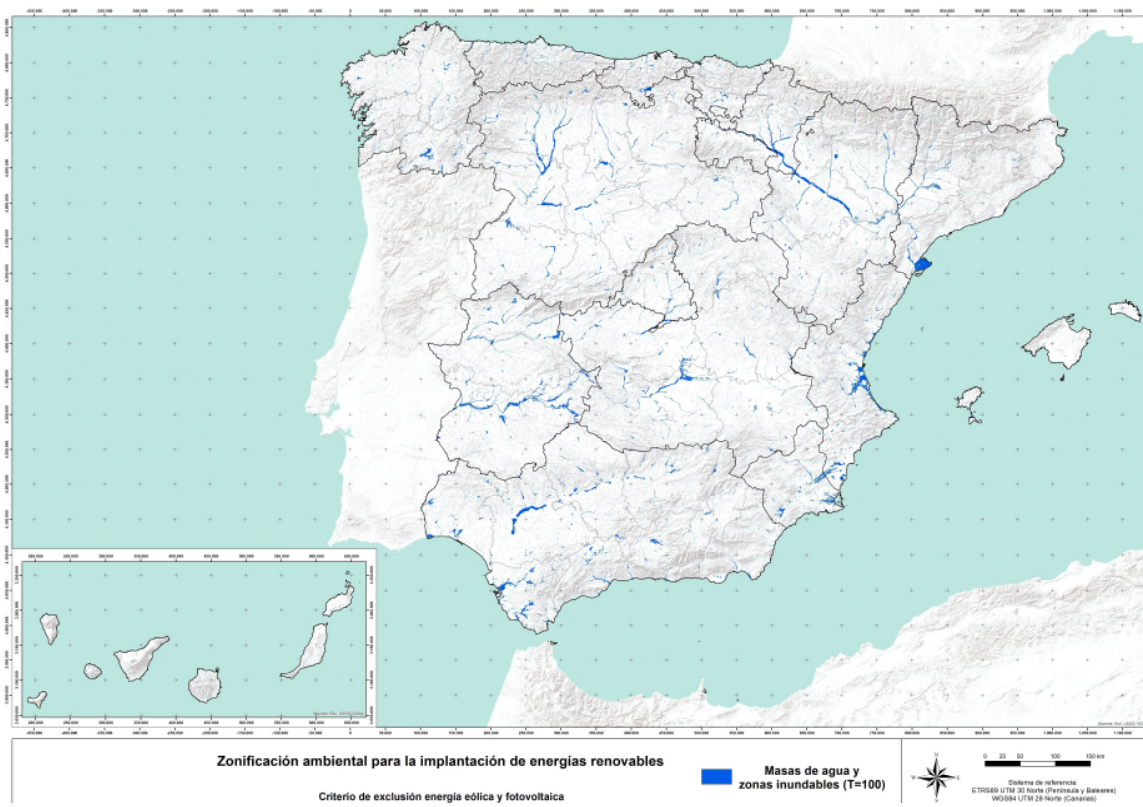
Por último, en la zona de Policía se podrán realizar ciertas actividades industriales, siempre que se cumplan una serie de requisitos. Además, los artículos 9 y 14 del citado Reglamento de DPH, redefinen la zona de policía en algunos casos a partir de la zona de flujo preferente, aquella zona constituida por la unión de la zona o zonas donde se concentra preferentemente el flujo durante las avenidas, o vía de intenso desagüe, y de la zona donde, para la avenida de 100 años de periodo de retorno, se puedan producir graves daños sobre las personas y los bienes, quedando delimitado su límite exterior mediante la envolvente de ambas zonas. Además, define las zonas inundables como las delimitadas por los niveles teóricos que alcanzarían las aguas de las avenidas cuyo período estadístico por retorno sea de 500 años. Estas zonas se declararán en los lagos, lagunas, embalses, ríos o arroyos.

Por otro lado, destacar que, en las comunidades de Galicia, Cantabria, Castilla-La Mancha, Comunidad Valenciana, Comunidad Foral de Navarra, Islas Baleares, así como a nivel estatal, se consideran restricciones o condicionantes para la implantación de parques eólicos para alguno de los siguientes elementos del medio: zonas inundables, lagos, embalses, lagunas, zonas húmedas y pantanos.

### CRITERIO COMÚN ENERGÍA EÓLICA Y FOTOVOLTAICA

Por tanto, para el modelo, se han tenido en cuenta como zonas de sensibilidad ambiental máxima todas las categorías de ríos (del 1 al 4) de la Base Topográfica Nacional 100.

Además, se ha tenido en cuenta que la vida útil media de un parque o planta, de las energías en estudio, se estima entre los 20 y los 25 años. Por este motivo, se incluyen en el modelo como zonas de sensibilidad ambiental máxima para la instalación de energía eólica y fotovoltaica las masas de agua, así como su zona inundable cuyo periodo de retorno sea 100 años. De esta manera se cubre una alta probabilidad de ocurrencia durante la existencia de los proyectos.



### 4.3. Planes de recuperación y conservación de especies amenazadas.

La Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad establece la obligación para las comunidades autónomas de redactar un Plan de Recuperación para asegurar la conservación de los taxones o poblaciones amenazadas incluidos en la categoría de «en peligro de extinción», que incluya las medidas más adecuadas para el cumplimiento de los objetivos buscados y, en su caso, la designación de áreas críticas. Para su elaboración y aprobación existía un plazo máximo de tres años. De forma similar, en el caso de los taxones o poblaciones amenazadas incluidas en la categoría de «vulnerable», se debía elaborar y aprobar un Plan de Conservación, en un plazo de cinco años.

Para incorporar en el modelo este indicador se ha realizado una revisión, por comunidad autónoma y especie amenazada de su Catálogo Regional, de la legislación que aprueba cada uno de los citados Planes, así como su disponibilidad cartográfica. Además, en el caso de los Planes de Recuperación también se ha revisado la designación y cartografía de áreas críticas (Ver *Anexo III. Planes de recuperación y conservación de especies amenazadas*).

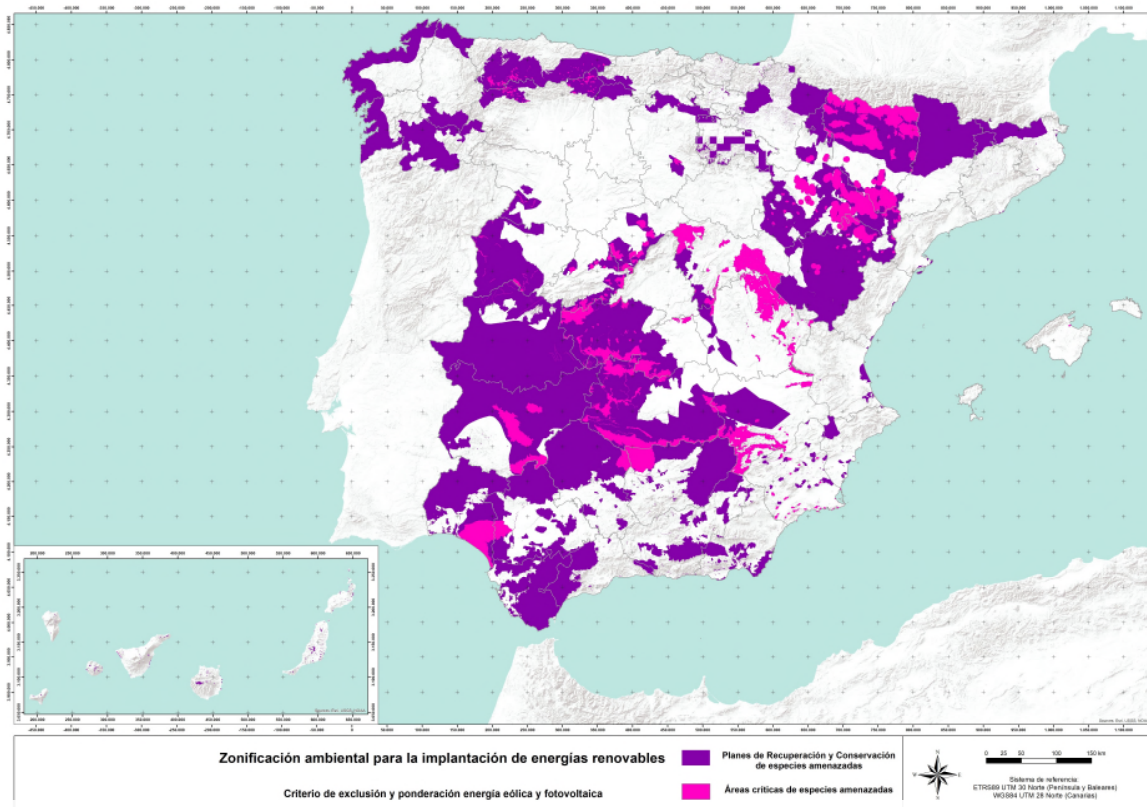
Las especies amenazadas que son objeto de estos Planes se consideran “especies paraguas” a efectos de este indicador, es decir, aquellas cuya presencia asegura el buen estado de otras muchas poblaciones de seres vivos y de los ecosistemas en general, puesto que se trata de especies muy sensibles que requieren hábitats bien conservados, en los que sin duda si ellas persisten, sobrevivirá una gran variedad de especies, y por lo tanto representativas de los factores flora y fauna.

Hay que destacar que, en la planificación energética de Aragón, Asturias, Cantabria, Canarias, Castilla- La Mancha, Cataluña, Ceuta, Comunidad Foral de Navarra y País Vasco se contemplan condiciones, restricciones, particularidades o exclusiones respecto a este indicador específicamente, o a especies en peligro de extinción o vulnerables.

#### **CRITERIO COMÚN ENERGÍA EÓLICA Y FOTOVOLTAICA**

Para el modelo se han considerado como zonas de sensibilidad ambiental máxima las áreas críticas disponibles y definidas en los Planes de Recuperación, debido a que estos sectores incluidos en el área de distribución de una especie contienen hábitats esenciales para la conservación favorable de la misma o por su situación estratégica requieren un adecuado mantenimiento.

En cuanto al resto del área ocupada por el ámbito de aplicación del Plan de Recuperación o de Conservación (áreas de campeo, alimentación, dispersión, etc.) se tiene en cuenta su presencia – ausencia, y será un indicador ponderado, debido a la sensibilidad que tienen estas zonas y a la necesidad de preservar estos espacios.



#### 4.4. Zonas de protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.

El Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión, respondiendo a las directrices de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad entre otras leyes y convenios, tiene por objeto reducir el riesgo de colisión y electrocución de avifauna con tendidos eléctricos de alta tensión.

Entre las medidas que se incluyen en el Real Decreto, se definen zonas de protección para la avifauna que deben ser designadas por cada comunidad autónoma.

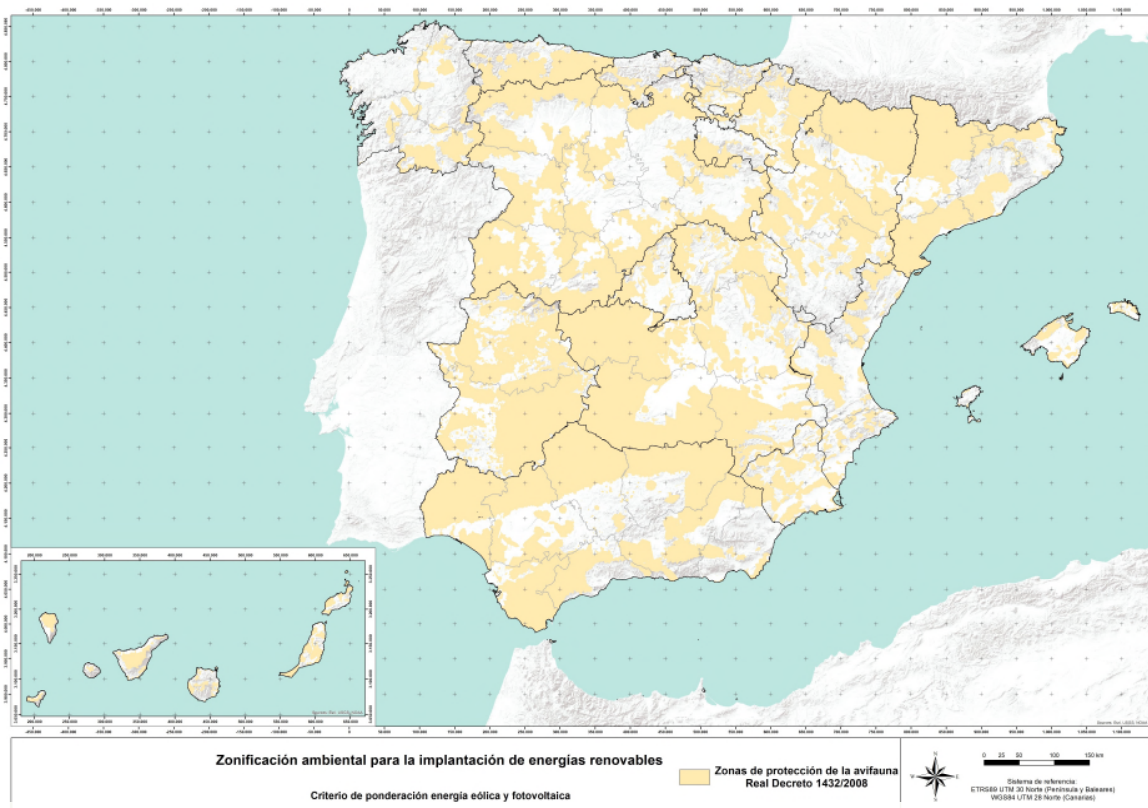
En esta cuestión todas las comunidades autónomas, a excepción de la Ciudad Autónoma de Melilla, tienen legislación específica, aunque no es un indicador utilizado en su normativa de gestión o planificación energética.

En el modelo se incluyen las zonas designadas por cada región, y para la excepción, aquellas zonas reguladas en el apartado 1 a) del artículo 4 del Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto (Ver Anexo IV. Real Decreto de protección de la avifauna en líneas eléctricas de alta tensión).

### CRITERIO COMÚN ENERGÍA EÓLICA Y FOTOVOLTAICA

Se ha considerado de interés incorporar al modelo de zonificación estas zonas de protección como indicador del factor fauna, teniendo en cuenta que los proyectos de generación de energía renovable suelen llevar asociada la construcción de tendidos eléctricos aéreos de alta tensión. No obstante, dado que el alcance de este estudio no incluye la implantación de los tendidos, y aplicando el principio de precaución, se considera análogo, en cuanto a importancia del territorio, el impacto por colisión y electrocución en tendidos eléctricos al de colisión, molestia, pérdida de hábitat, ocupación territorial de grandes extensiones, etc. por parques eólicos o plantas fotovoltaicas.

Se introducen dichas áreas en el modelo como zonas a ponderar, teniendo en cuenta su presencia - ausencia.



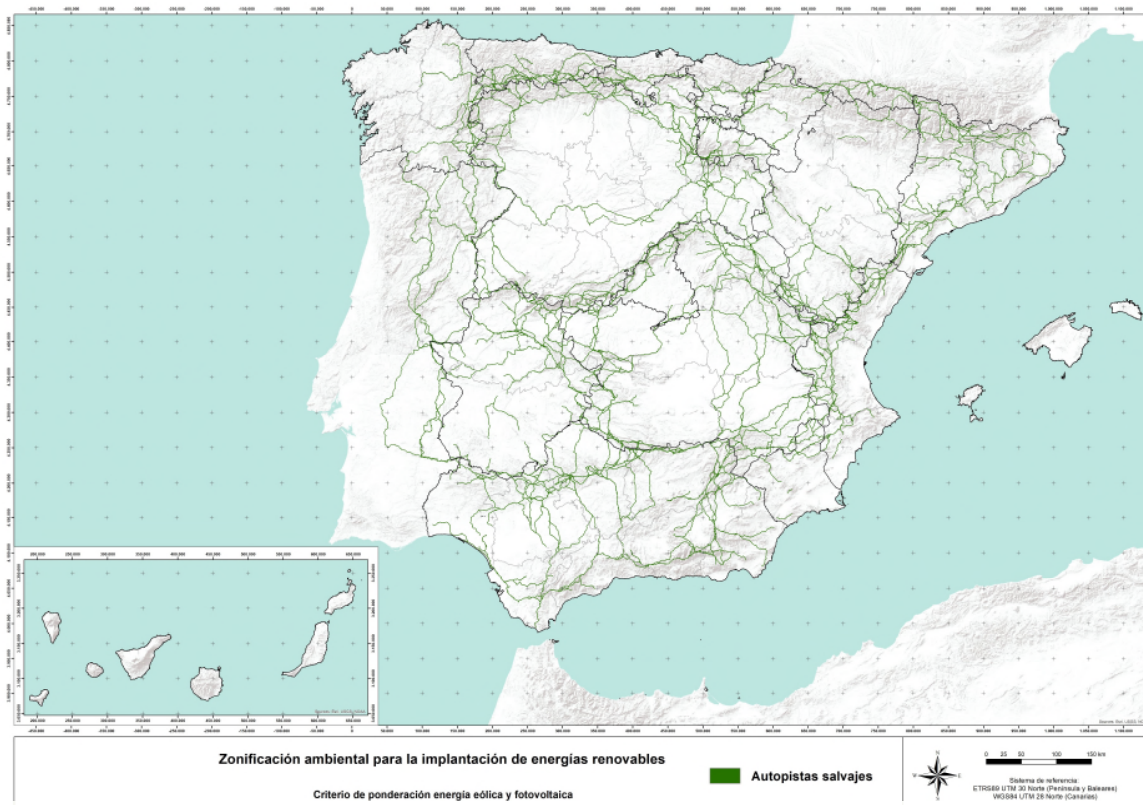
## 4.5. Conectividad ecológica. Autopistas salvajes.

WWF España presenta en 2018 el proyecto “Autopistas Salvajes. Propuesta para una Red Estratégica de Corredores Ecológicos” para toda la España Peninsular, que consiste en la identificación de 12 corredores ecológicos para garantizar la conectividad de los espacios naturales y la movilidad de la fauna y flora ibérica. Dicha propuesta se fundamenta en los resultados del “Estudio para la identificación de redes de conectividad entre espacios forestales de la Red Natura 2000 en España” (ETSI Montes, Forestal y del Medio Natural. UPM. 2016) (Ver Anexo I. Fuentes de información cartográfica y bibliografía).

Aunque sea una herramienta específica para mamíferos forestales, se introducen estos corredores ecológicos prioritarios en el modelo de sensibilidad ambiental como indicador de la fauna y la flora, ya que se considera que éstos son importantes indicadores de la conectividad entre hábitats, y viene avalado por expertos en esta materia. Se utiliza para identificar zonas del territorio que consigan mantener la continuidad de ecosistemas o de los servicios ecosistémicos, teniendo en cuenta las posibles interacciones por ocupación de terreno y destrucción de hábitats que puedan conllevar los potenciales parques eólicos o fotovoltaicos a implantar.

### CRITERIO COMÚN ENERGÍA EÓLICA Y FOTOVOLTAICA

La cartografía disponible de las autopistas salvajes son líneas que, según el estudio de WWF España, han sido obtenidas de un ráster de 100 m de píxel, por lo que para el presente modelo se aplica un buffer de 50 m a cada lado de cada polilínea de la cartografía fuente. Para el modelo se tiene en cuenta la presencia - ausencia de corredor en el territorio analizado.



## 4.6. Áreas Importantes para la Conservación de las Aves y la Biodiversidad en España.

SEO/BirdLife tiene desde mediados de los años 80 (con su última actualización en 2012) un inventario de zonas que, cumpliendo una serie de criterios científicos, son consideradas importantes a nivel internacional para la conservación de más de 150 especies de aves amenazadas. El inventario de Áreas Importantes para la Conservación de las Aves y la Biodiversidad en España (IBAs), incluye 469 áreas, de las cuales las terrestres ocupan algo más de 18 millones de ha, es decir un 36% de la superficie del país.

Las IBAs no son únicamente una serie de espacios designados bajo criterios científicos con el fin último de la conservación de la avifauna, sino que también cumplen una función imprescindible, como es la unión e interconexión de sus poblaciones.

En las planificaciones y normativa de las distintas comunidades autónomas, cuatro de ellas, Canarias, Cantabria, Castilla-La Mancha, y Castilla y León recogen limitaciones (distintos niveles de restricción) a la implantación de energía eólica en estas áreas.

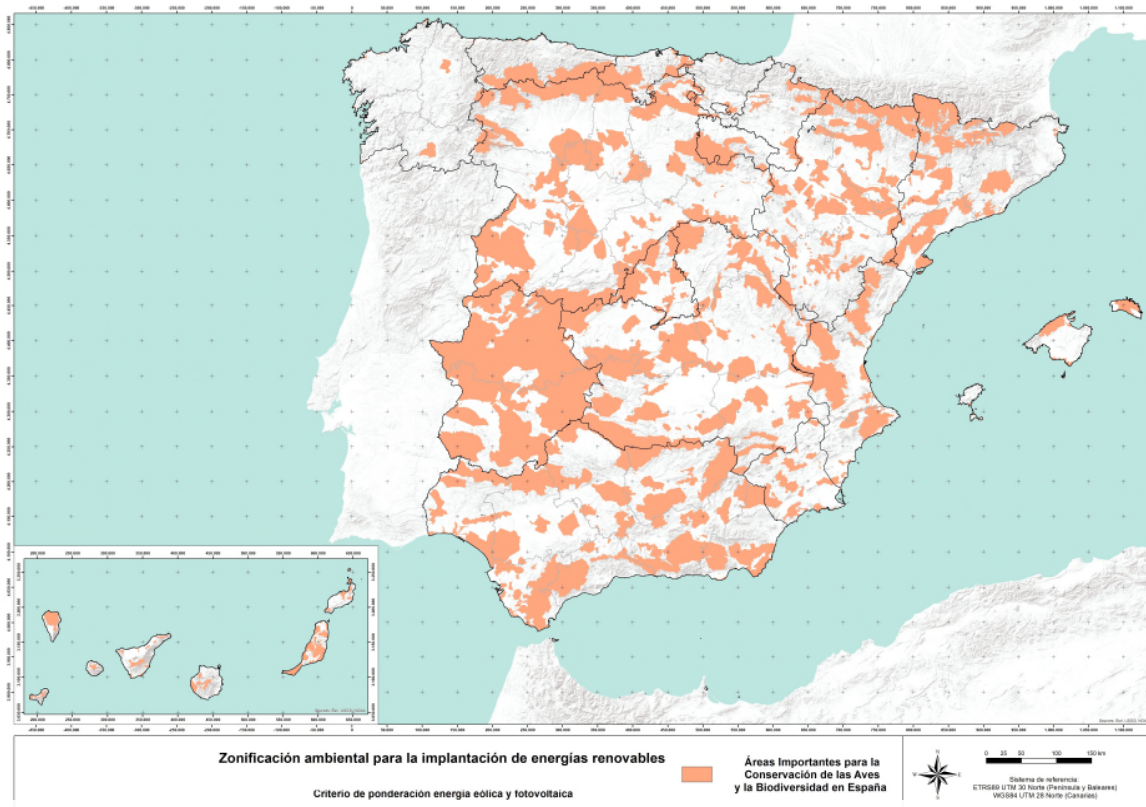
Por otro lado, en la mayoría del planeta la identificación de las IBAs tiene un importante componente de conservación, aunque sin implicaciones legales, salvo en la Unión Europea, dónde el Tribunal de Justicia de la Unión Europea, con sede en Luxemburgo, ha dotado a las IBAs de una protección adicional respecto a una zona que no cuente con ninguna salvaguarda. En las IBAs se localizan de forma regular un alto porcentaje de la población de una o varias especies de aves prioritarias<sup>4</sup>.

### CRITERIO COMÚN ENERGÍA EÓLICA Y FOTOVOLTAICA

Por estos motivos, se incluyen en el modelo territorial las IBAs terrestres como indicador representativo de conectividad (interacción entre factores) y fauna, siendo las aves el indicador “paraguas” de otras muchas especies y hábitats quedando representada toda una comunidad ecológica bajo su cobertura. Para el modelo se tiene en cuenta su presencia – ausencia.

---

<sup>4</sup> Determinadas por la Directiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de noviembre de 2009, relativa a la conservación de las aves silvestres.



#### 4.7. Hábitats de interés comunitario.

La Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres, así como la Ley 42/2007, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, define los hábitats naturales de interés comunitario.

Se trata de aquellas áreas naturales y seminaturales, terrestres o acuáticas, que, en el territorio europeo de los Estados miembros de la Unión Europea se encuentran amenazados de desaparición en su área de distribución natural, o presentan un área de distribución natural reducida a causa de su regresión o debido a que es intrínsecamente restringida, o constituyen ejemplos representativos de una o de varias de las regiones biogeográficas de la Unión Europea.

De entre ellos destacan los hábitats prioritarios, puesto que están amenazados de desaparición y su conservación supone una responsabilidad especial. La Administración General del Estado y las comunidades autónomas, en el ámbito de sus respectivas competencias, tienen el cometido de vigilar su estado de conservación, teniendo especialmente en cuenta estos tipos de hábitats naturales prioritarios.



Hay que destacar que, en Aragón, Canarias, Cantabria, Castilla-La Mancha, Comunidad Foral de Navarra y País Vasco se considera en su normativa de gestión energética este indicador, con particularidades, como zonas condicionadas.

Los hábitats de interés comunitario se incluyen en el modelo de sensibilidad ambiental como indicador representativo de la flora, la geodiversidad, el suelo y la biodiversidad.

### **CRITERIO COMÚN ENERGÍA EÓLICA Y FOTOVOLTAICA**

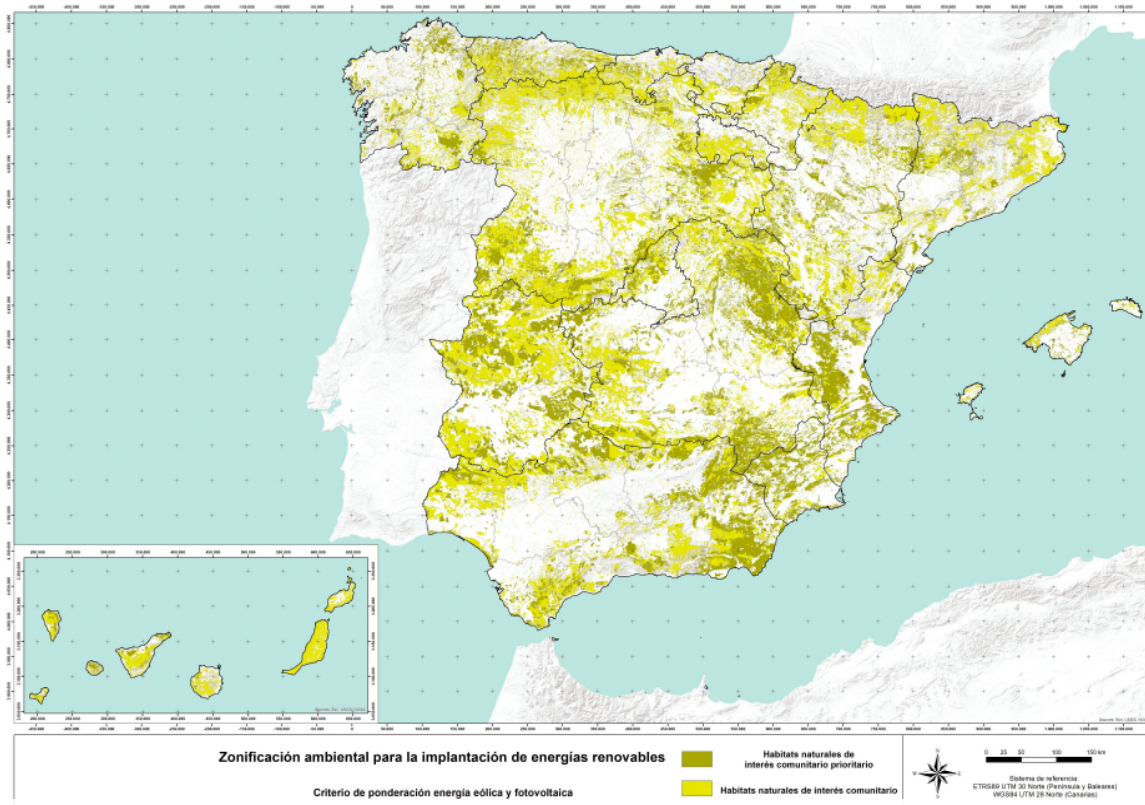
A nivel estatal se dispone de dos fuentes de información que recogen este indicador: la cartografía del inventario de hábitat de la Directiva 92/43/CE (1997) y el Atlas y Manual de los Hábitats Naturales y Seminaturales de España (2005).

Para representar este indicador se ha seleccionado los datos contenidos en el citado Atlas al estar más actualizado, ya que las áreas delimitadas son el resultado de cartografiar la vegetación de España considerando la asociación vegetal como unidad inventariable y a una escala de trabajo de campo de 1:50.000 utilizando como base la cartografía de la citada Directiva.

Esta cartografía está formada por geometrías que pueden contener varios tipos de hábitats (relación uno a muchos), por lo que se consideran dos indicadores que serán ponderados independientemente con distintos pesos:

- Hábitats de interés comunitario prioritario: los recintos que presentan en toda su superficie, o en parte, algún hábitat de carácter prioritario.
- Hábitats de interés comunitario: el resto de recintos que no presentan ningún hábitat de carácter prioritario.

Para el modelo se tiene en cuenta la presencia - ausencia de los mismos.



#### 4.8. Red Natura 2000.

La Red Natura 2000 es la Red Ecológica más importante para la conservación de la naturaleza en la Unión Europea, que se desarrolla a partir de dos directivas europeas: la Directiva Aves y la Directiva Hábitats (Directiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de noviembre de 2009, relativa a la conservación de las aves silvestres y Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres) traspuestas al ordenamiento jurídico español por la citada Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, según la cual, “...está compuesta por los Lugares de Importancia Comunitaria (en adelante LIC), hasta su transformación en Zonas Especiales de Conservación (en adelante ZEC), dichas ZEC y las Zonas de Especial Protección para las Aves (en adelante ZEPA), cuya gestión tendrá en cuenta las exigencias ecológicas, económicas, sociales y culturales, así como las particularidades regionales y locales.”

Su finalidad es asegurar la supervivencia a largo plazo de las especies y los tipos de hábitat en Europa, contribuyendo a detener la pérdida de biodiversidad.

En general, las comunidades autónomas tienen especificadas las restricciones o exclusiones ambientales en su normativa energética para este indicador a excepción de Andalucía, Comunidad Madrid, La Rioja, Región de Murcia, y la Ciudad Autónoma de Melilla que o no tienen planificación, o no la detallan en ella.

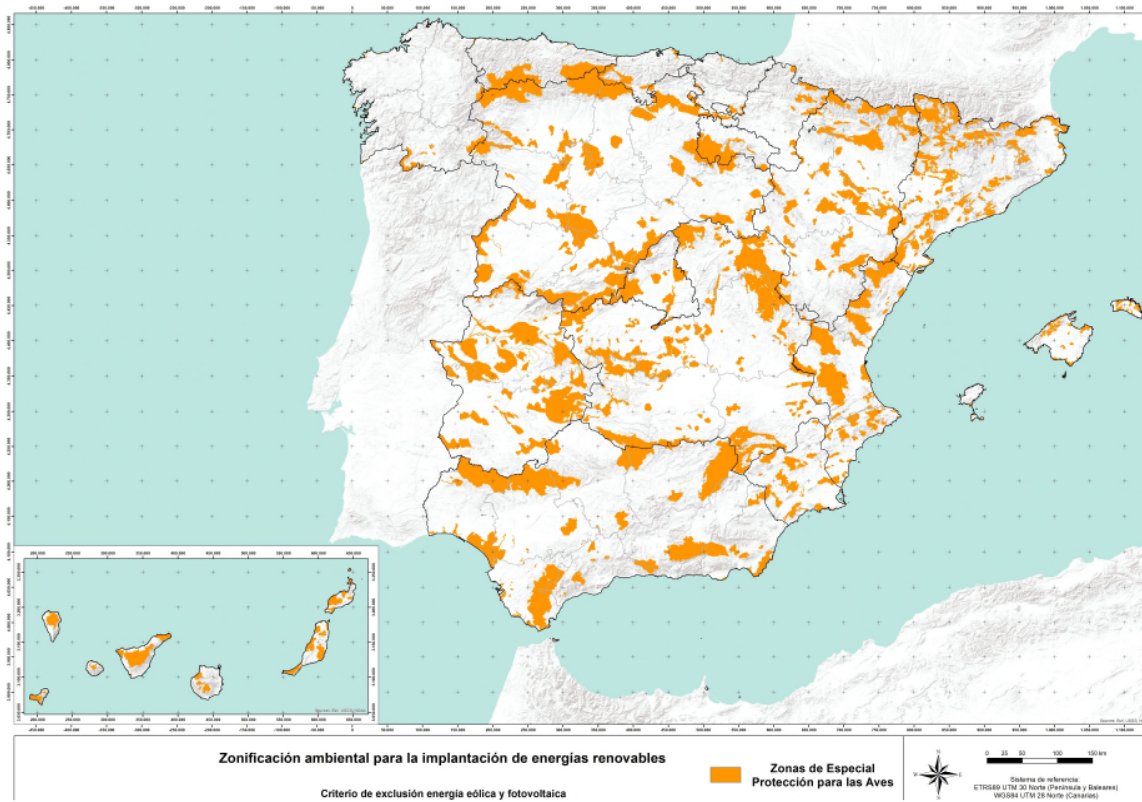
Por este motivo se incluyen en el modelo territorial como indicador representativo de la biodiversidad.

#### 4.8.1. Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA)

Estas áreas albergan aquellas especies de aves cuya protección favorece la conservación del resto de especies de fauna y flora que habitan en sus áreas de distribución. La protección de las aves por tanto también es útil para salvaguardar el estado de conservación de los hábitats.

##### CRITERIO COMÚN ENERGÍA EÓLICA Y FOTOVOLTAICA

En relación a la implantación de energías renovables, las ZEPA se han considerado como zonas de sensibilidad ambiental máxima para ambas tecnologías, con el fin de mantener la conservación de las especies de aves incluidas en el anexo IV de la Ley de Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, y para las aves migratorias de presencia regular en España de forma que se garantice su supervivencia y reproducción. Son un total de 657 ZEPA en territorio nacional (diciembre 2019).



#### **4.8.2. Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) y Zonas Especiales de Conservación (ZEC)**

Los LIC son lugares que albergan tipos de hábitats naturales y los hábitats de las especies de interés comunitario, que figuran respectivamente en los anexos I y II de la ley 42/2007, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, en su área de distribución natural. Por su parte, las ZEC son LIC designados por las Comunidades Autónomas, en los que se aplican medidas de conservación para los hábitats y poblaciones de especies especificadas en un instrumento o Plan de Gestión.

Dada la heterogeneidad de objetivos de conservación (hábitats y/o especies) que albergan estos espacios, la implantación de proyectos de energía renovable en ellos puede producir impactos muy diversos. Por ello, en el presente modelo se han considerado algunos de ellos como zonas de sensibilidad ambiental máxima según los siguientes criterios:

##### **CRITERIO ENERGÍA EÓLICA**

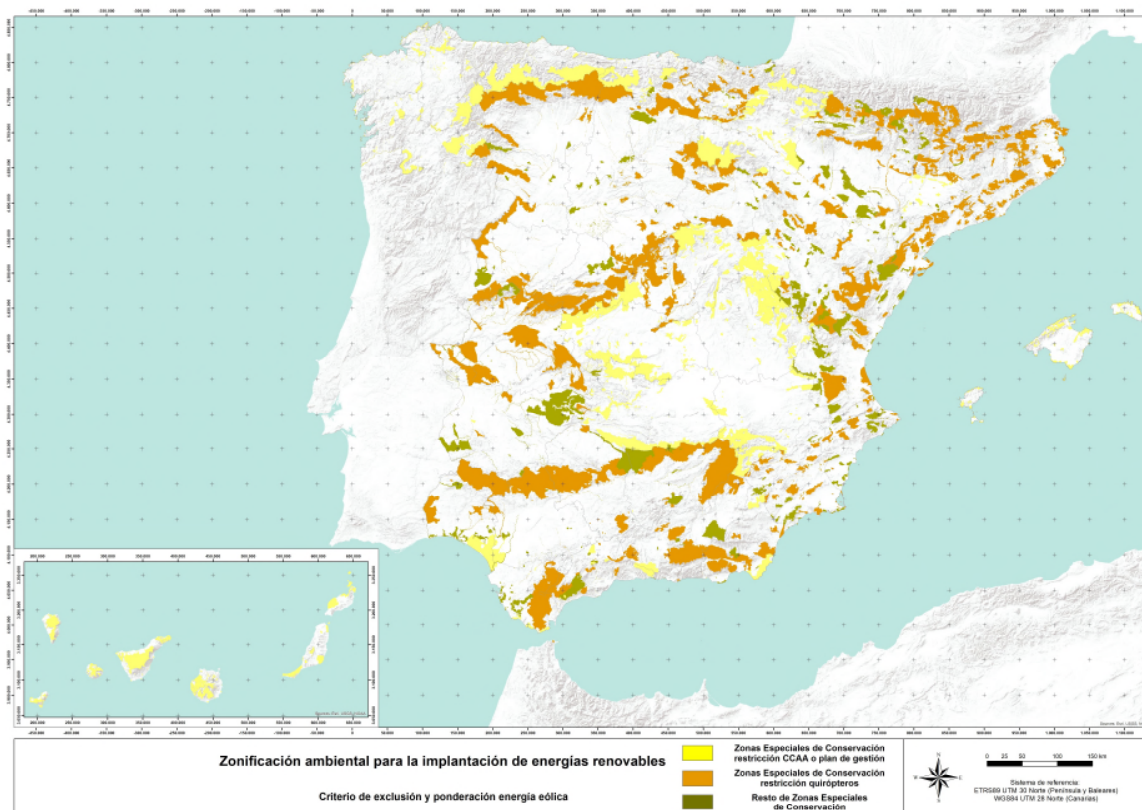
En primer lugar, se han revisado en cada comunidad autónoma las planificaciones energéticas y las normativas de protección de la biodiversidad, con el fin de determinar si la implantación de parques eólicos se encuentra dentro de las actividades y usos permitidos en los espacios de la Red Natura 2000 declarados ZEC o propuestos como LIC (con un total de 1.104 ZEC y 363 LIC - diciembre 2019-). Si en alguna de estas regulaciones hay prohibiciones al respecto, se consideran dichos espacios como una zona de sensibilidad ambiental máxima (Ver *Anexo V. Definición de zonas de sensibilidad ambiental máxima para parques eólicos y plantas fotovoltaicas en ZEC/LIC de Red Natura 2000*).

En segundo lugar, en caso de que no haya especificaciones generales para estas zonas, se revisan los instrumentos o planes de gestión, ordenación, etc. de cada espacio designado ZEC para ver las prohibiciones particulares de cada uno, y en su caso considerarlo también una zona de sensibilidad ambiental máxima (Ver *anexo V a. Definición de ZEC/LIC como zonas de sensibilidad ambiental máxima para parques eólicos y plantas fotovoltaicas por normativa*).

En las ZEC en las comunidades autónomas de Asturias, Cantabria, Canarias, Castilla-La Mancha, Cataluña (<1.000 ha), Comunidad Foral de Navarra, Baleares y Galicia, no se permite la implantación de energía eólica según su planificación energética o de protección de la naturaleza y/o Red Natura 2000. En el resto de comunidades, como son Andalucía, Cataluña (>1.000 ha), Castilla y León, Comunidad de Madrid, Comunidad Valenciana, Extremadura, Melilla, La Rioja y País Vasco y Región de Murcia, se han revisado uno a uno los planes de gestión de cada ZEC, excluyendo (considerados como zonas de sensibilidad ambiental máxima) aquellos en los que así venga determinado. En el caso concreto de Aragón y Ceuta aún no se han aprobado los planes de gestión de los Lugares de Importancia Comunitaria, por lo tanto, no tienen especificadas restricciones sobre este tipo de energías en esta normativa de gestión.

En este caso para el modelo se tiene en cuenta la presencia – ausencia del resto de ZEC/LIC sin especificaciones al respecto, como elementos ponderados.

Por último, considerando la especial vulnerabilidad de los quirópteros frente a los aerogeneradores, se ha efectuado una revisión de todos los ZEC/LIC en los que el grupo taxonómico quirópteros sea considerado como un objetivo de conservación, realizando una consulta al CNTRYES del Banco de Datos de la Biodiversidad (diciembre 2019) sobre las especies de interés comunitario de este grupo faunístico. Se recurre a 9 especies de quirópteros cuya vulnerabilidad es elevada ante esta tipología de proyectos y que se encuentran en el Anexo II de la Directiva Hábitats (Ver Anexo V b. Definición de ZEC/LIC como zonas de sensibilidad ambiental máxima para parques eólicos por presencia de quirópteros). Dichos espacios se consideran en el modelo también como una zona de sensibilidad ambiental máxima.



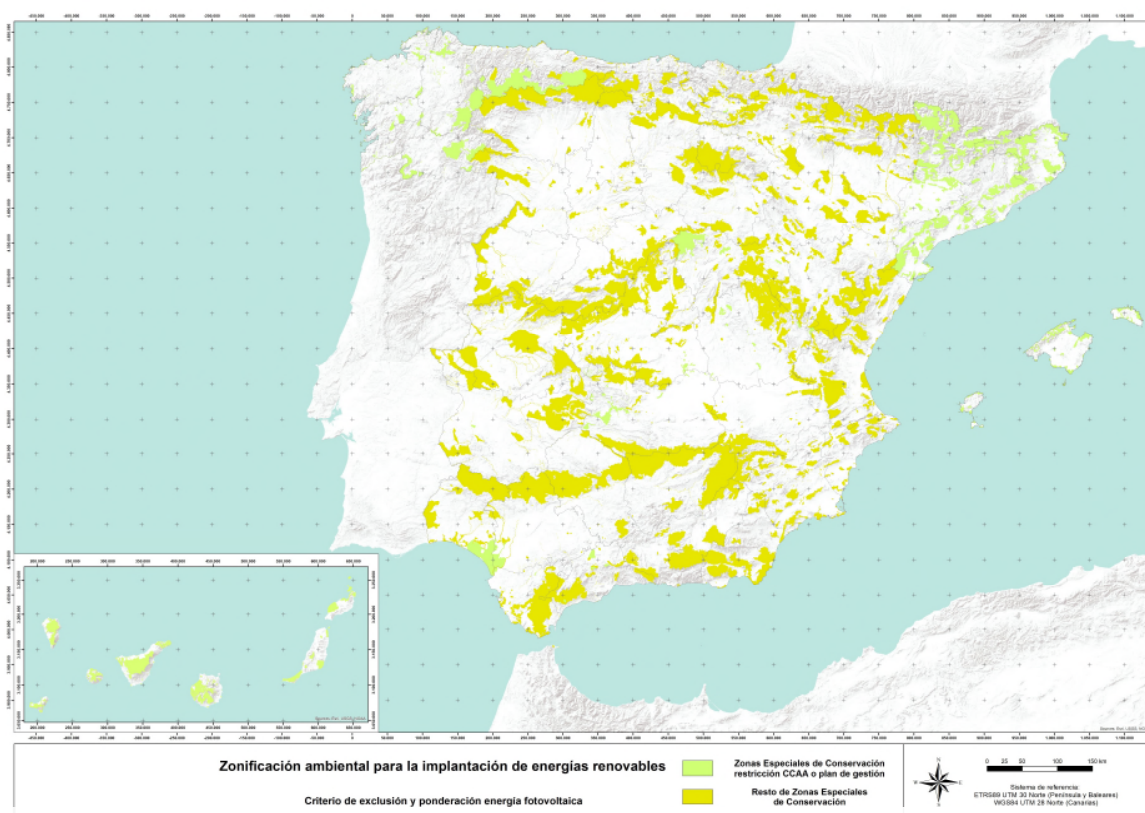
## CRITERIO ENERGÍA FOTOVOLTAICA

Se procede de la misma manera que para la energía eólica, revisando en primer lugar la normativa del sector energético o de protección de la Red Natura 2000 y, posteriormente, en caso de ausencia de restricciones, la legislación de gestión de cada espacio designado. No se han considerado los quirópteros como criterio para los proyectos de energía fotovoltaica.

Algunas comunidades autónomas como Galicia, Canarias, Cataluña e Islas Baleares establecen estos espacios como zonas de exclusión, no aptas, no permitidas, etc. para la instalación de energía fotovoltaica en su normativa de protección de la naturaleza o planificación energética, mientras que la Comunidad Valenciana lo condiciona a que dispongan de norma de gestión aprobada y a la zonificación. Por último, Comunidad Foral de Navarra indica, de manera general, la posibilidad de implantar esta energía en LIC siempre que se tomen las medidas oportunas para proteger los valores ambientales de dicho espacio.

Para el resto de comunidades autónomas, se han revisado los planes de gestión de todos sus ZEC. Resultando algunos de estos espacios con exclusión en Andalucía, Asturias, Castilla-La Mancha, Extremadura y País Vasco debido a las especificaciones recogidas en estos instrumentos de gestión. (Ver Anexo V a. Definición de ZEC/LIC como zonas de sensibilidad ambiental máxima para parques eólicos y plantas fotovoltaicas por normativa).

En este caso para el modelo se tiene en cuenta la presencia – ausencia de los ZEC/LIC sin especificaciones al respecto, como elementos ponderados.



## 4.9. Espacios Naturales Protegidos.

La Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, modificada por la Ley 33/2015, considera espacios naturales protegidos los espacios del territorio nacional, incluidas las aguas continentales, y el medio marino, junto con la zona económica exclusiva y la plataforma continental, que contengan sistemas o elementos naturales representativos, singulares, frágiles, amenazados o de especial interés ecológico, científico, paisajístico, geológico o educativo, o estén dedicados especialmente a la protección y el mantenimiento de la diversidad biológica, de la geodiversidad y de los recursos naturales y culturales asociados.

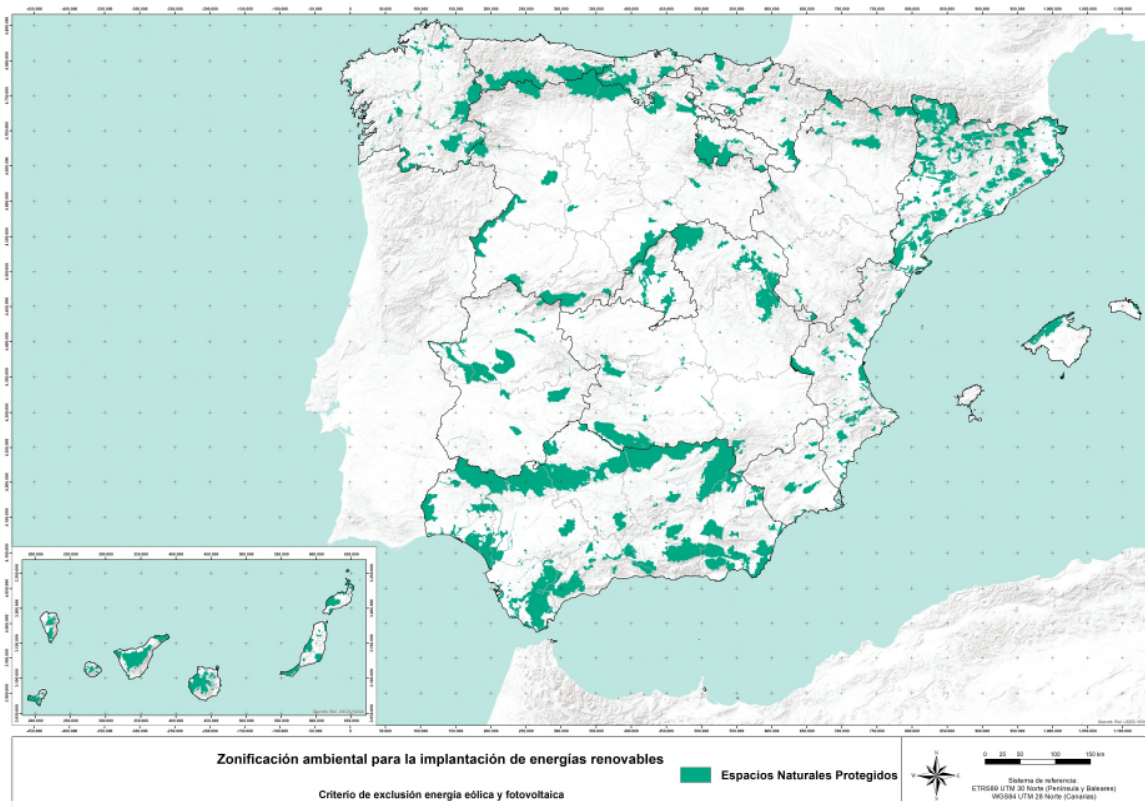
Esta Ley clasifica los espacios naturales protegidos en función de los bienes y valores a proteger y de los objetivos de gestión a cumplir en alguna de las siguientes categorías: Parques, Reservas Naturales, Áreas Marinas Protegidas, Monumentos Naturales y Paisajes Protegidos. Por este motivo se incluyen en el modelo territorial como indicador representativo de la biodiversidad.

La mayoría de las comunidades autónomas, así como a nivel estatal, tienen especificadas las restricciones o condicionantes ambientales en su normativa energética para este indicador, a excepción de las comunidades de Andalucía, Galicia, La Rioja, Madrid, Región de Murcia, y la ciudad autónoma de Melilla que, o bien no tienen planificación, o bien no detallan los criterios ambientales utilizados, en su caso.

### CRITERIO COMÚN ENERGÍA EÓLICA Y FOTOVOLTAICA

Los terrenos ubicados en estos espacios declarados protegidos suponen unas externalidades positivas ya que, entre otros, prestan una serie de servicios como son: la conservación del patrimonio natural, de la biodiversidad, geodiversidad y del paisaje, con especial atención a hábitats y especies amenazadas; la fijación de dióxido de carbono como medida de contribución a la mitigación del cambio climático; la conservación de los suelos y del régimen hidrológico como medida de lucha contra la desertificación, así como la pérdida o degradación del suelo y de los recursos hídricos superficiales y subterráneos; igualmente como la recarga de acuíferos y la prevención de riesgos geológicos.

En este sentido, y siguiendo el principio de precaución, se han considerado como zonas de sensibilidad ambiental máxima estos espacios protegidos con el fin de preservar los valores naturales y/o singulares que los caracterizan, salvaguardando la interacción entre los mismos.



## **4.10. Humedales RAMSAR.**

Los humedales son indispensables por los innumerables beneficios o "servicios ecosistémicos" que brindan a la humanidad, desde suministro de agua dulce, alimentos, materiales de construcción y biodiversidad, hasta control de crecidas, recarga de aguas subterráneas y mitigación del cambio climático.

El Convenio Ramsar, ratificado en España en 1982, es un tratado intergubernamental cuyo objetivo es la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo.

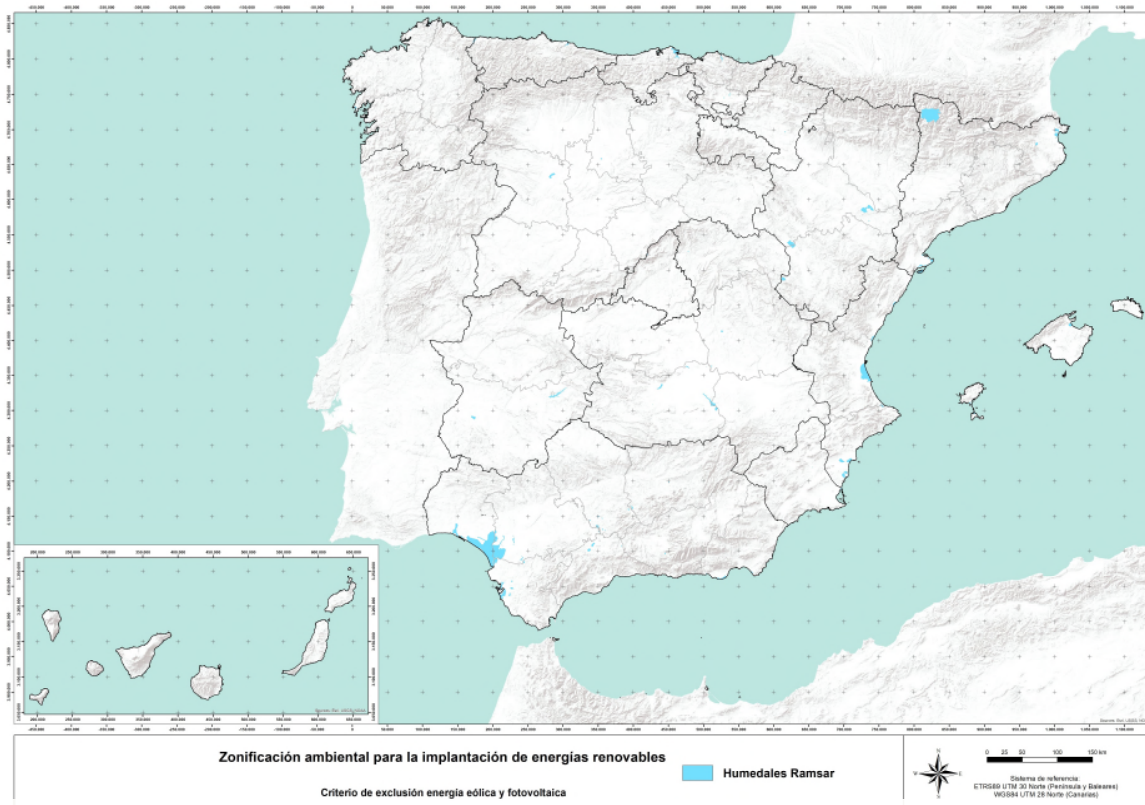
Uno de los principales compromisos que adquieren los estados firmantes del convenio es el de designar humedales para ser incluidos en la Lista de Humedales de Importancia Internacional (Lista Ramsar), en base a su representatividad o su importancia como hábitat de aves acuáticas, entre otros taxones.

La citada Ley 42/2007, de 13 de diciembre, de Patrimonio Natural y Biodiversidad, modificada por la Ley 33/2015, considera a los humedales parte fundamental del patrimonio natural, y otorga a los humedales incluidos en la Lista Ramsar la categoría de áreas protegidas por instrumentos internacionales.

### **CRITERIO COMÚN ENERGÍA EÓLICA Y FOTOVOLTAICA**

Teniendo en cuenta el elevado valor ambiental que albergan estos humedales, se incluyen en el modelo como zonas de sensibilidad ambiental máxima siguiendo el principio de precaución, como indicador representativo de la biodiversidad. A este respecto, únicamente Cantabria e Islas Baleares incluyen especificaciones de este indicador en su legislación de gestión energética.





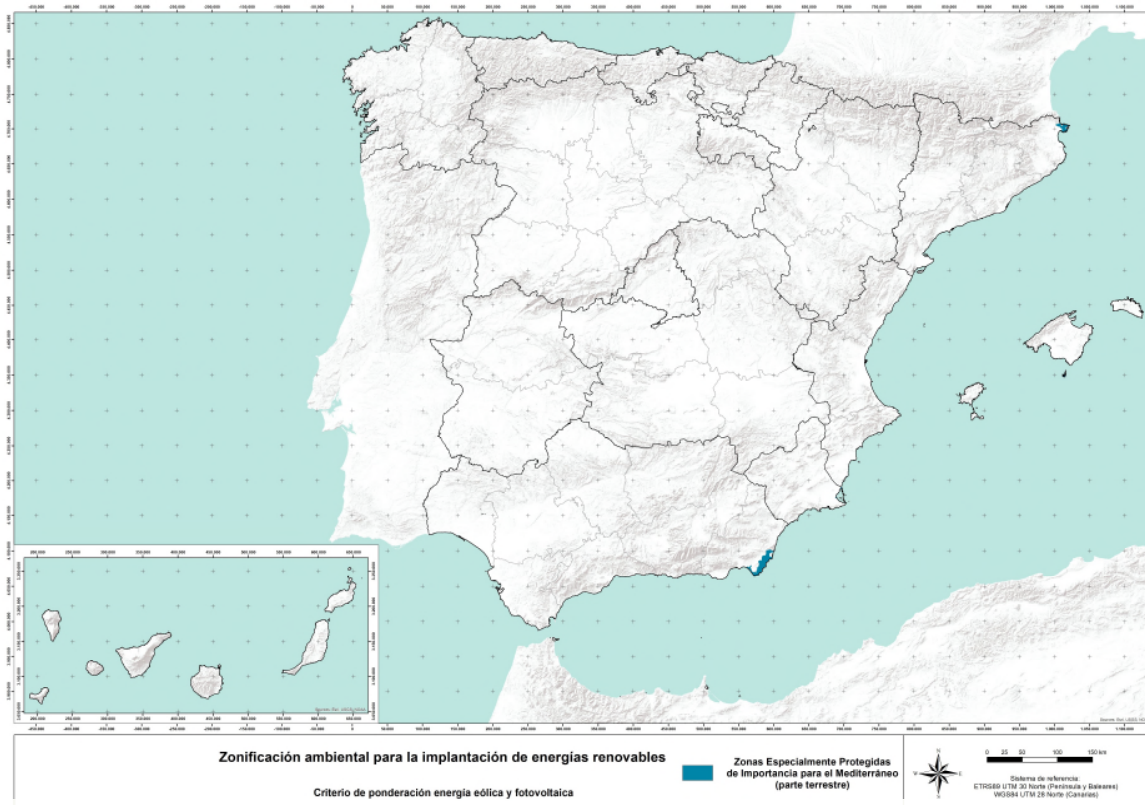
#### 4.11. Zonas Especialmente Protegidas de Importancia para el Mediterráneo (parte terrestre).

Las Zonas Especialmente Protegidas de Importancia para el Mediterráneo (ZEPIM) tienen la consideración de áreas protegidas por instrumentos internacionales según la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, de Patrimonio Natural y Biodiversidad, ya que son zonas designadas de acuerdo al Convenio para la protección del medio marino y de la región costera del Mediterráneo (Convenio de Barcelona, 1995).

Las ZEPIM se centran en la protección de áreas de importancia regional mediterránea, espacios marinos y costeros que por su representatividad y conservación de determinados componentes de la diversidad biológica se sitúan bajo tutela internacional. En el modelo desarrollado mediante este trabajo, únicamente se tiene en cuenta la parte terrestre de dichas zonas para tener en consideración las posibles ubicaciones costeras que estén protegidas bajo este criterio.

#### CRITERIO COMÚN ENERGÍA EÓLICA Y FOTOVOLTAICA

Por este motivo se incluyen en el modelo territorial como indicador representativo de la biodiversidad teniendo en cuenta su presencia - ausencia en el territorio.



## 4.12. Reservas de la Biosfera.

Las Reservas de la Biosfera están reconocidas a nivel internacional por el programa “Hombre y Biosfera” (MaB), por lo que se deben respetar las directrices y normas aplicables de la UNESCO para su integración y mantenimiento como tales. Son territorios cuyo objetivo es armonizar la conservación de la diversidad biológica y cultural y el desarrollo económico y social a través de la relación de las personas con la naturaleza. Se establecen sobre zonas ecológicamente representativas o de valor único, en ambientes terrestres, costeros y marinos, en las cuales la integración de la población humana y sus actividades con la conservación es esencial.

Para el cumplimiento de sus fines, la UNESCO establece que deberán contar con tres tipos de zonas:

1. una o varias zonas núcleo, cuya principal función es la conservación;
2. una o varias zonas tampón que amortigüen los efectos de las acciones humanas sobre las zonas núcleo, y
3. una zona de transición, donde se promuevan actividades económicas sostenibles para favorecer el desarrollo socioeconómico de las poblaciones locales.

En España, las Reservas de la Biosfera están reguladas en la ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, y el Real Decreto 599/2016, de 5 de diciembre, por el que se regula la licencia de uso de la marca «Reservas de la Biosfera Españolas». La red Española de Reservas de la Biosfera en 2019 alcanzó el número de 52, las cuales están distribuidas por 16 de las 17 comunidades autónomas y tres de ellas son transfronterizas con el país vecino Portugal, y una intercontinental con África. En cuanto a este indicador el País Vasco e Islas

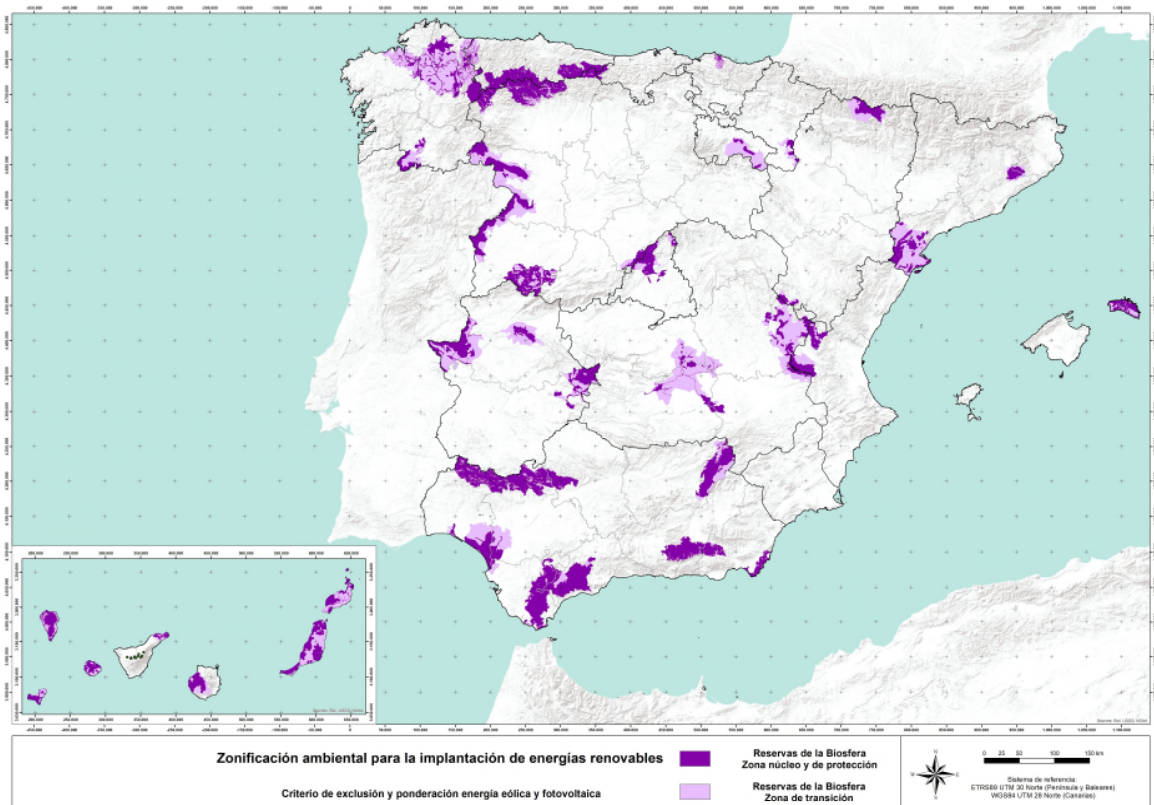
Baleares lo consideran condicionado en su planificación energética.

Dado su carácter integrador y su enfoque dirigido al desarrollo sostenible, se incluyen en el modelo de sensibilidad ambiental como indicador representativo de biodiversidad y población.

### CRITERIO COMÚN ENERGÍA EÓLICA Y FOTOVOLTAICA

En este caso serán consideradas las zonas núcleo y de protección como zonas de sensibilidad ambiental máxima, puesto que tienen como objetivos básicos preservar la diversidad biológica y los ecosistemas.

Las zonas de transición se incluyen en el modelo teniendo en cuenta su presencia - ausencia como zonas ponderadas, ya que se considera que son zonas donde se ha de fomentar el desarrollo socioeconómico para la mejora del bienestar de la población, y son zonas que podrían albergar, a priori, instalaciones de generación de energía renovable.



### **4.13. Lugares de Interés Geológico.**

Los Lugares de Interés Geológico (LIG) se definen como zonas de interés científico, didáctico o turístico que, por su carácter único y/o representativo, son necesarias para el estudio e interpretación del origen y evolución de los grandes dominios geológicos españoles, incluyendo los procesos que los han modelado, los climas del pasado y su evolución paleobiológica.

La Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y de la Biodiversidad incluye dentro del Inventario Estatal del Patrimonio Natural y la Biodiversidad un Inventario de LIG representativos de las principales unidades y contextos geológicos de España.

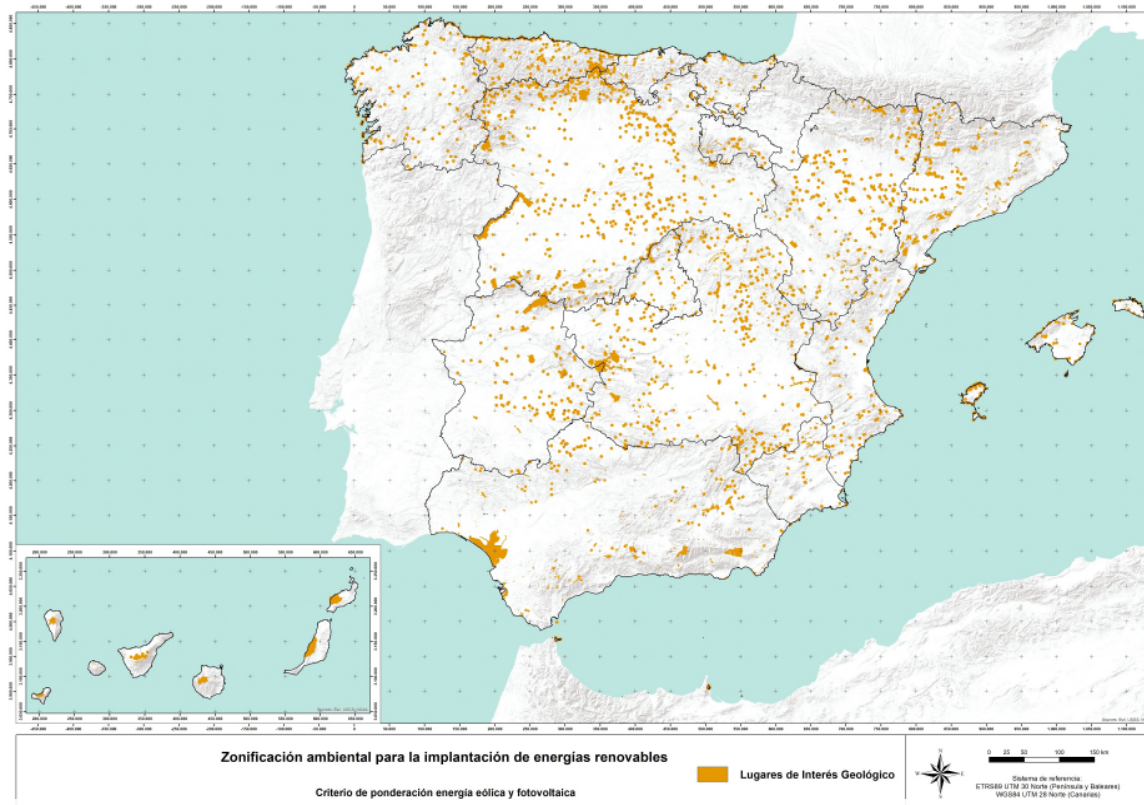
Respecto al tratamiento dado por las distintas comunidades autónomas, la Ley 42/2007, indica que se elaborará y actualizará el inventario por el actual Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, con la colaboración de las comunidades autónomas y de las instituciones de carácter científico. Sin embargo, hasta la fecha son pocas las comunidades autónomas que cuentan con inventarios oficiales.

En el caso de Aragón cabe destacar la creación del inventario como registro público de carácter administrativo, con la obligatoriedad de incorporar planes de gestión específicos en el caso de las áreas de interés geológico y la posibilidad de definir esos planes para los LIGs. En los planes energéticos de las comunidades autónomas este indicador también se tiene en cuenta, como zonas de exclusión en Castilla-La Mancha, y no aptas en la Comunidad Foral de Navarra, y como zonas con restricciones en Canarias, Cantabria y Cataluña.

Debido a que es un bien común y parte de la riqueza natural del país a conservar, se incluyen en el modelo de sensibilidad ambiental como indicador representativo de geodiversidad.

#### **CRITERIO COMÚN ENERGÍA EÓLICA Y FOTOVOLTAICA**

Los LIG del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (©Instituto Geológico y Minero de España (IGME)) se encuentran incluidos en el modelo contemplando la presencia - ausencia de los mismos.



#### 4.14. Visibilidad.

El concepto de paisaje tiene múltiples acepciones e interpretaciones dentro de su significado más amplio abarcando la idea de territorio, condición, cualidad, país, región, identidad, idiosincrasia, agricultura, campo, naturaleza, cultura, etc. pero siempre con una connotación espacial. Esta idea ha ido adquiriendo un significado más completo, en el cual el paisaje se experimenta como una realidad, sobre todo visual, del espacio que contiene el medio ambiente total de un lugar o región.

En este estudio se utiliza la visibilidad como indicador para representar el factor paisaje, desde su acepción antropocéntrica de paisaje visual, el que se mira y se observa, relacionado con la percepción y con el objeto receptor de la información del territorio (el hombre).

Dada la naturaleza de las instalaciones sobre las que versa este estudio, parques eólicos y plantas fotovoltaicas, se ha considerado fundamental la introducción de este aspecto para representar el impacto visual que éstas producen. Las infraestructuras asociadas a estas energías renovables suponen un gran consumo de territorio ya sea en superficie, debido a su gran extensión, o en altura, debido a ser elementos que sobresalen en el fondo escénico.

Con el objeto de cuantificar este indicador, se ha procedido a realizar un análisis de visibilidad simplificado, dada la escala de trabajo, partiendo de un modelo digital de elevaciones basado en la superficie topográfica, sin tener en cuenta otros elementos de cobertura de terreno (vegetación, edificaciones, infraestructuras, etc. u otras barreras visuales del territorio).

En este cálculo se utilizan como potenciales puntos de observación las localizaciones habituales en las que se encuentran las personas (los núcleos de población -su centroide- y las nacionales y autonómicas, tanto autopistas como autovías y carreteras -puntos equidistantes de 1 km-), y se obtiene información sobre cuántos observadores son capaces de ver cada punto del territorio.

Se consideran significativamente visibles, bajo criterio técnico, aquellas zonas en las que las estructuras principales de los parques eólicos o fotovoltaicos sean observables desde al menos cinco puntos del territorio.

#### **CRITERIO ENERGÍA EÓLICA**

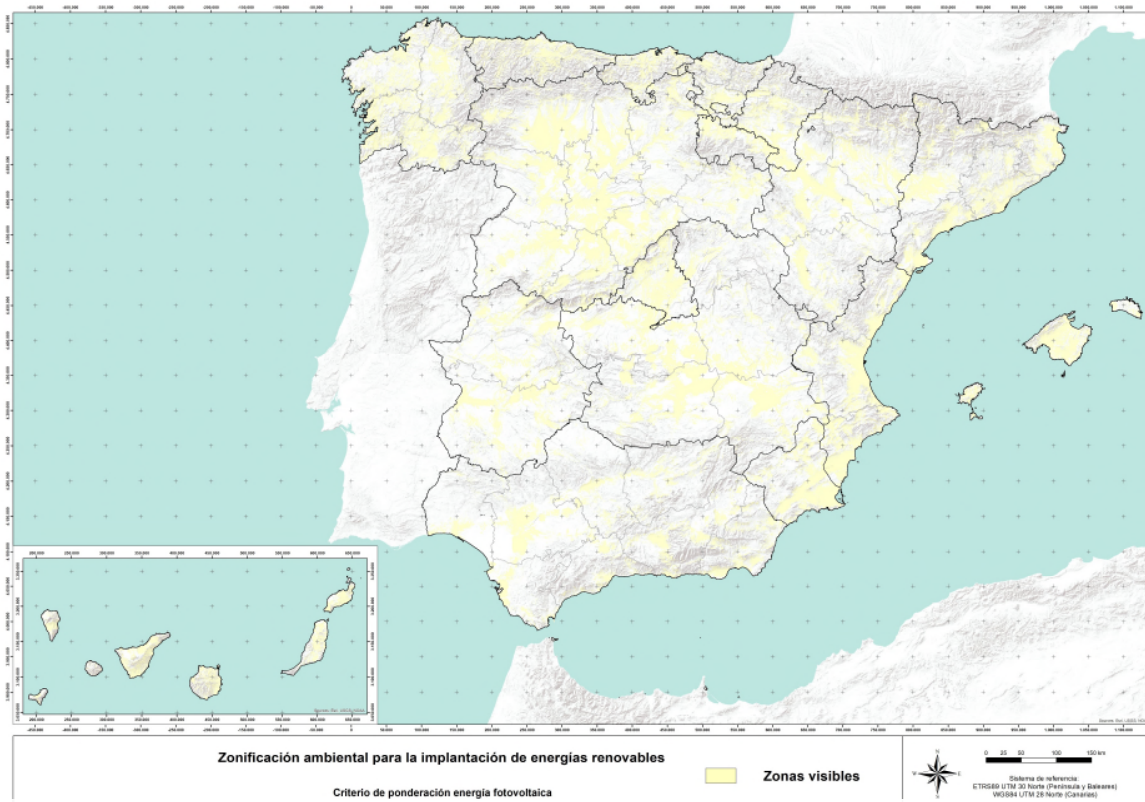
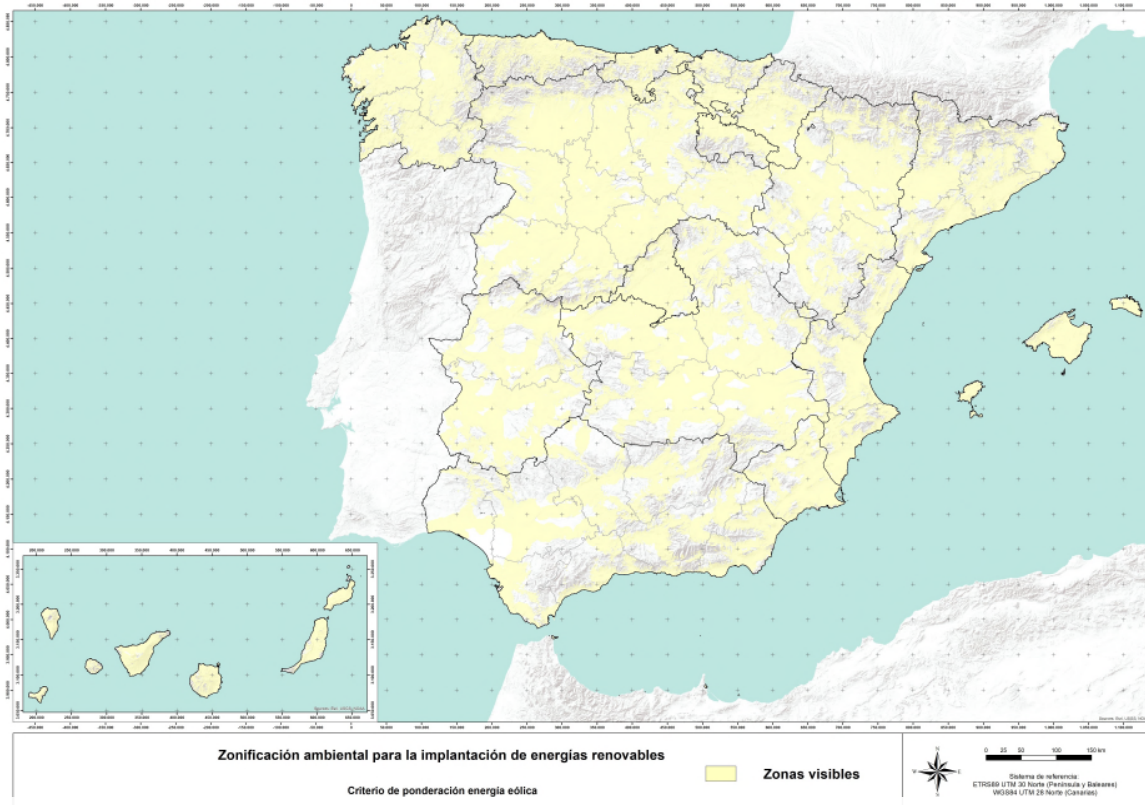
Como se trata de una aproximación a la realidad se simula tomando una altura de aerogenerador media de 100 metros, se marca como máximo alcance visual 10 kilómetros y como altura del observador estándar 1,70 metros.

El resultado es una clasificación en zonas visibles y no visibles, teniendo en cuenta tal y como se ha indicado anteriormente que se consideran zonas visibles aquellas que sean observables desde al menos cinco puntos del territorio desde los lugares de observación descritos, y no visibles el resto. En el modelo se introducen como presencia (zonas visibles) y ausencia (zonas no visibles).

#### **CRITERIO ENERGÍA FOTOVOLTAICA**

En coherencia con el anterior, se simula tomando una altura de paneles fotovoltaicos de 4 metros, se marca como máximo alcance visual 10 kilómetros y como altura del observador estándar 1,70 metros.

El resultado igualmente son zonas visibles y no visibles desde los lugares de observación descritos que se introducen en el modelo como presencia y ausencia respectivamente.



#### **4.15. Camino de Santiago.**

El Camino de Santiago es la denominación que tienen una serie de rutas de peregrinación cristiana de origen medieval que se dirigen a la tumba de Santiago el Mayor, situada según la tradición, en la catedral de Santiago de Compostela en Galicia. Este bien cultural ampliado posee un rico patrimonio arquitectónico de gran importancia histórica, compuesto por edificios destinados a satisfacer las necesidades materiales y espirituales de los peregrinos: puentes, albergues, hospitales, iglesias y catedrales.

Dada su relevancia histórica y cultural, ha motivado la implantación de recomendaciones y normas de distinto rango y ámbito territorial e institucional con el objetivo de garantizar y preservar el patrimonio histórico que supone.

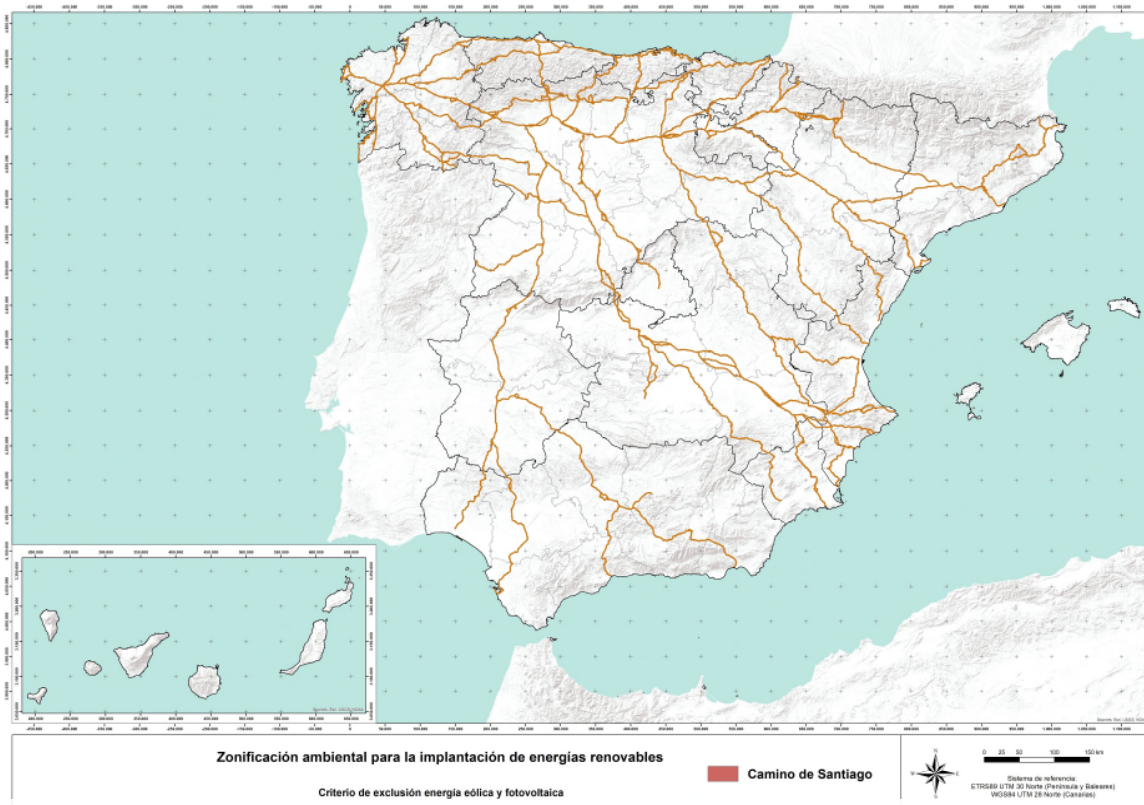
España declaró el Camino de Santiago como patrimonio histórico a principios de los años sesenta y, desde entonces, se han dictado numerosas leyes, órdenes y decretos vinculados a la temática jacobea, tanto en el ámbito estatal como en el de regulación específica por comunidades autónomas. La Ley 16/1985, de 25 de junio, de Patrimonio Histórico Español supuso la declaración legal de los Bienes de Interés Cultural, siendo considerado, entre ellos, el Camino de Santiago. Si bien, en uso de sus competencias, son las comunidades autónomas quienes asumen en sus leyes esta figura. Por este motivo se incluyen en el modelo como indicador de patrimonio cultural, como zonas de sensibilidad ambiental máxima.

En la Comunidad Foral de Navarra consideran 200 metros libres a cada lado del eje respecto a distancias a parques eólicos, y en Cantabria y Principado de Asturias legislan específicamente indicando que se respetará un entorno de protección correspondiente a 1,5 veces la altura máxima del aerogenerador, y nunca menos de 50 metros.

#### **CRITERIO COMÚN ENERGÍA EÓLICA Y FOTOVOLTAICA**

Tomando como referencia el criterio empleado en Cantabria y Asturias, se ha considerado como zona de sensibilidad ambiental máxima una envolvente de 150 metros a cada lado del Camino puesto que se toma como media de altura de un aerogenerador 100 metros. Puesto que no hay especificaciones para fotovoltaica, por el principio de precaución, se extrapola esta distancia.





#### 4.16. Vías pecuarias.

La Ley 3/1995, de 23 marzo, de Vías Pecuarias, define estas vías en su artículo 1.2 como “*las rutas o itinerarios por donde discurre o ha venido discurrendo tradicionalmente el tránsito ganadero*”, e igualmente, determina en el artículo 1.3 que “*las Vías Pecuarias podrán ser destinadas a otros usos compatibles y complementarios en términos acordes con su naturaleza y sus fines, dando prioridad al tránsito ganadero y otros usos rurales, e inspirándose en el desarrollo sostenible y el respeto al medio ambiente, al paisaje y al patrimonio natural y cultural*”.

Con respecto a esto último, en su Artículo 17. Usos complementarios indica “*Se consideran usos complementarios de las vías pecuarias el paseo, la práctica del senderismo, la cabalgada y otras formas de desplazamiento deportivo sobre vehículos no motorizados siempre que respeten la prioridad del tránsito ganadero*”

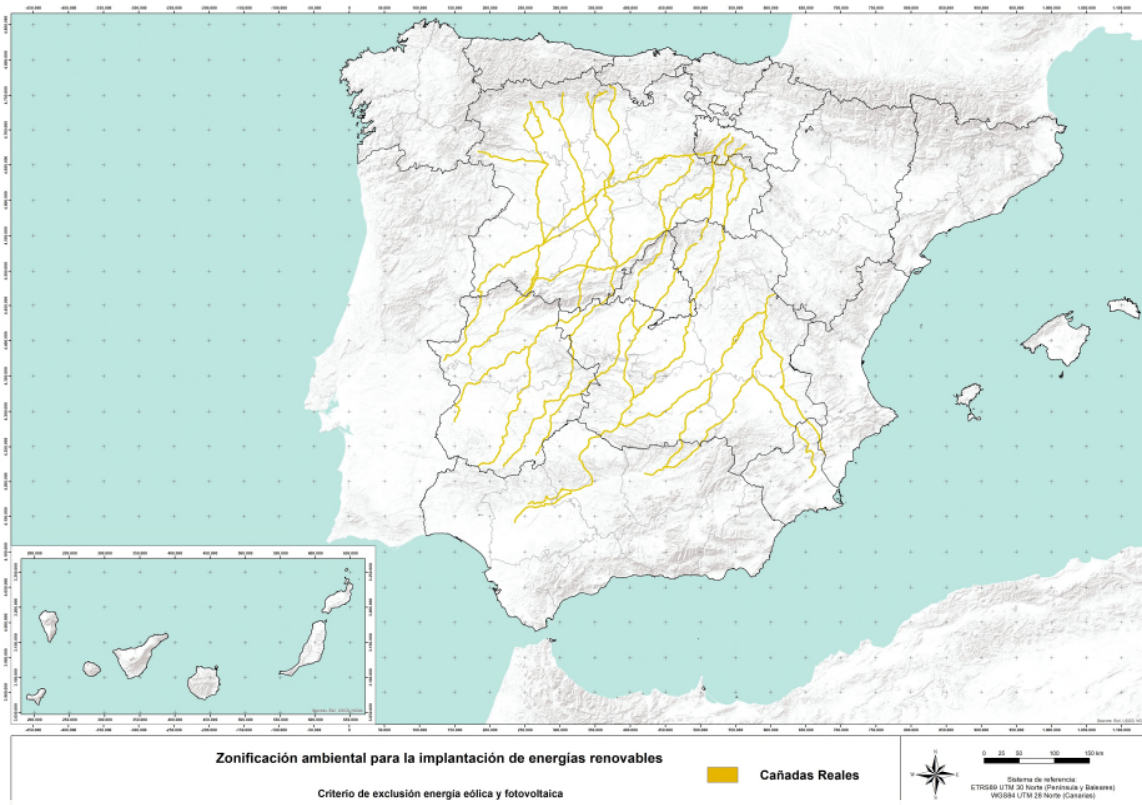
Las vías pecuarias son bienes de dominio público de las comunidades autónomas, por lo que, en uso de sus competencias, son estas las que dictan las normas de uso y actividades en las mismas, así como su adecuada conservación y de los elementos vinculados a ellas.

Dos comunidades autónomas consideran este indicador en su normativa energética, la Comunidad Foral de Navarra que no permite la ubicación de estas energías renovables en vías pecuarias y la Comunidad Valenciana que cataloga las vías pecuarias como no aptas para energía fotovoltaica.

### CRITERIO COMÚN ENERGÍA EÓLICA Y FOTOVOLTAICA

Dado que en la propia exposición de motivos de la ley indica literalmente que se “(...) pone a las vías pecuarias al servicio de la cultura y el esparcimiento ciudadano y las convierte en un instrumento más de la política de conservación de la naturaleza.”, las vías pecuarias se incluyen en el modelo de sensibilidad ambiental como indicador de patrimonio cultural.

Debido a la escala de trabajo empleada en este modelo territorial, únicamente se han tenido en cuenta las Cañadas de la Red Nacional de Vías Pecuarias, pese a la simplificación que supone de la realidad. Las vías de ordenes inferiores se entiende que se tendrán en cuenta en las correspondientes tramitaciones ambientales a nivel de proyecto. Así, se incorporan como zonas de sensibilidad ambiental máxima, abarcando una franja de 75 m por ser el ancho legal máximo de las Cañadas (Artículo 4 de la Ley 3/1995, de 23 de marzo, de vías pecuarias).



#### 4.17. Montes de Utilidad Pública.

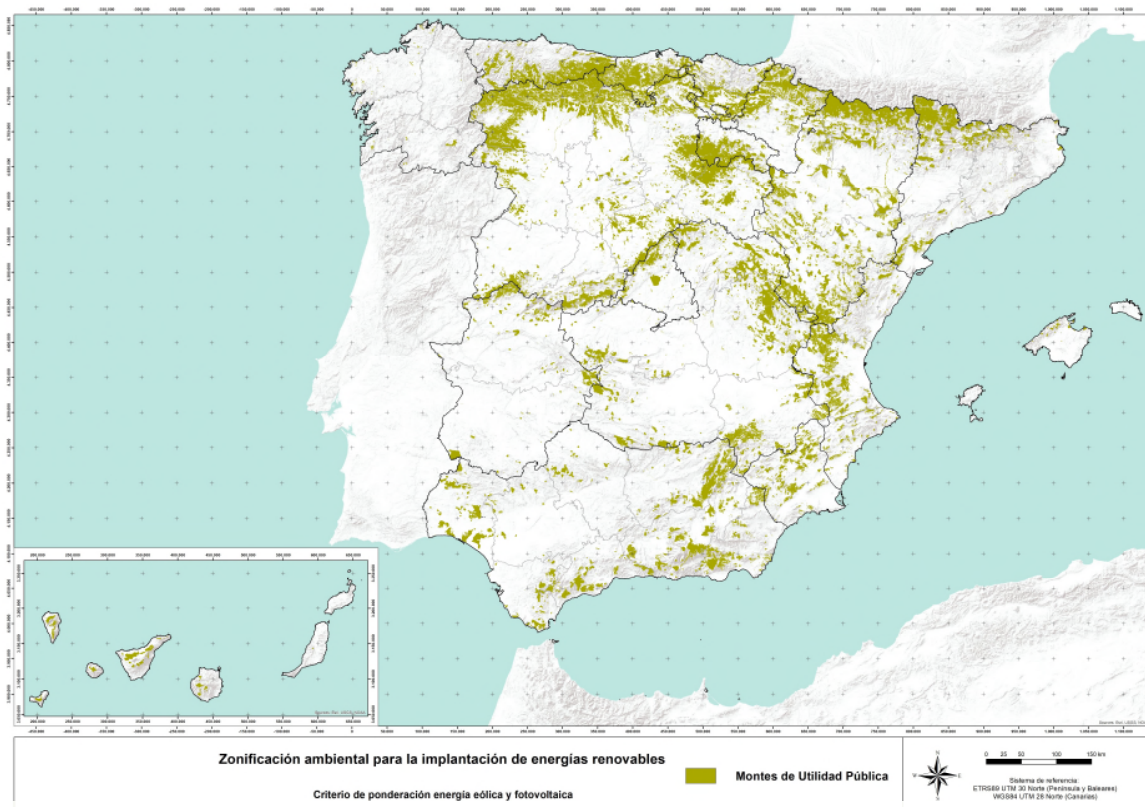
La Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes, modificada por la ley 21/2015, de 20 de julio, en su artículo 4 Multifuncionalidad de los montes, indica “Los montes, independientemente de su titularidad, desempeñan una función social relevante, tanto como fuente de recursos naturales y sustento de actividades económicas como por ser proveedores de múltiples servicios ambientales, entre ellos, de protección del suelo y del ciclo hidrológico; de fijación del carbono atmosférico; de depósito de la diversidad biológica y como elementos fundamentales de la conectividad ecológica y del paisaje.

Las comunidades autónomas podrán declarar de utilidad pública e incluir en el Catálogo de Montes de Utilidad Pública los montes públicos comprendidos en alguno de los supuestos recogidos en el artículo 13 de la citada ley, entre los que se incluyen la protección del suelo, la conservación de la biodiversidad, la regulación del régimen hidrológico, la protección de poblaciones o elementos relevantes del paisaje. Así, aunque podrían ser indicador de múltiples factores, se incluye en el modelo como indicador de patrimonio cultural y población.

En este aspecto, en cuanto a planificación energética se refiere, Asturias excluye un listado de Montes por su interés forestal, Cantabria incluye este indicador como un condicionante para la implantación de energía eólica, mientras la Ciudad Autónoma de Ceuta no permite instalaciones eólicas en el Monte Hacho y la Comunidad Valenciana lo condiciona para energía fotovoltaica a la aplicación previa de la normativa sectorial que sea de aplicación en cada caso.

### CRITERIO COMÚN ENERGÍA EÓLICA Y FOTOVOLTAICA

Para el modelo, únicamente se han tenido en cuenta los montes de utilidad pública, se entiende que los montes privados y patrimoniales se tendrán en cuenta en las pertinentes tramitaciones ambientales a nivel de proyecto en un enfoque con más detalle. Así, se incluyen en el modelo territorial como indicador a ponderar teniendo en cuenta su presencia - ausencia en el territorio.



## 4.18. Bienes del Patrimonio Mundial de la UNESCO.

La Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español define, y otorga protección y tutela, a la categoría de Bienes de Interés Cultural (BIC): Monumentos, Jardines, Conjuntos y Sitios Históricos, Zonas Arqueológicas, etc.

*Esta Ley refleja que “El Patrimonio Histórico Español es una riqueza colectiva que contiene las expresiones más dignas de aprecio en la aportación histórica de los españoles a la cultura universal. Su valor lo proporciona la estima que, como elemento de identidad cultural, merece a la sensibilidad de los ciudadanos, porque los bienes que lo integran se han convertido en patrimoniales debido exclusivamente a la acción social que cumplen, directamente derivada del aprecio con que los mismos ciudadanos los han ido revalorizando.”*

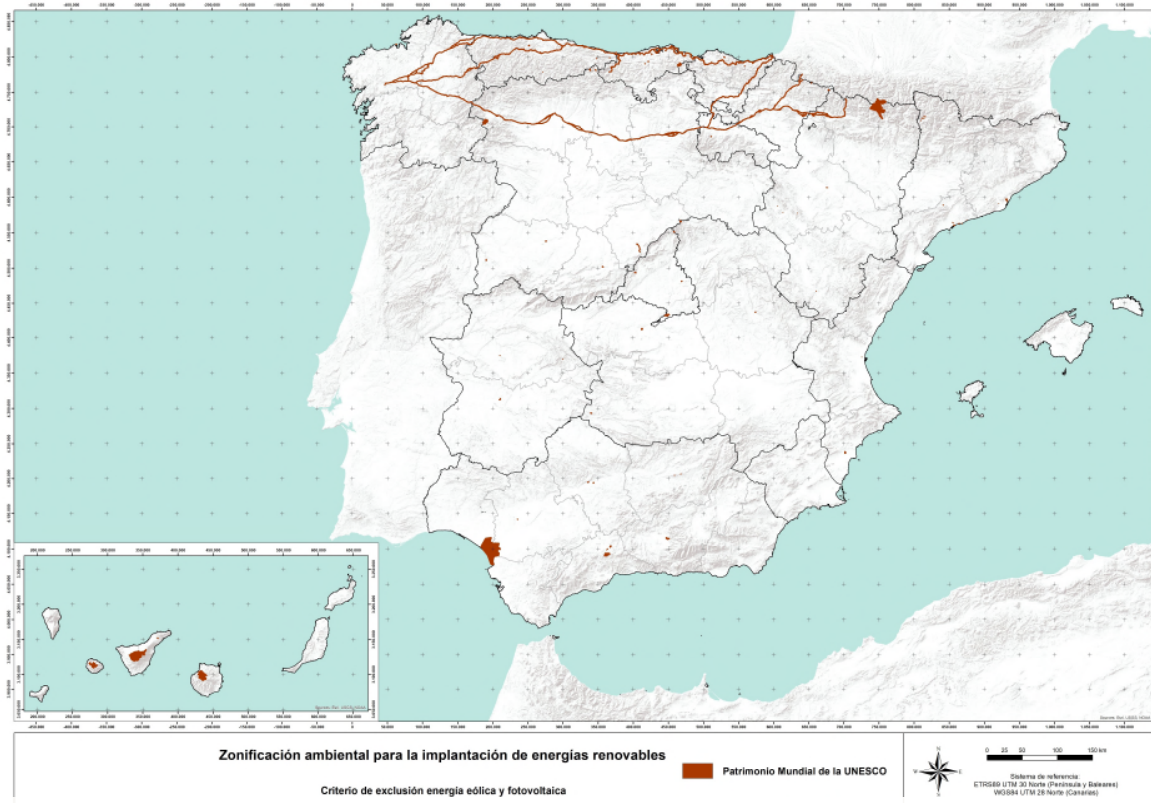
Las Comunidades Autónomas que incluyen el patrimonio cultural como exclusiones en su planificación energética, con distintas particularidades, son: Principado de Asturias, Cantabria, Castilla-La Mancha, Cataluña y Comunidad Foral de Navarra.

Debido a la alta dificultad para localizar cartografía en formato vectorial detallado de los BIC y a la heterogeneidad existente por Comunidad Autónoma en la cartografía disponible, se ha tomado la cartografía de los 48 lugares que España tiene inscritos en la lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO debido a que se consideran delimitados bajo unos criterios homogéneos y comparables.

Este indicador se utiliza como simplificación de la realidad arqueológica, etnográfica, antropológica, paleontológica, etc. existente en España, representando el factor patrimonio cultural.

### CRITERIO COMÚN ENERGÍA EÓLICA Y FOTOVOLTAICA

Por lo tanto, como cada uno de los Estados Partes de la “Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural” tiene la obligación de identificar, proteger, conservar, rehabilitar y transmitir a las generaciones futuras el patrimonio cultural y natural situado en su territorio los bienes que forman parte del Patrimonio Mundial de la UNESCO se incluyen como zonas de sensibilidad ambiental máxima en el modelo territorial.



## 4.19. Resumen de indicadores empleados en el modelo.

A modo de resumen, en la siguiente tabla se representa una clasificación sintetizada de los indicadores empleados para la zonificación, siendo I.E. = Indicador de exclusión, e I.P. = Indicador de ponderación:

Indicadores		Energía eólica		Energía fotovoltaica	
		I.E.	I.P.	I.E.	I.P.
1. Núcleos urbanos		x		x	
2. Masas de agua y zonas inundables		x		x	
3. Planes de recuperación y de conservación de especies	Ámbito del plan		x		x
	Áreas críticas	x		x	
4. Zonas de protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión			x		x
5. Conectividad ecológica			x		x
6. Áreas Importantes para la Conservación de las Aves y la Biodiversidad en España			x		x
7. Hábitats de interés comunitario (HIC)	HIC prioritarios		x		x
	HIC		x		x
8. Red Natura 2000	ZEPA		x		x
	LIC/ZEC	LIC/ZEC con regulación específica (normativa CCAA –energía o protección de la naturaleza o de su plan de gestión)	x		x
		LIC/ZEC que incluyan quirópteros como objetivo de conservación	x		
		Resto LIC/ZEC		x	
9. Espacios naturales protegidos		x		x	
10. Humedales de importancia internacional (Ramsar)		x		x	

Indicadores		Energía eólica		Energía fotovoltaica	
		I.E.	I.P.	I.E.	I.P.
11. Zonas Especialmente Protegidas de Importancia para el Mediterráneo (parte terrestre)			x		x
12. Reservas de la Biosfera	Zonas núcleo y zonas de protección	x		x	
	Zonas de transición		x		x
13. Lugares de interés geológico			x		x
14. Visibilidad			x		x
15. Camino de Santiago		x		x	
16. Vías pecuarias		x		x	
17. Montes de Utilidad Pública			x		x
18. Bienes del Patrimonio Mundial de UNESCO		x		x	

## 5. Cálculo del índice de sensibilidad ambiental

Dado que el objetivo final de este trabajo es obtener una cartografía que aúne en un único valor el grado de sensibilidad ambiental del territorio para cada uno de los indicadores hasta ahora expuestos, debe utilizarse una técnica apropiada para ello: el álgebra de mapas.

Esta técnica se basa en utilizar capas cartográficas en formato ráster, es decir, formadas por píxeles, los cuales se asemejarían a números en operaciones matemáticas, de manera que las distintas operaciones se realizan para cada uno de los píxeles que la conforman con los correspondientes en la misma ubicación del resto de capas. Esto permite realizar operaciones aritméticas sobre mapas completos, lo cual ofrece una gran versatilidad.

La metodología a utilizar para su agregación es la de la **combinación lineal ponderada sin estandarización**, que consiste en sumar cada uno de los indicadores (disponibles en capas cartográficas independientes –desde  $i=1$  hasta  $n$ -), previamente multiplicados por su respectivo peso de ponderación, es decir, su valor de importancia. Asimismo, para obtener el resultado final representado en un único ráster, el valor obtenido es multiplicado por las zonas de sensibilidad ambiental máxima (cuya presencia está representada por un 0) de manera que son anuladas en el resultado final.

En el caso particular de este trabajo, dado que el valor cero representará las zonas excluidas, al sumatorio de capas de indicadores por su peso se le resta a la unidad para dar coherencia ordinal a los valores numéricos obtenidos, y por tanto obtener una escala numérica inversa en relación al grado de sensibilidad, **en la que los valores bajos representarán sensibilidades elevadas y viceversa**.

Este procedimiento se representaría mediante la siguiente ecuación en la que se establece el índice de sensibilidad ambiental del territorio (ISA):

$$\text{Índice de Sensibilidad Ambiental}_i \text{ (ISA)} = (1 - (\sum_{i=1}^n \text{indicador de importancia}_i \cdot \text{peso}_i)) \prod \text{exclusión}_j$$



Existen en la bibliografía múltiples metodologías para el cálculo de los **pesos de ponderación**.

Para el caso de este trabajo se ha optado por la utilización del **método de la matriz de comparación por pares del proceso de jerarquías analíticas de Saaty**, dado que es un método apropiado para un elevado número de variables, como se da en este estudio (Ver Anexo II. *Método de jerarquías analíticas*).

Este método se basa en la creación de una matriz donde, tanto en las filas como en las columnas, se encuentran las variables a ponderar, en este caso se trataría de los indicadores que no se excluyen.

El procedimiento se inicia a partir de esta matriz de pares de indicadores:

FACTOR	INDICADOR	Biodiversidad/Fauna/Vegetación						Patrimonio geológico y geodiversidad	Patrimonio cultural y población	Biodiversidad	Paisaje	
		Planes de recuperación y conservación de especies	Autopistas salvajes	Zonas de protección avifauna (RD 1432/2008)	IBAs	HIC	HIC prioritario	ZEC/LIC	LIG	MUP	ZEPIM	Reservas biosfera (zona de transición)
Biodiversidad/Fauna/Vegetación	Planes de recuperación y conservación de especies											
	Autopistas salvajes											
	Zonas de protección avifauna (RD 1432/2008)											
	IBAs											
	HIC											
	HIC prioritario											
	ZEC/LIC											
Patrimonio geológico y geodiversidad	LIG											
Patrimonio cultural y población	MUP											
Biodiversidad	ZEPIM											
	Reservas biosfera (zona de transición)											
Paisaje	Visibilidad											

Dicha matriz será rellena, tanto para el análisis de energía eólica como para fotovoltaica independientemente, con valores que representarán la importancia mutua respecto lo que se quiere ponderar.

El valor 1 representa la igualdad de importancia entre las dos variables comparadas, mientras que el valor 9 representa una importancia extrema de una variable sobre otra, empleándose valores enteros intermedios para representar menores grados de importancia relativa. La escala de medida establecida para la asignación de juicios de valor es una escala de tipo continuo como aparece en la siguiente tabla:



Dichos juicios de valor se toman con criterio técnico por expertos en evaluación de impacto ambiental con dilatada experiencia en la materia.

Debe precisarse que en la parte superior de la matriz (por encima de la diagonal) se emplean valores enteros que representan la importancia relativa de las variables de las columnas sobre las variables de las filas, y en la parte inferior se emplean fracciones entre  $1/3$  y  $1/9$ , ya que son valores opuestos y complementarios a los anteriores.

De la matriz resultante (apartados 5.1 y 5.4) obtenida tras la asignación de juicios de valor, se realiza la normalización de cada indicador (apartados 5.2 y 5.5) y una serie de cálculos que fija el método (ver detalle y ejemplos de la metodología en el *Anexo II. Método de jerarquías analíticas*) que permiten obtener los valores de ponderación (apartados 5.3 y 5.6), así como una relación o ratio de consistencia de los valores de comparación utilizados, el cual permite saber si las comparaciones establecidas son coherentes entre sí.

Si el valor de dicha ratio es menor a 0,10 se considera que los juicios asignados en la matriz de comparación por pares son suficientemente adecuados. Por el contrario, si la ratio de consistencia es mayor o igual a 0,10 las valoraciones deben ser revisadas, ya que no son lo suficientemente consistentes para establecer los pesos.

A continuación, se muestran las matrices de pares y su normalización para las dos tipologías de energía en estudio.

## 5.1. Matriz de comparación por pares para energía eólica

FACTOR	INDICADOR	Biodiversidad/Fauna/ Vegetación							Patrimonio geológico y geodiversidad	Patrimonio cultural y población	Biodiversidad		Paisaje
		Planes de recuperación y conservación de especies	Autopistas salvajes	Zonas de protección avifauna (RD 1432/2008)	IBAs	HIC	HIC prioritario	ZEC/LIC	LIG	MUP	ZEPIM	Reservas biosfera (zona de transición)	Visibilidad
Biodiversidad /Fauna/ Vegetación	Planes de recuperación y conservación de especies	1	7	3	6	3	2	1/4	5	7	2	5	3
	Autopistas salvajes	1/7	1	1/6	1/3	1	1/5	1/7	1/3	1/2	1/4	1	1/3
	Zonas de protección avifauna (RD 1432/2008)	1/3	6	1	3	7	3	1/3	3	2	1	3	3
	IBAs	1/6	3	1/3	1	2	1/4	1/6	1	5	1	3	4
	HIC	1/3	1	1/7	1/2	1	1/5	1/6	1/3	1	1	2	1/3
	HIC prioritario	1/2	5	1/3	4	5	1	1/3	3	3	3	5	3
	ZEC/LIC	4	7	3	6	6	3	1	5	7	4	6	5
Patrimonio geológico y geodiversidad	LIG	1/5	3	1/3	1	3	1/3	1/5	1	3	3	5	1
Patrimonio cultural y población	MUP	1/7	2	1/2	1/5	1	1/3	1/7	1/3	1	1/2	1	1/3
Biodiversidad	ZEPIM	1/2	4	1	1	1	1/3	1/4	1/3	2	1	2	1/3
	Reservas biosfera (zona de transición)	1/5	1	1/3	1/3	1/2	1/5	1/6	1/5	1	1/2	1	1/3
Paisaje	Visibilidad	1/3	3	1/3	1/4	3	1/3	1/5	1	3	3	3	1

## 5.2. Matriz de comparación por pares para energía eólica normalizada

Matriz Normalizada												Ponderación	INDICADOR
0,127	0,163	0,286	0,254	0,090	0,179	0,075	0,244	0,197	0,099	0,135	0,138	0,166	Planes de conservación y recuperación de especies
0,018	0,023	0,016	0,014	0,030	0,018	0,043	0,016	0,014	0,012	0,027	0,015	0,021	Autopistas salvajes
0,042	0,140	0,095	0,127	0,209	0,268	0,099	0,146	0,056	0,049	0,081	0,138	0,121	Zonas de protección avifauna (RD 1432/2008)
0,021	0,070	0,032	0,042	0,060	0,022	0,050	0,049	0,141	0,049	0,081	0,185	0,067	IBAs
0,042	0,023	0,014	0,021	0,030	0,018	0,050	0,016	0,028	0,049	0,054	0,015	0,030	HIC
0,064	0,116	0,032	0,169	0,149	0,089	0,099	0,146	0,085	0,148	0,135	0,138	0,114	HIC prioritario
0,509	0,163	0,286	0,254	0,179	0,268	0,298	0,244	0,197	0,198	0,162	0,231	0,249	ZEC/LIC
0,025	0,070	0,032	0,042	0,090	0,030	0,060	0,049	0,085	0,148	0,135	0,046	0,068	LIG
0,018	0,047	0,048	0,008	0,030	0,030	0,043	0,016	0,028	0,025	0,027	0,015	0,028	MUP
0,064	0,093	0,095	0,042	0,030	0,030	0,075	0,016	0,056	0,049	0,054	0,015	0,052	ZEPIM
0,025	0,023	0,032	0,014	0,015	0,018	0,050	0,010	0,028	0,025	0,027	0,015	0,024	Reservas biosfera (zona de transición)
0,042	0,070	0,032	0,011	0,090	0,030	0,060	0,049	0,085	0,148	0,081	0,046	0,062	Visibilidad
<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1</b>	<b>TOTAL</b>

### 5.3. Relación de consistencia de la matriz para energía eólica

INDICADOR	VALOR
Planes de conservación y recuperación de especies	2,394
Autopistas salvajes	0,269
Zonas de protección avifauna (RD 1432/2008)	1,703
IBAs	0,903
HIC	0,391
HIC prioritario	1,586
ZEC/LIC	3,533
LIG	0,866
MUP	0,363
ZEPIM	0,681
Reservas biosfera (zona de transición)	0,307
Visibilidad	0,791
<b>nmax (SUMA)</b>	<b>13,787</b>

$CI=(nmax-n)/(n-1)$	0,162
$RI=1,98*(n-2)/n$	1,650
<b>CR=CI/RI</b>	<b>0,098</b>

Siendo *CI* índice de consistencia, *RI* el índice aleatorio, *CR* la ratio de consistencia y *n* el número de indicadores que se han considerado en la matriz.

Como  $CR < 0,10$  se considera que los juicios asignados en la matriz de comparación por pares para proyectos de parques eólicos son suficientemente adecuados.

## 5.4. Matriz de comparación por pares para energía fotovoltaica

FACTOR	INDICADOR	Biodiversidad/Fauna/ Vegetación							Patrimonio geológico y geodiversidad	Patrimonio cultural y población	Biodiversidad		Paisaje
		Planes de recuperación y conservación de especies	Autopistas salvajes	Zonas de protección avifauna (RD 1432/2008)	IBAs	HIC	HIC prioritario	ZEC/LIC	LIG	MUP	ZEPIM	Reservas biosfera (zona de transición)	Visibilidad
Biodiversidad/ Fauna/ Vegetación	Planes de recuperación y conservación de especies	1	6	3	4	3	1	1/4	5	5	3	5	5
	Autopistas salvajes	1/6	1	3	1	1	1/3	1/6	3	1	3	3	2
	Zonas de protección avifauna (RD 1432/2008)	1/3	1/3	1	1/3	2	1/5	1/6	2	2	2	2	2
	IBAs	1/4	1	3	1	1	1/5	1/6	1	3	1	1	4
	HIC	1/3	1	1/2	1	1	1/6	1/6	1	1	1	1	1/3
	HIC prioritario	1	3	5	5	6	1	1	5	4	4	4	5
	ZEC/LIC	4	6	6	6	6	1	1	5	7	5	5	5
Patrimonio geológico y geodiversidad	LIG	1/5	1/3	1/2	1	1	1/5	1/5	1	1	1	5	3
Patrimonio cultural y población	MUP	1/5	1	1/2	1/3	1	1/4	1/7	1	1	1	1	1/2
Biodiversidad	ZEPIM	1/3	1/3	1/2	1	1	1/5	1/5	1	1	1	1	1/2
	Reservas biosfera (zona de transición)	1/5	1/3	1/2	1	1	1/4	1/5	1/5	1	1	1	1/2
Paisaje	Visibilidad	1/5	1/2	1/2	1/4	3	1/5	1/5	1/3	2	2	2	1

## 5.5. Matriz de comparación por pares para energía fotovoltaica normalizada

Matriz Normalizada												Ponderación	INDICADOR
0,1217	0,2880	0,1250	0,1825	0,1111	0,2000	0,0648	0,1958	0,1724	0,1200	0,1613	0,1734	0,160	Planes de recuperación y conservación de especies
0,0203	0,0480	0,1250	0,0456	0,0370	0,0667	0,0432	0,1175	0,0345	0,1200	0,0968	0,0694	0,069	Autopistas salvajes
0,0406	0,0160	0,0417	0,0152	0,0741	0,0400	0,0432	0,0783	0,0690	0,0800	0,0645	0,0694	0,053	Zonas de protección avifauna (RD 1432/2008)
0,0304	0,0480	0,1250	0,0456	0,0370	0,0400	0,0432	0,0392	0,1034	0,0400	0,0323	0,1387	0,060	IBAs
0,0406	0,0480	0,0208	0,0456	0,0370	0,0333	0,0432	0,0392	0,0345	0,0400	0,0323	0,0116	0,036	HIC
0,1217	0,1440	0,2083	0,2281	0,2222	0,2000	0,2591	0,1958	0,1379	0,1600	0,1290	0,1734	0,182	HIC prioritario
0,4868	0,2880	0,2500	0,2738	0,2222	0,2000	0,2591	0,1958	0,2414	0,2000	0,1613	0,1734	0,246	ZEC/LIC
0,0243	0,0160	0,0208	0,0456	0,0370	0,0400	0,0518	0,0392	0,0345	0,0400	0,1613	0,1040	0,051	LIG
0,0243	0,0480	0,0208	0,0152	0,0370	0,0500	0,0370	0,0392	0,0345	0,0400	0,0323	0,0173	0,033	MUP
0,0406	0,0160	0,0208	0,0456	0,0370	0,0400	0,0518	0,0392	0,0345	0,0400	0,0323	0,0173	0,035	ZEPIM
0,0243	0,0160	0,0208	0,0456	0,0370	0,0500	0,0518	0,0078	0,0345	0,0400	0,0323	0,0173	0,031	Reservas biosfera (zona de transición)
0,0243	0,0240	0,0208	0,0114	0,1111	0,0400	0,0518	0,0131	0,0690	0,0800	0,0645	0,0347	0,045	Visibilidad
<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>TOTAL</b>

## 5.6. Relación de consistencia de la matriz para energía fotovoltaica

INDICADOR	VALOR
Planes de conservación y recuperación de especies	2,229
Autopistas salvajes	0,926
Zonas de protección avifauna (RD 1432/2008)	0,688
IBAs	0,837
HIC	0,481
HIC prioritario	2,450
ZEC/LIC	3,413
LIG	0,675
MUP	0,436
ZEPIM	0,457
Reservas biosfera (zona de transición)	0,403
Visibilidad	0,560
<b>nmax (SUMA)</b>	<b>13,556</b>

$CI=(n_{max}-n)/(n-1)$	0,141
$RI=1,98*(n-2)/n$	1,65
<b><math>CR=CI/RI</math></b>	<b>0,086</b>

Siendo  $CI$  índice de consistencia,  $RI$  el índice aleatorio,  $CR$  la ratio de consistencia y  $n$  el número de indicadores que se han considerado en la matriz.

Como  $CR < 0,10$  se considera que los juicios asignados en la matriz de comparación por pares para proyectos de parques fotovoltaicos son suficientemente adecuados.



## 5.7. Comparativa de coeficientes de ponderación

En las siguientes tablas se puede ver el *ranking* obtenido con el resumen de pesos para cada indicador en cada una de las tipologías de proyectos en estudio.

Eólico	
Ponderación	Indicador
0,249	ZEC/LIC
0,166	Planes de conservación y recuperación de especies
0,121	Zonas de protección avifauna (RD 1432/2008)
0,114	HIC prioritario
0,068	LIG
0,067	IBAs
0,062	Visibilidad
0,052	ZEPIM
0,030	HIC
0,028	MUP
0,024	Reservas biosfera
0,021	Autopistas salvajes

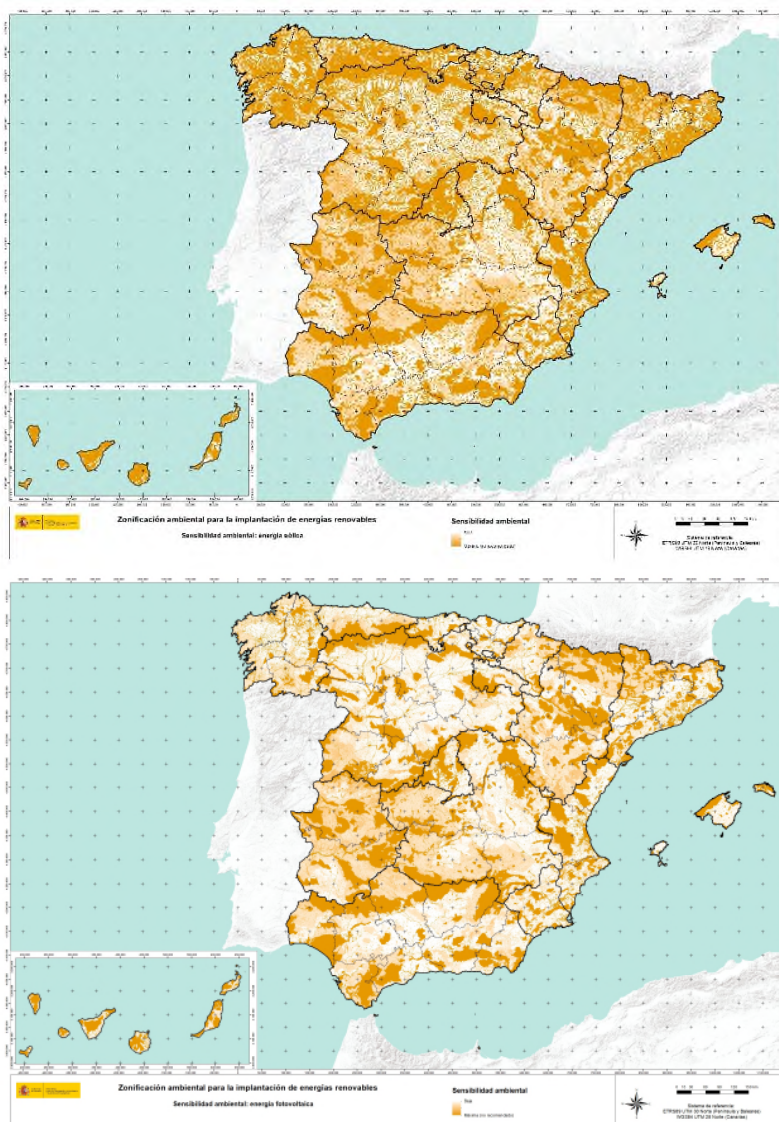
Fotovoltaico	
Ponderación	Indicador
0,246	ZEC/LIC
0,182	HIC prioritario
0,160	Planes de conservación y recuperación de especies
0,069	Autopistas salvajes
0,060	IBAs
0,053	Zonas de protección avifauna (RD 1432/2008)
0,051	LIG
0,045	Visibilidad
0,036	HIC
0,035	ZEPIM
0,033	MUP
0,031	Reservas biosfera

## 5.8. Representación del Índice de Sensibilidad Ambiental

Una vez obtenidos los valores de los coeficientes de ponderación, se procede a calcular los valores de los índices de sensibilidad ambiental de cada píxel del ráster mediante álgebra de mapas, tal y como se ha explicado en el epígrafe 3.4.

El resultado final, que constituye la herramienta de zonificación ambiental, consiste en un *grid* continuo para cada tipo de energía (eólica y fotovoltaica) que muestra el territorio español con una rampa de color donde se indica el valor del índice de sensibilidad ambiental existente en cada punto del mapa, y los indicadores ambientales asociados a ese punto.

Estas capas están disponibles para su visualización en la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.



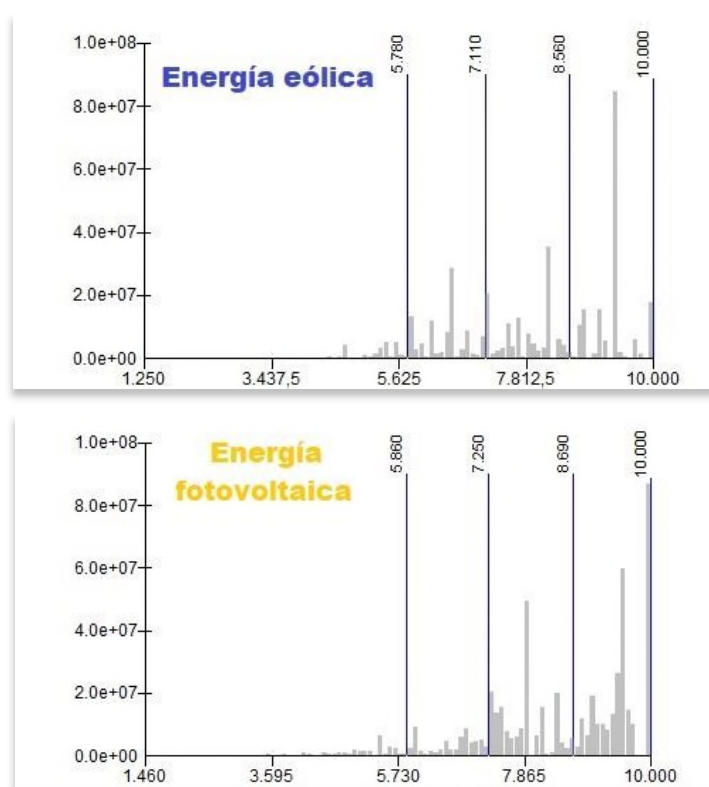
Mapas resultado del modelo de zonificación

## 6. Presentación de resultados y clasificación.

Para facilitar el análisis de resultados a escala estatal y/o regional y la representación e interpretación visual del índice, se ha procedido a agrupar los valores obtenidos en clases de sensibilidad ambiental<sup>5</sup>.

Analizando mediante el histograma la distribución de los valores de la capa resultante se observa que hay una gran cantidad de valores nulos y otros muchos alrededor de los valores máximos.

Debido a esta distribución, se procede a realizar una clasificación mediante el algoritmo de cortes naturales de Jenks, el cual se basa en crear clases minimizando la varianza interna de cada clase y a su vez maximizándola respecto al resto de clases, es decir, se establecen las clases de manera que los datos dentro de cada clase sean lo más similares posible, y que a su vez sean lo más distintos posible en relación a las otras clases. Se ha dividido cada histograma en 4 clases, excluyendo el valor 0 (zonas de máxima sensibilidad ambiental o zonas no recomendadas) que constituye en sí mismo otra clase.



Histograma de datos con los valores de ruptura en la clasificación por cortes naturales (Jenks, 1967) de los modelos de índice de sensibilidad ambiental de energía eólica y energía fotovoltaica.

<sup>5</sup> El ráster resultado **tiene valores desde 0 (Sensibilidad Máxima) a 10.000 (Sensibilidad Baja)**. El valor numérico de las clases tiene una relación inversa con el nivel de sensibilidad ambiental.

Con este algoritmo se obtienen 5 clases resultantes (con valores redondeados) que permitirán una sencilla visualización de la variabilidad inherente a los datos (**el valor numérico de las mismas tiene una relación inversa con el nivel de sensibilidad ambiental**):

VALOR ENERGIA EÓLICA	INDICE DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL*	VALOR ENERGIA FOTOVOLTAICA
0	Máxima (no recomendado)	0
0 – 6.000	Muy alta	0 – 6.000
6.000 – 7.000	Alta	6.000 – 7.500 <sup>+</sup>
7.000 – 8.500	Moderada	7.500 – 8.500
8.500 – 10.000	Baja	8.500 – 10.000

\*Las zonas que presenten un menor grado de sensibilidad ambiental según el modelo territorial **no implican directamente** que cualquier proyecto de energía eólica o fotovoltaica vaya a obtener una resolución ambiental favorable.

<sup>+</sup>La aproximación (redondeo) de este valor se realiza al alza (de 7.250 -corte natural- a 7.500) siguiendo el principio de precaución, incluyendo el grupo de datos en la categoría de nivel de sensibilidad superior.

La finalidad de esta clasificación, como se indica, es poder representar el territorio nacional y su grado de sensibilidad ambiental para la implantación de proyectos de energía renovable eólica y fotovoltaica de manera agrupada y resumida gráficamente. Igualmente, esta clasificación es útil para obtener cifras globales y conclusiones.

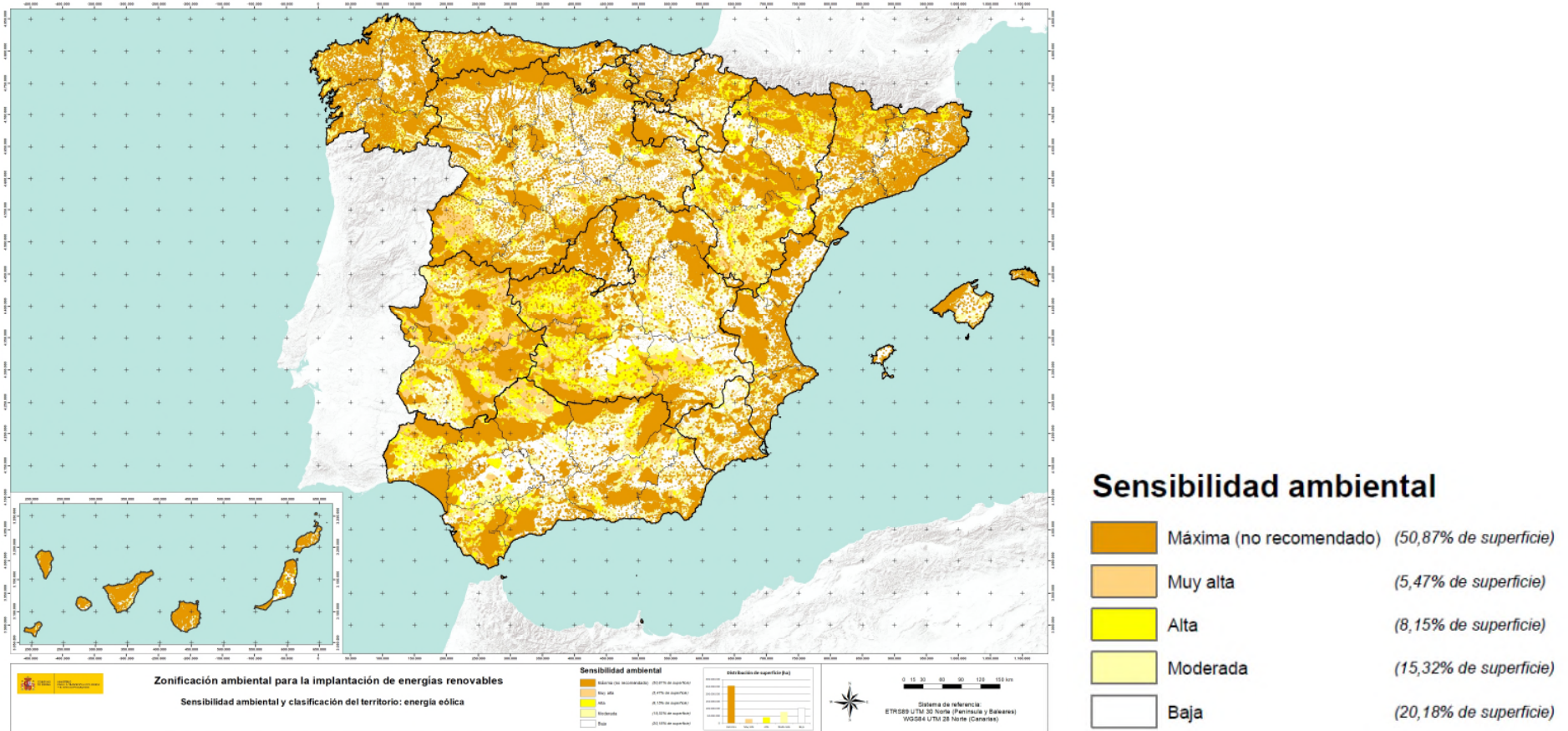
Es importante precisar que estas clases de sensibilidad ambiental son útiles particularmente desde un enfoque de análisis de capacidad de acogida a escala estatal o regional. A escala de proyecto concreto, la ubicación en una u otra clase es orientativa, debiendo profundizar y prestar mayor atención al rango de valores concretos del ISA proporcionados por el modelo para el conjunto de los píxeles (25x25 m) ocupados, de cara a un análisis de viabilidad o a una comparación eficaz de alternativas del proyecto desde el punto de vista ambiental.

Establecidas las clases, se procede a calcular la superficie y el porcentaje de área que representa cada una de ellas en el territorio nacional.

**Los mapas resultantes de la clasificación tienen la única función de simplificar la presentación y el análisis de resultados a escala estatal o regional. Para un análisis a escala de proyecto, se recomienda atender a los valores concretos de sensibilidad ambiental obtenidos en la capa ráster del modelo.**

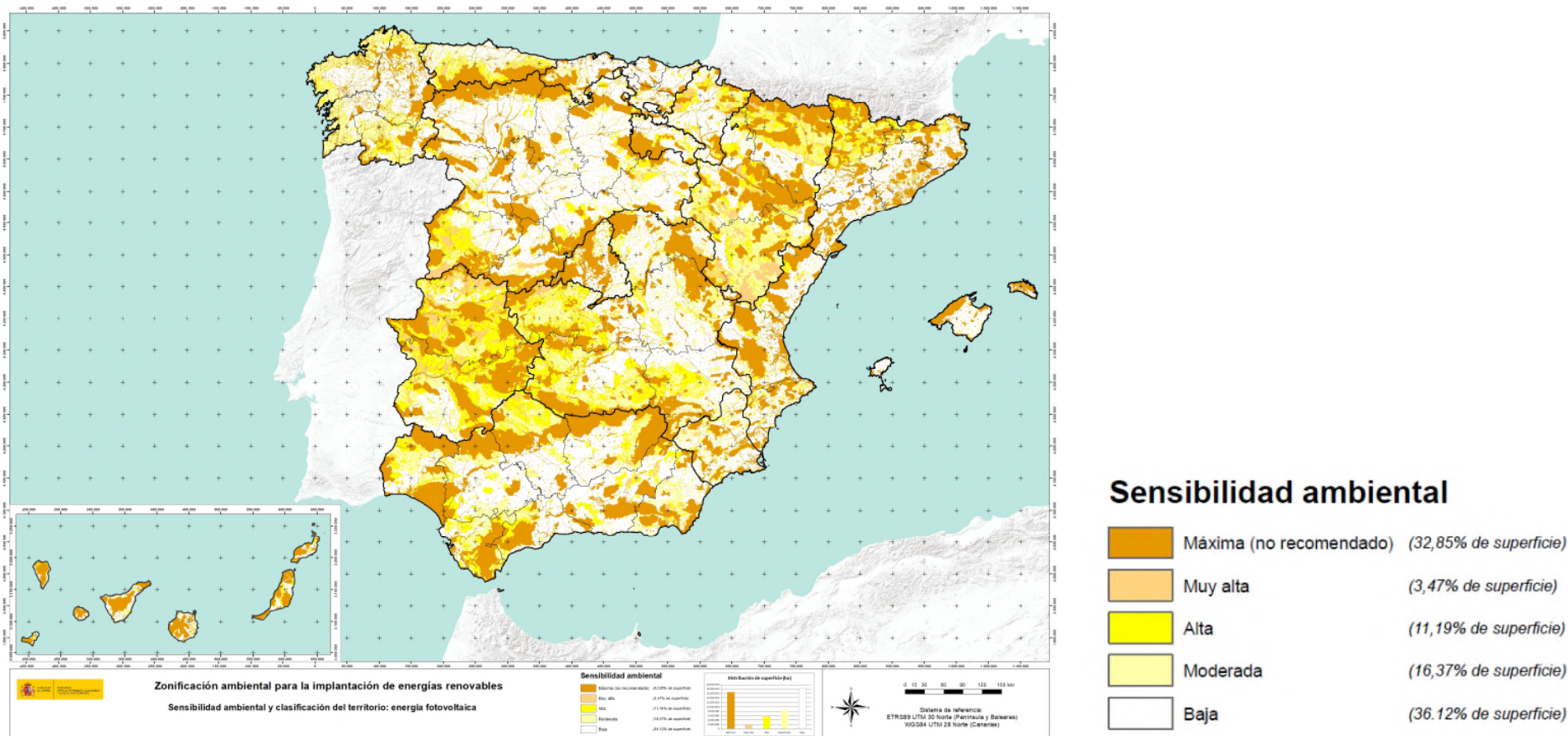
## 6.1. Mapas Clasificados de Sensibilidad Ambiental

### REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL MODELO DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL CLASIFICADO PARA ENERGÍA EÓLICA



Representación gráfica del ráster resultante del modelo de nivel de sensibilidad ambiental para energía eólica.

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL MODELO DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL CLASIFICADO PARA ENERGÍA FOTOVOLTAICA



Representación gráfica del ráster resultante del modelo de nivel de sensibilidad ambiental para energía fotovoltaica

## 6.2. Datos resultantes de superficies y porcentajes

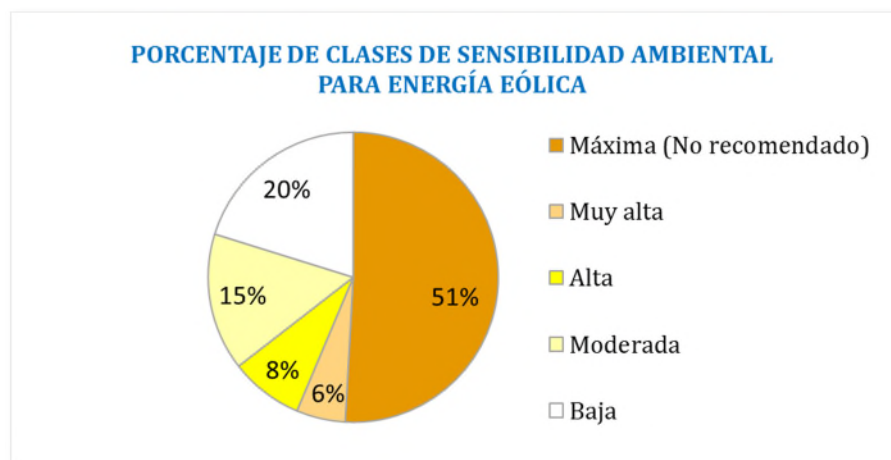
### REPRESENTACIÓN NUMÉRICA DEL MODELO DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL CLASIFICADO PARA ENERGÍA EÓLICA

SENSIBILIDAD AMBIENTAL	La Rioja	País Vasco	Navarra	Región de Murcia	Madrid	Extremadura	Comunidad Valenciana	Cataluña	Castilla-La Mancha	Castilla y León	Cantabria	Principado Asturias	Aragón	Andalucía	Galicia	Islas Baleares	Islas Canarias	Ceuta	Melilla	Total
Máxima (No recomendado)	277.401,44	434.262,50	543.634,13	482.423,19	576.217,75	1.860.175,38	1.420.018,69	1.990.191,13	2.954.376,13	4.703.448,75	369.939,56	750.801,44	2.378.666,75	3.979.614,00	2.090.785,44	303.415,00	634.795,50	1.685,75	1.297,38	25.753.149,88
Muy alta	2.391,63	1.626,88	29.324,88	30.015,13	26,63	834.757,69	19.016,88	117.700,06	583.016,25	786.401,69	2.016,63	62.913,88	337.204,63	451.266,69	10.762,81	0,00	636,31	0,00	0,00	2.769.168,63
Alta	21.553,56	5.966,19	74.301,50	24.516,13	260,75	587.182,25	51.334,25	204.559,56	1.231.793,25	300.788,25	5.055,94	59.104,75	645.770,63	830.761,13	71.986,19	251,63	11.734,25	0,06	8,31	4.126.508,56
Moderada	63.271,00	65.798,38	183.833,25	231.958,81	50.868,44	663.987,00	220.345,88	354.814,44	1.285.346,88	1.626.565,38	51.817,25	86.347,75	839.300,94	1.515.417,19	430.055,75	65.261,31	20.628,81	0,00	3,13	7.755.621,56
Baja	139.514,50	214.510,69	207.487,56	362.392,25	175.185,31	221.817,69	616.320,81	553.238,44	1.886.490,75	2.505.516,94	102.532,56	101.914,38	572.133,69	1.984.385,50	364.264,94	132.685,25	76.560,88	294,38	84,19	10.217.330,69

Superficie en hectáreas por clases de nivel de sensibilidad y por comunidad autónoma para energía eólica.

SENSIBILIDAD AMBIENTAL	La Rioja	País Vasco	Navarra	Región de Murcia	Madrid	Extremadura	Comunidad Valenciana	Cataluña	Castilla-La Mancha	Castilla y León	Cantabria	Principado Asturias	Aragón	Andalucía	Galicia	Islas Baleares	Islas Canarias	Ceuta	Melilla	Total
Máxima (No recomendado)	55,03	60,13	52,34	42,64	71,80	44,63	61,02	61,80	37,20	49,52	69,62	70,76	49,84	45,42	70,45	60,49	85,28	85,13	93,14	53,14
Muy alta	0,47	0,23	2,82	2,65	0,00	20,03	0,82	3,65	7,34	3,04	0,38	5,93	7,05	5,15	0,36	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00
Alta	4,28	0,83	7,15	2,17	0,03	14,09	2,21	6,35	15,51	3,19	0,95	5,57	13,53	9,48	2,43	0,05	1,58	0,00	0,60	0,60
Moderada	12,55	9,11	17,70	20,50	6,34	15,93	9,47	11,02	16,19	17,26	9,75	8,14	17,58	17,30	14,49	13,01	2,77	0,00	0,22	0,22
Baja	27,67	29,70	19,98	32,03	21,83	5,32	26,49	17,18	23,76	26,59	19,30	9,60	11,99	22,65	12,27	26,45	10,29	14,87	6,04	6,04

Porcentajes de clases de nivel de sensibilidad por comunidad autónoma para energía eólica.



ZONIFICACIÓN AMBIENTAL PARA LA IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES: EÓLICA Y FOTOVOLTAICA

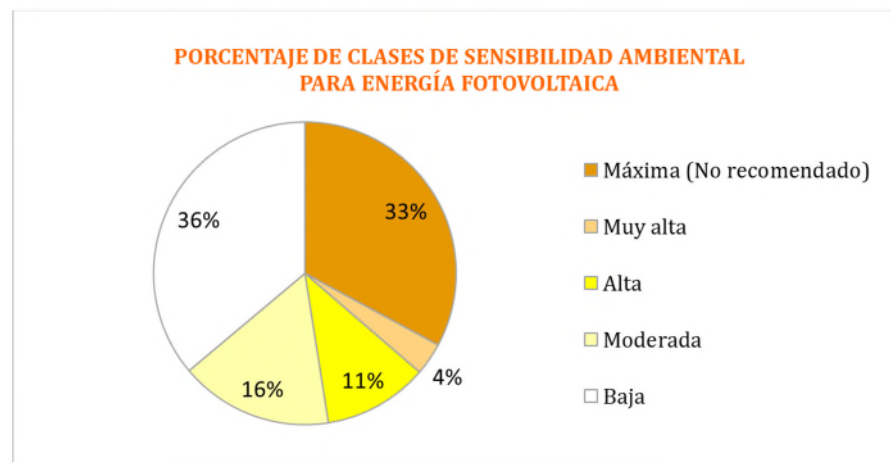
REPRESENTACIÓN NUMÉRICA DEL MODELO DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL CLASIFICADO PARA ENERGÍA FOTOVOLTAICA

SENSIBILIDAD AMBIENTAL	La Rioja	País Vasco	Navarra	Región de Murcia	Madrid	Extremadura	Comunidad Valenciana	Cataluña	Castilla-La Mancha	Castilla y León	Cantabria	Principado Asturias	Aragón	Andalucía	Galicia	Islas Baleares	Islas Canarias	Ceuta	Melilla	Total
Máxima (No recomendado)	197.250,19	172.895,81	223.103,19	309.354,69	378.551,19	1.509.580,94	990.692,81	1.229.703,94	2.159.096,06	2.620.328,94	185.482,69	349.856,56	1.688.907,06	3.102.780,88	817.545,19	209.868,19	452.943,13	1.075,00	588,13	16.629.604,56
Muy alta	3.985,19	13.195,00	82.958,75	42.757,06	15.900,81	435.774,25	40.995,75	24.012,88	200.042,00	246.817,88	589,75	52.559,19	471.550,38	118.459,50	7.235,25	0,00	1.127,06	0,00	0,00	1.757.960,69
Alta	33.537,81	25.825,19	143.556,88	63.396,88	26.419,88	1.210.719,13	110.451,44	281.579,81	1.226.474,88	659.961,13	21.899,75	148.459,19	630.697,81	808.416,38	163.749,00	5.090,56	35.817,06	0,00	10,81	5.666.063,56
Moderada	76.450,13	33.782,38	134.121,38	148.662,56	57.372,44	576.842,06	211.788,63	366.209,56	1.762.397,63	880.427,56	36.580,13	177.729,69	1.209.121,06	1.544.570,00	1.013.736,00	18.388,50	36.565,00	0,13	35,25	8.284.780,06
Baja	192.908,81	476.466,25	454.841,13	567.134,31	324.314,56	435.003,63	973.107,88	1.318.997,44	2.593.012,69	4.985.185,50	286.809,63	332.477,56	772.800,31	3.117.307,75	965.589,69	268.265,94	217.903,50	905,06	758,81	18.283.790,44

Superficie en hectáreas por clases de nivel de sensibilidad y comunidad autónoma para energía fotovoltaica.

SENSIBILIDAD AMBIENTAL	La Rioja	País Vasco	Navarra	Región de Murcia	Madrid	Extremadura	Comunidad Valenciana	Cataluña	Castilla-La Mancha	Castilla y León	Cantabria	Principado Asturias	Aragón	Andalucía	Galicia	Islas Baleares	Islas Canarias	Ceuta	Melilla
Máxima (No recomendado)	39,13	23,94	21,48	27,34	47,17	36,22	42,57	38,18	27,19	28,13	34,91	32,97	35,38	35,41	27,55	41,84	60,85	54,29	42,22
Muy alta	0,79	1,83	7,99	3,78	1,98	10,46	1,76	0,75	2,52	2,62	0,11	4,95	9,88	1,35	0,24	0,00	0,15	0,00	0,00
Alta	6,65	3,58	13,82	5,60	3,29	29,05	4,75	8,74	15,44	7,00	4,12	13,99	13,21	10,03	5,52	1,01	4,81	0,00	0,78
Moderada	15,16	4,68	12,91	13,14	7,15	13,84	9,10	11,37	22,19	9,34	6,88	16,75	25,33	17,63	34,16	3,67	4,91	0,01	2,53
Baja	38,27	65,98	43,79	50,13	40,41	10,44	41,82	40,96	32,65	52,91	53,98	31,33	16,19	35,58	32,53	53,48	29,27	45,71	54,47

Porcentajes de clases de nivel de sensibilidad por comunidad autónoma para energía fotovoltaica.





## 7. Retos a futuro.

Este modelo de sensibilidad ambiental desarrollado es una aproximación metodológica y orientativa que pretende servir de herramienta para que, a una escala general e integradora, se intuya desde fases tempranas la posible problemática ambiental asociada a las ubicaciones de los proyectos de parques eólicos y fotovoltaicos. Se pretende garantizar así la aplicación de los principios de *precaución y acción cautelar* de los impactos sobre el medio ambiente que se concretarán, para cada localización y tipología de proyecto, específicamente y en detalle, en su correspondiente proceso de evaluación de impacto ambiental.

Este modelo siempre se habrá de complementar con las indicaciones y regulaciones establecidas por cada Comunidad Autónoma dentro de sus competencias, su ordenación del territorio e intereses particulares de transición ecológica (ver Anexo VI).

Asimismo, también se podría complementar con todas las aportaciones que se realicen desde las propias Comunidades Autónomas, organismos oficiales, organizaciones y asociaciones no gubernamentales, promotores, órganos sustantivos, etc., para incorporar en el modelo sus apreciaciones e inquietudes, y detectar carencias o sesgos subsanables.

En este sentido, el modelo debe entenderse como una herramienta flexible que precisa una continua revisión, puesto que las bases cartográficas utilizadas están sujetas a novedades, mejoras, ajustes, actualizaciones, etc.

Igualmente, en fases posteriores se podrían incorporar más indicadores ambientales (como los elementos que se declaren oficialmente bajo el marco de la recientemente aprobada Estrategia Nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas, usos del suelo, conectividad con caminos de mínimo coste en zonas de sensibilidad máxima, etc.) e incluso cruzarlos con indicadores de otra índole como infraestructuras que actualmente ya ocupan el territorio, nuevos pasillos energéticos previstos en el nuevo periodo de planificación del transporte de la energía eléctrica, nuevos nodos de conexión que respondan a las nuevas demandas, etc. así como con los datos del recurso renovable.