



UNIVERSITAT DE  
BARCELONA

# Valoración de impactos ambientales en la implantación de dos parques eólicos y su línea de evacuación en Tivissa (Tarragona)

Autor: Fanny Elena Subirana Sánchez

Tutor: Laia Beni i Cristian Fàbrega

Curs acadèmic: 2023-2024



Màster en Energies Renovables i  
Sostenibilitat Energètica

Dos Campus d'Excel·lència Internacional:



## *Agradecimientos*

*Quisiera agradecer a todas las personas que me han acompañado y apoyado en esta etapa. A mi familia, por su paciencia y constante confianza en mí.*

*A mis compañeros y amigos de clase, por sacarme una sonrisa en todo momento y hacer del último año de estudios una experiencia que recordar.*

*A Cristian, por su ayuda y guía a lo largo de este curso.*

*Finalmente, a Laia Beni, por su dedicación y conocimiento aportado que han hecho posibles el presente trabajo.*

## Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar los impactos ambientales derivados de la implantación de dos parques eólicos y su línea de evacuación en el municipio de Tivissa (Tarragona). Los parques eólicos “Tivissa 1” de 12 aerogeneradores y “Tivissa 2” de 18 aerogeneradores, tendrán una potencia nominal de 72 MW y 108 MW respectivamente, empleando aerogeneradores SIEMENS GAMESA SG 170-6 MW.

Para ello, se ha llevado a cabo el procedimiento de una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), siguiendo la Ley 21/2013 de 9 de diciembre de evaluación ambiental. La metodología del estudio incluyó la recopilación de datos geoespaciales y la caracterización del entorno físico, biológico y socioeconómico. Además, se realizó un análisis exhaustivo de los posibles impactos ambientales en diferentes fases del proyecto (construcción, operación y desmantelamiento).

Los resultados identificaron diversos impactos negativos, especialmente sobre el paisaje y sus hábitats, así como impactos positivos relacionados con el uso de energías renovables y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Se propusieron medidas de mitigación, como la implementación de tecnologías para minimizar la mortalidad de fauna y la realización de estudios detallados para identificar y proteger áreas críticas.

El trabajo concluye que, si bien existen impactos negativos significativos, estos pueden ser gestionados adecuadamente mediante la aplicación de medidas de mitigación y una planificación cuidadosa, permitiendo así que los proyectos contribuyan a los objetivos de sostenibilidad energética y reducción de emisiones en la región.

## Abstract

The present study aims to evaluate the environmental impacts derived from the implementation of two wind farms and their evacuation line in the municipality of Tivissa (Tarragona). The “Tivissa 1” wind farm with 12 wind turbines and “Tivissa 2” with 18 wind turbines will have a nominal capacity of 72 MW and 108 MW respectively, employing SIEMENS GAMESA SG 170-6 MW wind turbines.

For this purpose, an Environmental Impact Assessment (EIA) was carried out following Law 21/2013 of December 9 on environmental assessment. The study methodology included the collection of geospatial data and the characterization of the physical, biological, and socioeconomic environment. In addition, a thorough analysis of the potential environmental impacts in different phases of the project (construction, operation, and dismantling) was conducted.

The results identified various negative impacts, especially on the landscape and its habitats, as well as positive impacts related to the use of renewable energies and the reduction of greenhouse gas emissions. Mitigation measures were proposed, such as the implementation of technologies to minimize fauna mortality and the performance of detailed studies to identify and protect critical areas.

The study concludes that although there are significant negative impacts, these can be adequately managed through the application of mitigation measures and careful planning, thus allowing the projects to contribute to the objectives of energy sustainability and emission reduction in the region.

## ÍNDICE

1.	Introducción .....	6
1.1.	Contexto y justificación del estudio .....	6
1.2.	Objetivos .....	6
1.3.	Metodología utilizada.....	7
2.	Descripción del Proyecto Tivissa.....	7
2.1.	Antecedentes y objeto del proyecto.....	8
2.2.	Localización del proyecto .....	8
2.3.	Descripción técnica de las instalaciones .....	9
2.3.1.	Características de los aerogeneradores .....	9
2.3.2.	Emplazamiento aerogeneradores Tivissa 1 .....	9
2.3.3.	Emplazamiento aerogeneradores Tivissa 2 .....	10
2.3.4.	Infraestructura de la evacuación eléctrica .....	11
2.3.5.	Obras civiles .....	12
2.4.	Alternativas consideradas.....	13
3.	Descripción Territorial Medio Afectado .....	13
3.1.	Medio atmosférico.....	14
3.1.1.	Climatología .....	14
3.1.2.	Calidad del aire.....	14
3.2.	Medio físico .....	14
3.2.1.	Geología y Edafología.....	14
3.2.2.	Hidrología.....	16
3.2.3.	Paisaje.....	17
3.3.	Medio biótico .....	17
3.3.1.	Vegetación.....	17
3.3.2.	Fauna general .....	17
3.3.3.	Avifauna y quirópteros .....	18
3.4.	Espacios naturales protegidos .....	18
3.4.1.	Hábitats de Interés Comunitario (HIC) .....	18
3.4.2.	Red Natura 2000.....	19
3.4.3.	Espacios de Interés Geológico.....	20
3.5.	Medio socioeconómico .....	20
3.5.1.	Población.....	20
3.5.2.	Cubiertas del suelo .....	20
4.	Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales .....	21

4.1.	Metodología de evaluación y valoración de impactos .....	21
4.2.	Identificación de actividades con capacidad de provocar impactos .....	22
4.3.	Matriz de identificación y valoración de impactos.....	22
4.4.	Descripción de impactos .....	24
5.	Discusión.....	30
5.1.	Síntesis de los impactos hallados y posibles medidas .....	30
5.2.	Recomendaciones y criterios a tener en cuenta en la elección del diseño de parques. ....	32
6.	Conclusiones .....	34
7.	Referencias Bibliográficas .....	35
8.	Anexos.....	38
8.1.	Anexo 1: Tablas .....	38
8.2.	Anexo 2: Figuras.....	46

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Localización del término municipal de Tivissa. ....	8
Figura 2.	Áreas de afección de los parques eólicos de “Tivissa 1” y “Tivissa 2”.....	9
Figura 3.	Emplazamiento de los 12 aerogeneradores del parque eólico “Tivissa 1”. ....	10
Figura 4.	Emplazamiento de los 18 aerogeneradores del parque eólico “Tivissa 2”. ....	11
Figura 5.	Ubicación de ambos parques eólicos, la línea de evacuación y subestaciones eléctricas de Tivissa y Vandellós. ....	12
Figura 6.	Mapa geológico de la zona de estudio. ....	15
Figura 7.	Mapa de ríos clasificados según el método de Otto Pfafstetter. ....	16
Figura 8.	Especies de <i>Aquila fasciata</i> y <i>Miniopterus schreibersii</i> .....	18
Figura 9.	Mapa de áreas Red Natura 2000 cercanas al proyecto.....	19
Figura 10.	Mapa representativo de las principales cubiertas del suelo de la zona de estudio. ....	21
Figura 11.	Ejemplo de disposición del arbolado urbano para la mitigación de impacto visual. .	30
Figura 12.	Patrones de las aspas de los aerogeneradores (Iberdrola, 2021). ....	31

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Leyenda de las unidades geológicas presentes en el mapa geológico.....	14
Tabla 2.	Matriz de identificación y valoración de impactos. ....	23

## 1. Introducción

### 1.1. Contexto y justificación del estudio

El creciente interés en la transición hacia fuentes de energía renovables se ha visto impulsado por la necesidad de mitigar los efectos del cambio climático, reducir la dependencia de combustibles fósiles y promover un desarrollo sostenible. Durante el máster en Energías Renovables y Sostenibilidad Energética, se ha enfatizado en la importancia de diversificar el mix energético, incorporar tecnologías limpias y mejorar la eficiencia energética mientras se profundizaba en las diversas fuentes de generación de energía renovable, proporcionando una comprensión profunda de las ventajas y desafíos hoy en día asociados.

En este contexto, la energía eólica ha emergido como una de las opciones viables y eficientes para la generación de energía limpia. Su capacidad para producir grandes cantidades de energía a partir de un recurso inagotable y autóctono, la convierte además en una pieza clave en la lucha contra el cambio climático y el alcance de la independencia energética. Además, la zona de los parques eólicos es compatible con la realización de otras actividades como la agricultura y la ganadería, creando un espacio multifuncional (Iberdrola, 2024).

A pesar de los beneficios que ofrecen, los proyectos eólicos pueden generar conflictos en la sociedad, ya que pueden afectar a paisajes, ecosistemas y comunidades locales. Por ello, igual que en la implementación de cualquier otro nuevo proyecto, se requiere de la realización de Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIA) para asegurar la correcta integración en el entorno natural y social. Estos EIA son fundamentales en identificar, evaluar y mitigar los posibles impactos negativos derivados de los proyectos.

Actualmente, en Cataluña hay 17 parques eólicos en funcionamiento que se distribuyen en las demarcaciones de Barcelona, Lleida y Tarragona.

La región de Tivissa (Tarragona), consta de unas condiciones favorables de viento que la hacen un lugar ideal para la implementación de parques eólicos. Es por ello, que actualmente existen diversos proyectos de parques eólicos en desarrollo en la zona, destacando el proyecto de los parques eólicos “Tivissa 1” de 72 MW, “Tivissa 2” de 108 MW, y su línea de evacuación. Este proyecto se encuentra actualmente en fase prestativa de Evaluación Ambiental.

El presente trabajo de fin de máster (TFM) se centra en la evaluación de los impactos ambientales de este proyecto en concreto, con el fin de garantizar que su implementación sea compatible con la máxima protección del medio ambiente y bienestar de las comunidades locales.

### 1.2. Objetivos

El objetivo general de este trabajo es estudiar los elementos ambientales con capacidad de afección y analizar los impactos potenciales que los parques eólicos pueden tener sobre el medio ambiente, con el fin de proporcionar recomendaciones que ayuden a minimizar dichos impactos y facilitar la toma de decisiones informadas en las fases iniciales de diseño y planificación de futuros parques eólicos.

Para alcanzar este objetivo, se han planteado los siguientes objetivos específicos:

- Comprender los procedimientos utilizados para realizar una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) en el contexto de un parque eólico como requerimiento de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Realizar una descripción técnica de los proyectos de parques eólicos “Tivissa 1” y “Tivissa 2”, y su línea de evacuación, así como del medio físico, biológico y socioeconómico de la zona de estudio.
- Identificar y valorar los principales impactos ambientales asociados a los proyectos en sus diferentes fases.
- Realizar una síntesis de los factores críticos en un análisis de impacto ambiental.
- Proponer tanto medidas de prevención, mitigación y corrección como posibles mejoras en el diseño inicial de los proyectos eólicos para minimizar los impactos negativos.

### 1.3. Metodología utilizada

Se ha seguido una metodología basada principalmente en la legislación española ambiental, la **Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental** y sus modificaciones pertinentes. En ella se establece que serán objeto de Evaluación de Impacto Ambiental Ordinaria los parques eólicos que tengan más de 30 MW de potencia. Esta ley también detalla los procedimientos para llevar a cabo dicha evaluación. Por ello, se realizó una revisión exhaustiva de esta normativa para establecer el marco legal del estudio.

Como se especifica en la legislación, se ha llevado a cabo un análisis del entorno y caracterización de la zona de estudio, utilizando datos proporcionados por entidades gubernamentales como el “Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico” (MITECO) o el “Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya” (ICGC) de la Generalitat de Catalunya. Con los datos geoespaciales correspondientes, se han elaborado distintos mapas temáticos que han ayudado en la visualización y comprensión espacial de los elementos ambientales relevantes.

Finalmente, se han identificado los impactos ambientales potenciales asociados a los proyectos de parques eólicos “Tivissa 1” y “Tivissa 2”, utilizando los criterios y metodologías establecidos en la Ley 21/2013 anteriormente mencionada de Evaluación Ambiental. Esta evaluación ha considerado tanto los impactos negativos como los positivos, además de los directos como indirectos en las diferentes fases del proyecto.

Esta metodología aseguró un análisis estructurado, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones informadas y sostenibles en la fase inicial de diseño y planificación de un parque eólico en esta región.

## 2. Descripción del Proyecto Tivissa

En este apartado se procederá a describir con detalle el proyecto, sus antecedentes, localización, tecnicidades de las instalaciones, y las distintas alternativas estudiadas. Toda esta información, ha sido extraída del Documento Inicial de Proyecto (DIP) y del Documento de Alcance del Estudio del Impacto Ambiental (publicados en la web del Ministerio).

El promotor de este proyecto es la empresa GREEN CAPITAL POWER, el cual ha llevado a cabo la solicitud de los permisos y de Evaluación Ambiental iniciando la solicitud y entrega de los documentos a la Dirección General de Política Energética y Minas del Ministerio en 2019. Este proyecto actualmente se encuentra en Fase potestativa.

## 2.1. Antecedentes y objeto del proyecto

En el municipio de Tivissa, ubicado en la comarca de la Ribera d'Ebre, en la provincia de Tarragona, se ha experimentado en los últimos años un creciente interés en la producción de energía renovable, surgiendo numerosas propuestas para la instalación de parques eólicos.

El parque eólico operativo “Les Colladetes” en El Perelló, en la comarca del Baix Ebre, ha servido como ejemplo exitoso de cómo las condiciones climáticas y geográficas de la región pueden ser aprovechadas para la producción de energía renovable. Por otro lado, otros proyectos de parques eólicos han sido desestimados en la zona de Tivissa, debido al impacto crítico sobre el águila perdicera (Diari de Tarragona, 2024). De esta manera, se ha demostrado la necesidad de una planificación y diseño adecuados para desarrollar proyectos que beneficien tanto a la economía local como al medio ambiente.

Con estos antecedentes, la empresa promotora GREEN CAPITAL POWER está interesada en construir un parque eólico de 72 MW, formado por 12 aerogeneradores de 6 MW de potencia nominal unitaria, en el término municipal de Tivissa, denominado Parque Eólico “Tivissa 1” y otro parque eólico de 108 MW, formado por 18 aerogeneradores de 6 MW de potencia nominal unitaria, en el término municipal de Tivissa y Vandellós i l’Hospitalet de l’Infant (Tarragona), denominado Parque Eólico “Tivissa 2”.

## 2.2. Localización del proyecto

El terreno escogido para las instalaciones y sus obras se encuentran principalmente en el término municipal de Tivissa, traspasando algunas infraestructuras de “Tivissa 2” el límite con el término municipal de Vandellós i l’Hospitalet de l’Infant. El proyecto se ubica en dos poligonales donde se implementarán los aerogeneradores y una sola línea de evacuación hasta la Subestación Eléctrica Transformadora (SET) de Vandellòs. En la siguiente figura se puede observar un mapa de situación del término municipal donde se localizará el proyecto.

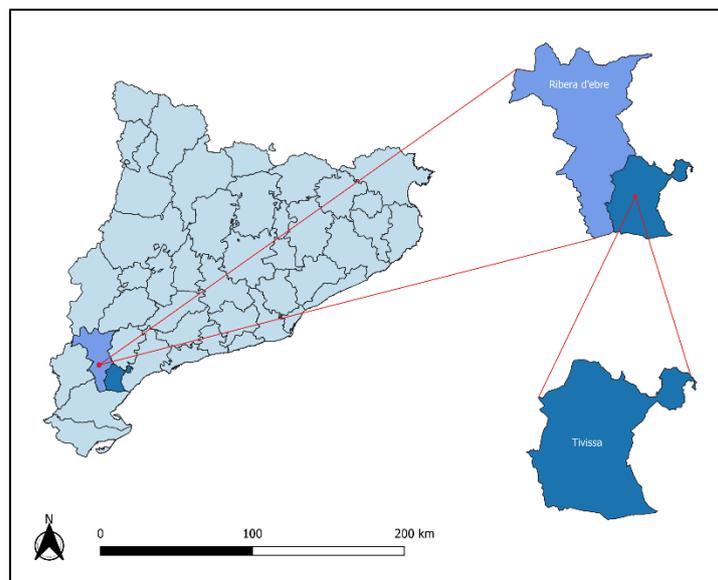


Figura 1. Localización del término municipal de Tivissa.

El área de afección del parque eólico “Tivissa 1” y el área de desarrollo del parque eólico “Tivissa 2” donde se realizarán las obras de ejecución de los proyectos, están delimitadas por poligonales cuyos vértices se presentan en coordenadas UTM (sistema de referencia ETRS89, Huso 31N) (ver

Anexo 1: Tablas). En la siguiente figura se presentan ambas áreas poligonales de los Parques Eólicos (PE).

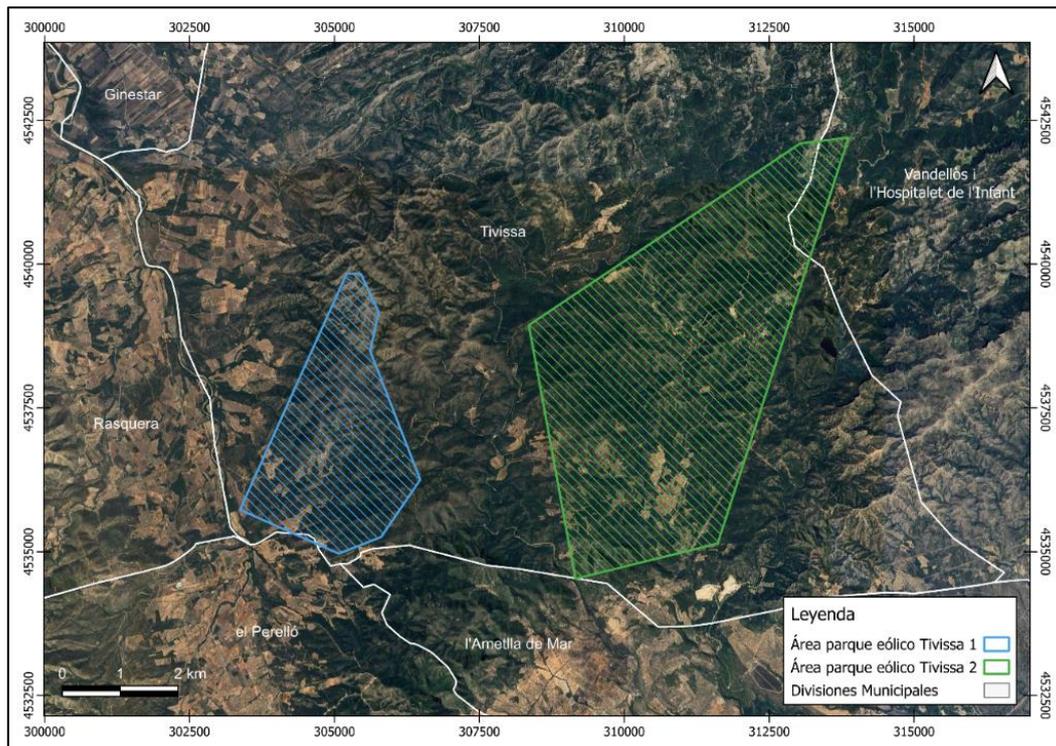


Figura 2. Áreas de afectación de los parques eólicos de “Tivissa 1” y “Tivissa 2”.

Según el planeamiento urbanístico vigente del término municipal de Tivissa, ambos terrenos están clasificados como Suelo Rústico. Por ello, cualquier actividad no prohibida explícitamente en dicho Planeamiento es susceptible de aprobación, pudiéndose llevar a cabo la instalación y actividad de un Parque Eólico.

### 2.3. Descripción técnica de las instalaciones

#### 2.3.1. Características de los aerogeneradores

El modelo de aerogenerador se eligió en base al tratamiento previo de los datos eólicos de la zona, las características físicas del terreno y del fabricante. De este modo, el modelo de aerogenerador contemplado en este proyecto y que mejor se adaptan a las condiciones del emplazamiento, es el SG 170-6 MW fabricado por la empresa SIEMENS GAMESA.

Se trata de aerogeneradores de velocidad variable con un sistema de orientación automático integrado, este permite el alineamiento del rotor con la dirección del viento y una posición óptima de producción, garantizado por el sistema de frenado. Las especificaciones técnicas del rotor del aerogenerador SIEMENS GAMESA SG 170-6 MW, son detalladas en la tabla resumen del Anexo 1: Tablas. La estructura de la máquina puede encontrarse en el Anexo 2: Figuras.

#### 2.3.2. Emplazamiento aerogeneradores Tivissa 1

El parque eólico de “**Tivissa 1**” está compuesto por **12 aerogeneradores** SIEMENS GAMESA 170-6 MW de 6 MW potencia nominal unitaria y sobre una torre de 115 m de altura. Produciendo un total de 72 MW.

Basándose en los cálculos del estudio de viento, se ha escogido una disposición determinada para los 12 aerogeneradores, teniendo en cuenta las restricciones de tipo técnico y ambiental. De esta manera, los aerogeneradores se disponen con la máxima perpendicularidad posible respecto a la dirección de viento predominante, y alineándose según la topografía del terreno. La separación final entre aerogeneradores es de 2 a 4 diámetros de rotor en dirección perpendicular al viento, y de aproximadamente 5 a 7 diámetros entre filas.

En el Anexo 1: Tablas se especifica la ubicación de los aerogeneradores del parque eólico “Tivissa 1”, mediante coordenadas UTM (ETRS89 Huso 31N). A partir de ella se ha podido representar cartográficamente el emplazamiento de los 12 aerogeneradores en la Figura 3.

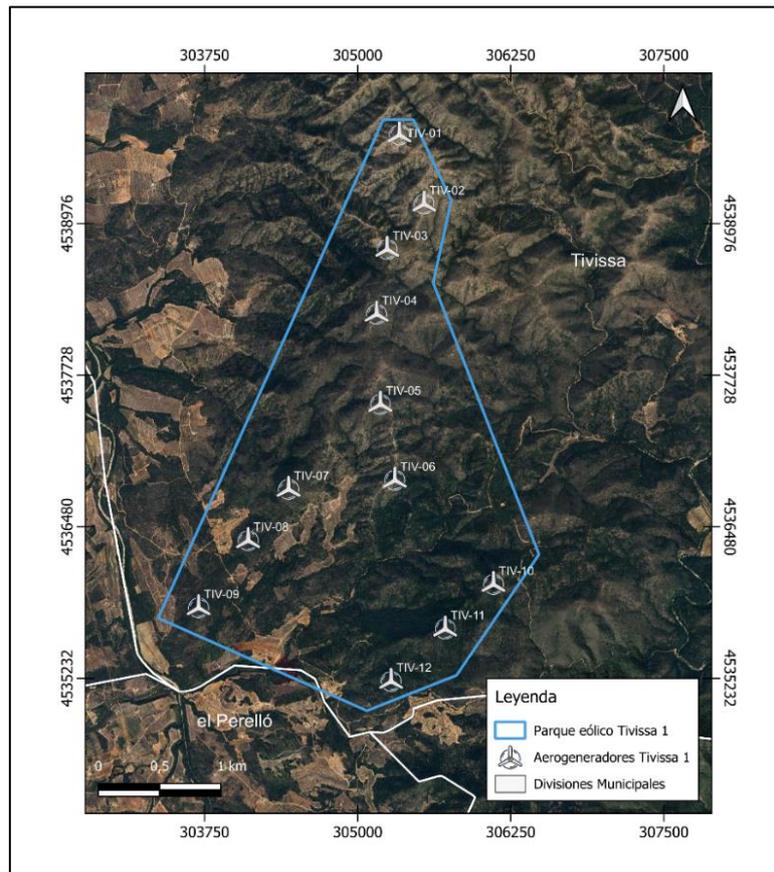


Figura 3. Emplazamiento de los 12 aerogeneradores del parque eólico “Tivissa 1”.

### 2.3.3. Emplazamiento aerogeneradores Tivissa 2

El parque eólico de “**Tivissa 2**” está compuesto por **18 aerogeneradores SIEMENS GAMESA 170-6 MW** de 6 MW potencia nominal unitaria e igualmente sobre torre de 115 m de altura. Produciendo un total de 108 MW. En este parque, las características generales de los aerogeneradores y los criterios de su disposición son las mismas empleadas en el parque eólico “Tivissa 1”.

En la tabla del Anexo 1: Tablas se especifica la ubicación de los aerogeneradores del parque eólico “Tivissa 2”, mediante coordenadas UTM (ETRS89 Huso 31N). A partir de ella se ha podido representar cartográficamente el emplazamiento de los 18 aerogeneradores en la Figura 4.

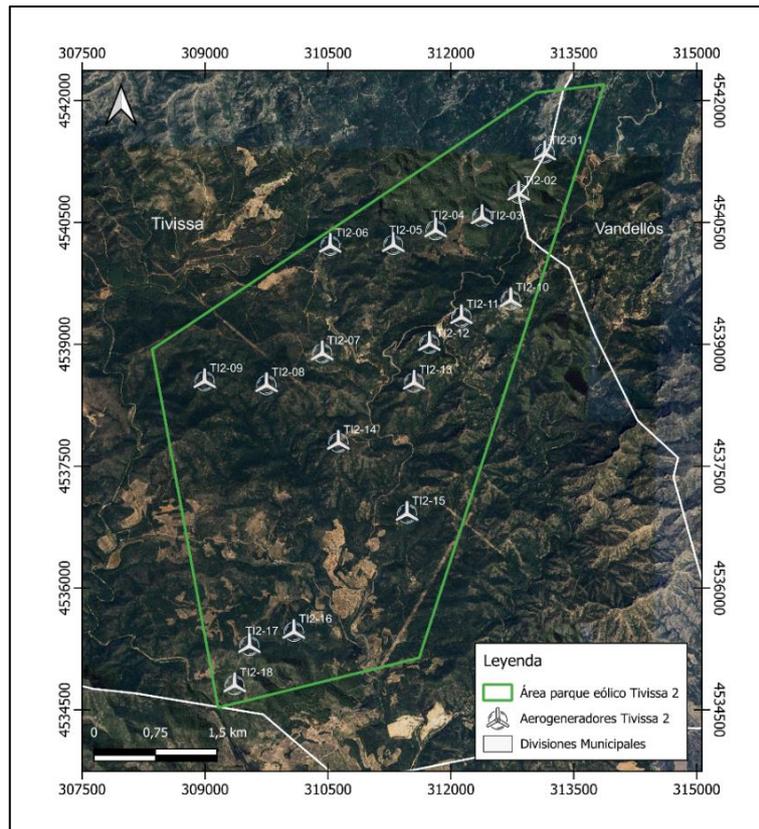


Figura 4. Emplazamiento de los 18 aerogeneradores del parque eólico “Tivissa 2”.

#### 2.3.4. Infraestructura de la evacuación eléctrica

La evacuación del parque eólico “Tivissa 1” de 72 MW de potencia, se realiza de manera conjunta con “Tivissa 2” de 108 MW. La energía producida en ambos parques se evacuará mediante una línea aérea de alta tensión desde la subestación transformadora (SET) “Tivissa” 30/400 kV hasta la SET “Vandellòs” 400 kV, la cual es preexistente y pertenece a R.E.E.

Para ello, son necesarias una serie de infraestructuras eléctricas:

- Centros de transformación en cada uno de los aerogeneradores de 0,69/30 kV.
- Red subterránea de evacuación a media tensión de 30 kV.
- Subestación elevadora de tensión “Tivissa” 30/400 kV.
- Línea Aérea de Alta Tensión 400 kV (SET “Tivissa” – SET “Vandellòs”).
- Subestación “Vandellòs” 400 kV.

El sistema eléctrico de media tensión permite conducir la energía generada desde los aerogeneradores hasta la subestación transformadora de "Tivissa". Cada aerogenerador de las alineaciones de las que constan los parques está conectado a circuitos que recogen la energía y la transportan a 30 kV. Se proyectaron un total de 4 circuitos de media tensión en el parque eólico “Tivissa 1”, conectando los aerogeneradores en una configuración radial. En cambio, para la evacuación de la energía producida en el parque “Tivissa 2”, se han proyectado 6 circuitos de media tensión. En el Anexo 1: Tablas, se encuentran los datos relevantes de los circuitos, las líneas y los aerogeneradores que agrupan cada circuito.

La subestación transformadora en Tivissa aumentará la tensión de 30 kV a 400 kV, desde donde se transportará la energía a través de la línea aérea de alta tensión hasta la SET “Vandellòs”. La distancia entre estas dos subestaciones es de aproximadamente 19 km, longitud que deberá tener

el cableado. Esta línea transcurrirá por los términos municipales de Tivissa, L’Ametlla de Mar y Vandellós i l’Hospital de l’Infant (Tarragona). Transportará una potencia de 180 MW, y los últimos 400 metros de longitud del cable se realizarán en tramo subterráneo, debido a la alta densidad de líneas a la entrada de dicha subestación.

La línea aérea de evacuación y ambas subestaciones se encuentran representadas en la Figura 5, y la tabla con las coordenadas de inicio y fin de la línea, así como sus vértices y características principales, se encuentran en el Anexo 1: Tablas.

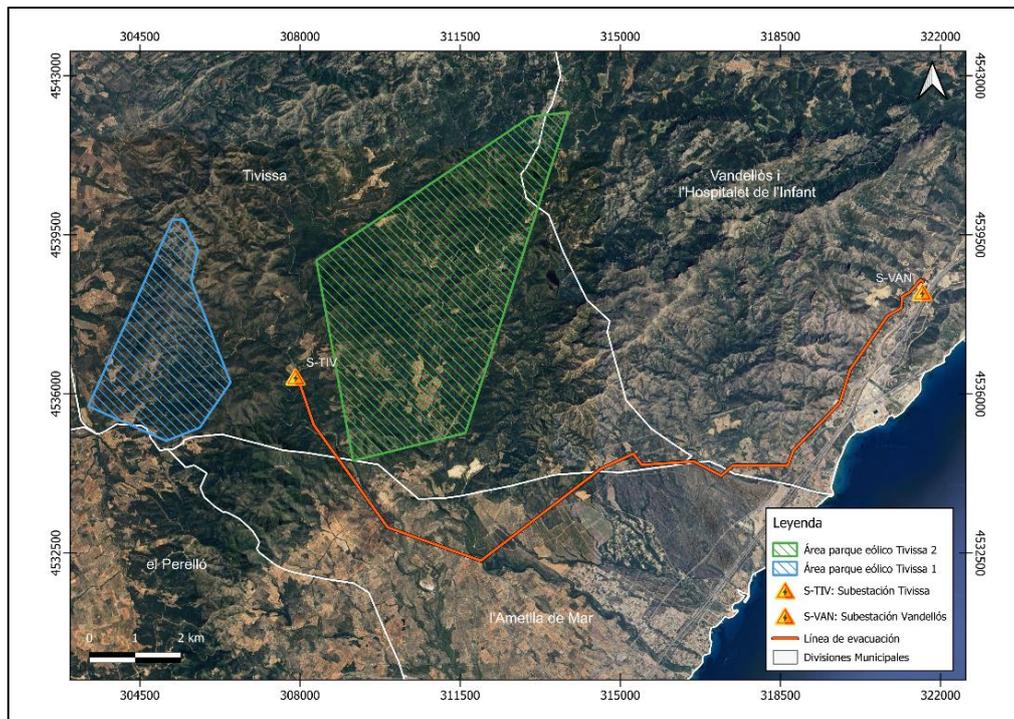


Figura 5. Ubicación de ambos parques eólicos, la línea de evacuación y subestaciones eléctricas de Tivissa y Vandellós.

### 2.3.5. Obras civiles

La obra civil necesaria para la construcción, puesta en marcha y explotación del parque eólico consiste en el acondicionamiento de los caminos de acceso de las torres de los aerogeneradores, la explanación o plataforma para situar las grúas junto a las torres, la cimentación de los aerogeneradores, y las canalizaciones para el soterramiento de las ternas de cables. Comentadas a continuación.

El acceso al parque eólico se realizará, en la medida de lo posible, a través de caminos existentes. Sólo se abrirán nuevos caminos cuando no puedan aprovecharse vías existentes, siendo el criterio de apertura del menor número posible de kilómetros de camino y el menor impacto ambiental y paisajístico.

Se acondicionarán o crearán las vías que dan acceso a los aerogeneradores mediante calzadas diseñadas para el tránsito de vehículos especiales. Con cunetas a ambos lados del camino para la recogida de aguas de lluvia y una mejor conservación del camino. Estos caminos alcanzarán una longitud total de aproximadamente 24.3 km para el parque “Tivissa 1”, siendo 11.75 km de caminos de nueva construcción y 12.6 km de caminos a acondicionar. Para el parque “Tivissa 2” los caminos alcanzarán una longitud total de aproximadamente 32.5 km, siendo 13.5 km de caminos de nueva construcción y 19 km de caminos existentes a acondicionar.

Por otro lado, las cimentaciones de los aerogeneradores estarán diseñadas para soportar los esfuerzos generados por el viento y su funcionamiento, adaptándose a las características geotécnicas del suelo en cada ubicación, que pueden variar según la zona. Esta cimentación consistirá en una zapata superficial sobre la cual se construirá un pedestal de hormigón. Además, alrededor de las cimentaciones se habilitará una explanación o plataforma de conectada con el acceso, que servirá para la colocación de las grúas durante el montaje de los aerogeneradores.

Por último, las canalizaciones o zanjas de conducciones eléctricas serán otra de las obras civiles esenciales. Estas se dividirán en zanjas para la evacuación de energía del parque eólico, comunicaciones y la red de tierras, enterradas en lechos de arena de 1.2 metros de profundidad y 0.4 m mínimo de ancho. Todo ello se ajustará a lo especificado en el reglamento eléctrico correspondiente y se diseñarán según lo indicado en los planos pertinentes.

## 2.4. Alternativas consideradas

Se han considerado distintas alternativas para la ubicación de los aerogeneradores y la ejecución de la línea de evacuación, incluida la alternativa 0. La selección final se basa en la opción que mejor equilibra los aspectos técnicos, económicos y ambientales.

La Alternativa 0 contempla la no realización del proyecto. Si bien esta opción evita cualquier impacto ambiental directo, también implica renunciar a los beneficios asociados, como la contribución a los objetivos de energía renovable del Plan de Acción Nacional de Energías Renovables de España (PANER) 2011-2020, la generación de empleo o la reducción de consumo de energía convencional.

Se han considerado además, dos alternativas en la ubicación de los aerogeneradores del parque "Tivissa 2". La Alternativa 1 incluía 21 aerogeneradores con una potencia total de 132 MW, esta afectaba áreas protegidas (Zonas de Especial Protección para Aves y Zonas Especiales de Conservación "Tivissa-Vandellós-Llaberia") y presentaba complicaciones de acceso. La Alternativa 2 reducía a 18 aerogeneradores con una potencia total de 108 MW, evitando por completo las áreas protegidas y ofreciendo mejores condiciones de acceso, opción seleccionada debido a su menor impacto ambiental y su viabilidad técnica.

Finalmente, también se evaluaron tres alternativas diferentes para la ejecución de la línea eléctrica de evacuación. La opción óptima fue seleccionada considerando criterios como la menor afectación a los Hábitats de Interés Comunitario, Áreas de Interés Faunístico y Florístico, el paso por un menor número de Montes de Utilidad Pública y minimizando la afectación sobre la vegetación natural al seguir en gran parte zonas cultivadas. A pesar de tener una longitud mayor que otras opciones consideradas, se priorizó afectar menos kilómetros de la Red Natura 2000.

## 3. Descripción Territorial Medio Afectado

Tras la descripción técnica del proyecto completa, a continuación, se desarrolla el inventario ambiental en el cual se describe el medio, prestando especial atención a aquellos elementos que presentan una mayor capacidad de afección. Gracias a la información pública disponible en páginas web de entidades gubernamentales, catálogos de metadatos, geoportales o visores cartográficos, se han podido llevar a cabo una detallada descripción del medio, y elaborar mapas temáticos para la visualización y comprensión espacial de los elementos ambientales relevantes.

Se han analizado los factores del medio atmosférico, físico, biótico, los espacios naturales protegidos presentes en la zona y el medio socioeconómico.

### 3.1. Medio atmosférico

#### 3.1.1. Climatología

Según la clasificación climática de Köpper, Tivissa presenta un clima mediterráneo típico cuya temperatura media anual es de 15.3 °C (Climate Data, 2024). Los datos de 2023 muestran la temperatura oscilante, alcanzando un máximo que ronda los 30 °C, mientras que la mínima se aproxima a los 0 °C (Meteoblue, 2024a).

Respecto a las precipitaciones, según la simulación meteorológica de los últimos 30 años, estas se concentran en la primavera y otoño, entre valores de 64 mm y 42 mm. La estación de sequía más notable es en verano, con un máximo de 36 mm y un mínimo de 27 mm (Meteoblue, 2024b).

#### 3.1.2. Calidad del aire

Las Zonas de Calidad del Aire (ZQA) tienen como objetivo asegurar que las mediciones realizadas en una zona sean representativas de la calidad del aire en toda el área que la abarca. El proyecto de Tivissa se ubica en la zona de Terres de l'Ebre, que corresponde con la decimocuarta zona de calidad del aire (Medio Ambiente y Sostenibilidad, 2024b).

Según la Red de Vigilancia y Previsión de la Contaminación Atmosférica (XVPCA), los medidores de Terres de l'Ebre de NO<sub>2</sub> indican 0-10 µg/m<sup>3</sup>, Pb 0-0.07 µg/m<sup>3</sup>, PM10 7-28 µg/m<sup>3</sup> y PM2,5 5-8 µg/m<sup>3</sup> (Medio Ambiente y Sostenibilidad, 2024a). A partir de estos datos y el Índice Catalán de la Calidad del Aire (ICQA), se puede concluir que Terres de l'Ebre muestra una buena calidad del aire (Acció climàtica i Agenda Rural, 2024).

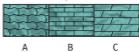
### 3.2. Medio físico

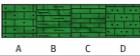
#### 3.2.1. Geología y Edafología

Desde el punto de vista geológico los parques eólicos se localizan en el sector meridional de la Cordillera Prelitoral Catalana, comprendida entre las depresiones del Valle Inferior del Ebro y de Reus. Para el estudio de la geología de la zona afectada por el proyecto eólico, se ha tomado como base el Mapa Geológico de España a escala 1:250.000, consultable en el visualizador de cartografía geológica del Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña (ICGC, 2021b), representado en la Figura 6. La topografía de la zona de forma genérica se encuentra en el Anexo 2: Figuras.

Las principales unidades geológicas presentes en el ámbito de estudio son las recopiladas en la siguiente tabla (ICGC, 2021a).

Tabla 1. Leyenda de las unidades geológicas presentes en el mapa geológico.

<b>Mesozoico</b>		
J3 - C1		Calcáreas con esponjas (A), calcáreas laminadas y margas con intercalaciones dolomíticas (B), dolomías y calcáreas (C). Jurásico superior- Cretácico inferior.
T4 - J1		Brechas, dolomías, calcáreas, margas y calcarenitas, localmente evaporitas en la base. Retiano- Jurásico inferior.
J2		Calcáreas, dolomías y margas oscuras y azules. Jurásico medio.

T4		Dolomías bien estratificadas. Triásico superior.
T3-4		Argilas versicolores y evaporitas. Triásico superior.
C2		Calcáreas y argilas lateríticas. Cretácico inferior.
C1-2		Calcáreas no diferenciadas. Cretácico inferior.
<b>Cenozoico</b>		
Q2		Conglomerados, areniscas y lutitas (conos de deyección) (F), Gravas (terrazas aluviales medias y glaciares) (D). Cuaternario.

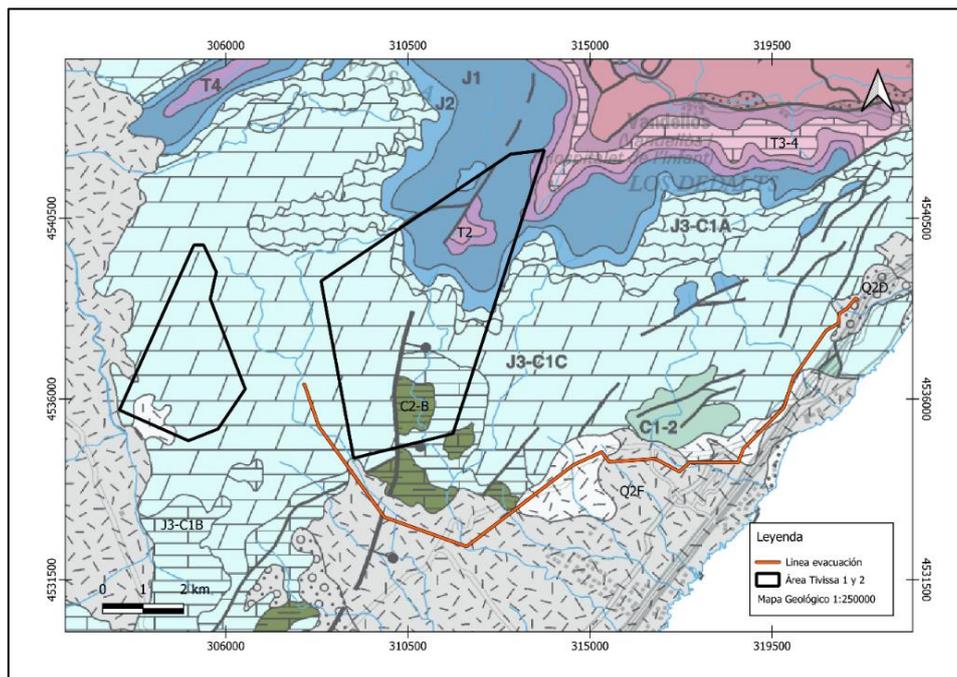


Figura 6. Mapa geológico de la zona de estudio.

Según el DIP, el Cuaternario está representado por margas, conglomerados y un extenso manto de piedemonte que forma una brecha de cantos calizos. Además, el aluvial del Ebro también ocupa una parte considerable de la zona. El Triásico se caracteriza por su composición margosa, con presencia de yesos y dolomitas. El Jurásico presenta facies calizo-dolomíticas que varían desde ambientes marinos hasta someros. Por último, el Cretácico Inferior es predominantemente calizo y margoso.

En cuanto a la edafología, para su estudio se ha analizado el Mapa de Suelos de Catalunya a escala 1:250.000 (Soil Taxonomy) (ICGC, 2024b), del cual se ha extraído el régimen de humedad, térmico, y los materiales sobre los cuales se desarrolla el proyecto.

Se observa un régimen de humedad del suelo Xérico típico de las áreas del Mediterráneo donde los inviernos son húmedos y frescos, y los veranos cálidos y secos. Los suelos de estas zonas, en condiciones naturales, no disponen de suficiente agua para el desarrollo de las plantas durante su período de crecimiento. El régimen de temperatura térmico es el típico de las áreas que presentan una temperatura media anual de los suelos a 50 cm de profundidad superior a 15°C.

En el Anexo 2: Figuras se encuentra el mapa realizado de tipos de suelo. Como se puede observar en el mapa, ambos parques y su red de evacuación se desarrollan principalmente sobre

Xerorthents líticos y Xerorthents típicos, los suelos más abundantes en la zona. En particular, el parque eólico "Tivissa 2" también ocupa áreas de Haloplexerept cálcico, mientras que el parque eólico "Tivissa 1" y la red de evacuación se encuentran además sobre Calcixerepts petrocalcicos y típicos. Cada tipo de suelo se encuentra descrito en el Anexo 1: Tablas (ICGC, 2024a).

### 3.2.2. Hidrología

Según la cartografía de delimitación de las Demarcaciones Hidrográficas del MITECO, el PE "Tivissa 1" se encuentra en la Demarcación Hidrográfica del Ebro. En cambio, el PE "Tivissa 2" se encuentra fuera de ella, formando parte de las Cuencas Internas de Cataluña (MITECO, 2023).

Para el análisis de la hidrología superficial de la zona de estudio se ha tomado de base la cartografía de ríos completos clasificados según el método de Otto Pfafstetter modificado (Clasificación hidrográfica), obtenido del catálogo de Metadatos (MITECO, 2022). Este método de clasificación es un sistema jerárquico utilizado para numerar y organizar las cuencas hidrográficas de manera sistemática, en él, se han clasificado todos los ríos de la cartografía 1:25000 salvo los menores de 1 km sin nombre. En la Figura 7 pueden verse representados los ríos de la zona, clasificados en distintos órdenes.

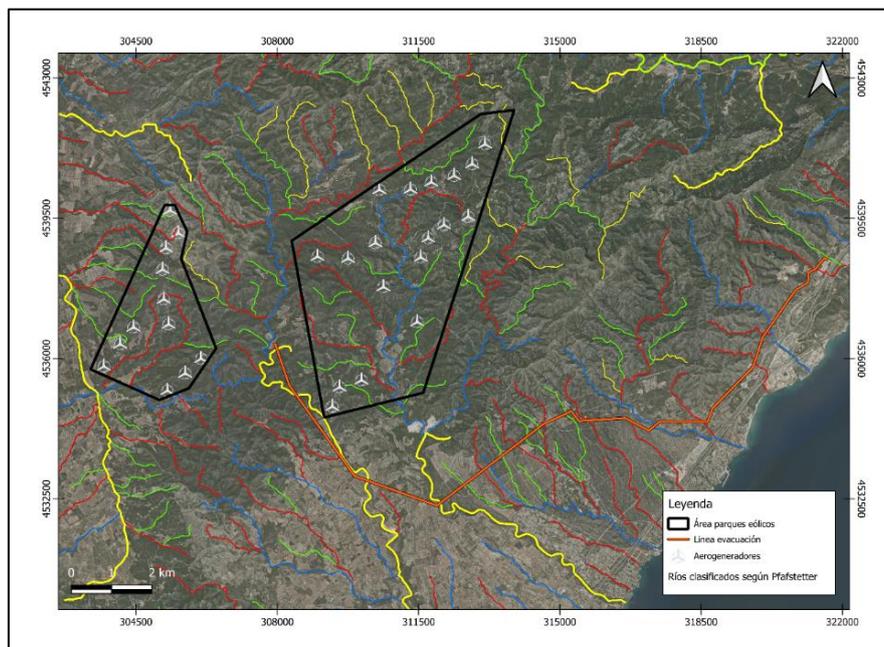


Figura 7. Mapa de ríos clasificador según el método de Otto Pfafstetter.

La red hidrográfica de la zona está conformada por numerosos barrancos donde destacan el Barranc de la Riera, el Barranc del Estany, y el Barranc del Torrent del Pi. Estos tres se encuentran representados de color amarillo de izquierda a derecha en la parte inferior del mapa, categorizados como ríos de quinto orden según el método Pfafstetter, mayor orden en toda la zona próxima al proyecto y solo afectados por la red de evacuación. Dada su naturaleza, estos cursos de agua no disponen de información de caudales ni calidad del agua circulante. En cuanto a los polígonos de los parques, en ellos solo se encuentran ríos de menor orden; de sexto orden en color azul, séptimo orden en color rojo, y octavo orden en color verde.

Respecto a la hidrogeología de la zona, según las bases de datos del ICGC, consultables en el visualizador de cartografía hidrogeológica, el ámbito de estudio para la realización del proyecto completo se sitúa sobre el área mesozoica de Cardó-Vandellòs (312). Según la ficha técnica de

esta unidad hidrogeológica, se trata de un sistema de acuíferos que corresponden a formaciones calcáreas jurásico-cretáceas, que conforman un acuífero en un medio fisurado y karstificado (calizas y areniscas) de tipo predominantemente libre (ICGC, 2022).

### 3.2.3. Paisaje

Para el estudio de los tipos de paisajes por los cuales discurre la totalidad del proyecto, se ha tomado como base la cartografía del Atlas de los Paisajes de España a escala 1:1.000.000, consultable en el catálogo de Metadatos del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Tanto el parque eólico Tivissa 1 como el Tivissa 2 transcurren en un paisaje de Sierras y Montañas mediterráneas y continentales. La red de evacuación aérea, además, en algunos de sus tramos atraviesa paisajes de Llanos litorales peninsulares (MITECO, 2010). En el Anexo 2: Figuras se encuentra el mapa realizado de paisajes de la zona.

## 3.3. Medio biótico

### 3.3.1. Vegetación

El área del proyecto de los parques eólicos y su red de evacuación eléctrica, según los datos de Cubiertas del Suelo proporcionados por el Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales (CREAF, 2018), se encuentra caracterizado por un mosaico de hábitats que incluyen combinaciones de vegetación, matorrales mediterráneos, bosques de coníferas, y zonas de cultivos leñosos, los cuales sustentan una variada biodiversidad.

Otro aspecto a tener en cuenta en la descripción de la zona afectada es la localización de especies de flora protegida y amenazada. En el Anexo 2: Figuras se encuentran representadas las Áreas de Interés Florístico, cartografiadas a escala 1:5000 por el servicio de Fauna y Flora de la Generalitat a partir de datos bibliográficos y propios recogidos en el campo. Solamente la línea aérea de evacuación atraviesa una de las áreas de interés, en ella se encuentran las especies protegidas de *Malva cretica subsp. Althaeoides* y *Erodium sanguis-christi*.

### 3.3.2. Fauna general

Entre los distintos hábitats presentes en la zona de estudio, se encuentran también gran variedad de especies de fauna. Entre ellas, aves rapaces, pequeños mamíferos y reptiles, algunas de las cuales están protegidas por la legislación europea y nacional.

La parte principal del informe exigido en virtud del Artículo 17 de la Directiva Hábitat es una evaluación del estado de conservación de las especies y los tipos de hábitat de interés comunitario (MITECO, 2024e). Para ello se ha llevado a cabo un listado de las especies presentes en el espacio, distribuyéndolo en una cuadrícula. En el Anexo 2: Figuras, se puede observar la distribución de los cuadrantes afectados por el proyecto (10kmE355N203, 10kmE353N202, 10kmE353N203, 10kmE354N203, 10kmE354N202).

En particular, destacan especies incluidas en los anexos II, IV y V de la Directiva Hábitats según la evaluación nacional del sexenio 2013-2018, como el galápagos leproso (*Mauremys leprosa*) y el tritón jaspeado (*Triturus marmoratus*), que se encuentran en diferentes estados de conservación según la Lista Roja de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). La presencia de estas especies subraya la importancia de evaluar y mitigar los posibles impactos ambientales derivados del desarrollo de este proyecto.

### 3.3.3. Avifauna y quirópteros

Las aves son uno de los principales elementos a considerar en el estudio del impacto ambiental de parques eólicos, debido a que pueden colisionar con las palas de los aerogeneradores o verse afectadas por cambios en el uso del suelo y la fragmentación del hábitat. Estos impactos pueden tener consecuencias significativas en las poblaciones de aves, algunas de las cuales pueden estar en riesgo o ser especies protegidas.

La Directiva de Aves (Directiva 2009/147/CE) es relevante en el contexto, ya que establece la obligación de los Estados miembros de la Unión Europea de conservar las poblaciones de aves silvestres y sus hábitats. Esto incluye la protección de las especies migratorias y la gestión de las áreas designadas como importantes para la conservación de las aves.

La lista Aves y Quirópteros del Anexo 1: Tablas, corresponde a las especies presentes en el total de los cinco cuadrantes afectados por el proyecto, resultados del Informe del Sexenio 2013-2018, derivado del Artículo 12 de la Directiva 2009/147/CE de aves (MITECO, 2024d), clasificados también según la Lista Roja de la UICN. Entre ellas destacan el águila perdicera (*Aquila fasciata*) y el murciélago de cueva (*Miniopterus schreibersii*), ambos en estado vulnerable.



Figura 8. Especies de *Aquila fasciata* y *Miniopterus schreibersii*.

## 3.4. Espacios naturales protegidos

Es de relevante importancia realizar un análisis de las posibles figuras de protección en el área del afección directa e indirecta del proyecto. Para ello, se ha confirmado que la zona de estudio no se incluye en ningún espacio protegido, el más cercano se trata de la “Reserva Natural de Fauna Salvatge del Torrent del Pi” a unos 7 km del parque “Tivissa 2”. Tampoco afectan a ningún Plan de Conservación de especies, no se encuentra dentro de superficies catalogadas como Zona Húmeda ni de Reservas de la Biosfera. Sin embargo, afecta algunos Hábitats de Interés Comunitario, parte de Red Natura 2000, y es cercano a uno de los Espacios de Interés Geológico de la zona.

### 3.4.1. Hábitats de Interés Comunitario (HIC)

Estos hábitats han sido identificados por su importancia dentro del marco de conservación europeo debido a su rareza, fragilidad o por albergar especies y comunidades vegetales y animales de valor ecológico significativo. La Cartografía de distribución de hábitat de interés comunitario (HIC) responde a la obligación legal de la Comisión de evaluar periódicamente los progresos en la aplicación de las Directivas.

Gracias a los datos visualizables en el mapa en detalle de distribución de HICs (Acció Climàtica i Agenda Rural, 2018) (Anexo 2: Figuras) es posible saber que los hábitats predominantes en las áreas de los parques y el tramo de la línea de evacuación son los siguientes:

- **5330: Matorrales termomediterráneos y pre-estépicos** (MITECO, 2024a).
- **9540: Pinares mediterráneos de pinos mesogeanos endémicos** (MITECO, 2024b)
- **6220: Zonas subestépicas de gramíneas y anuales del Thero-Brachypodietea** (MITECO, 2024c).

### 3.4.2. Red Natura 2000

Ambos polígonos se sitúan fuera del dominio de la Red Natura 2000, pero se sitúan cerca de algunas de sus zonas. Concretamente, el parque eólico Tivissa 2 se encuentra rodeado del área nombrada Tivissa-Vandellòs-Llaberia, y el parque eólico Tivissa 1 cercano por el sudoeste de este mismo y por el noroeste del área Tossal de Montagut. Respecto a la línea de evacuación, esta rodea ambas zonas, aunque atraviesa el área de Tivissa-Vandellòs-Llaberia cerca de su último tramo hacia la subestación de Vandellòs.

En la Figura 9 se encuentra representada la Red Natura 2000 de la zona, la cual consta de Zonas Especiales de Conservación (ZEC) establecidas de acuerdo con la Directiva Hábitat y de Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) designadas en virtud de la Directiva Aves.

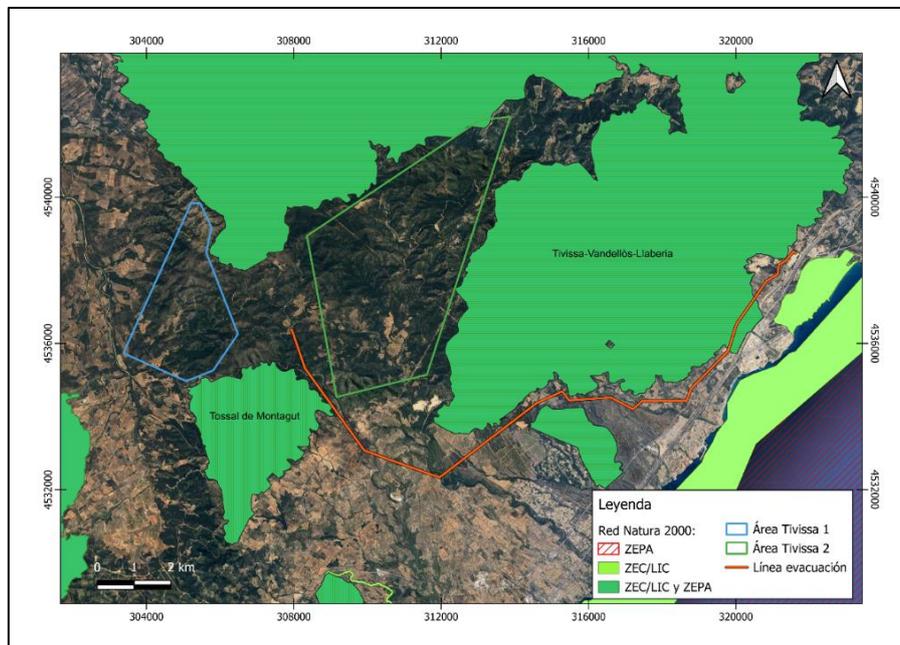


Figura 9. Mapa de áreas Red Natura 2000 cercanas al proyecto.

La zona de Red Natura 2000 de Tivissa-Vandellòs-Llaberia consta de 24532,4 ha de superficie de ZEC/LIC (Lugares de Importancia Comunitaria) y ZEPA. Este sería afectado por el norte del parque eólico “Tivissa 2”, como se puede observar en el mapa, aproximadamente en unas 8,85 ha. También sería afectado por la línea de evacuación eléctrica, en el tramo final de su trayecto, atravesando la zona aproximadamente en unos 1,6 km.

El espacio natural destaca principalmente por su diversidad paisajística, acogiendo los propios de las montañas calcáreas de la Catalunya meridional, con algunas áreas características de la montaña silicia. Además de su valor paisajístico de la vegetación y fauna invertebrada. Entre las aves de mayor interés, cabe mencionar la presencia del águila perdicera (*Hieraaetus fasciatus*) y la collalba negra (*Oenanthe leucura*). Entre los mamíferos destaca la presencia del gato salvaje (*Felis sylvestris*) y la jineta (*Genetta genetta*) (Departament de Territori i Sostenibilitat, 2022).

Por todos estos aspectos, esta área está dotada de una serie de medidas de protección con el objetivo de mantener en un estado favorable los hábitats y las poblaciones de las especies presentes (Departament de Territori i Sostenibilitat, 2022). Además, este espacio está incluido en el 'Pla d'Espais d'Interès Natural' (PEIN), aprobado por el Decreto 328/1992 de la Generalitat de Catalunya.

### 3.4.3. Espacios de Interés Geológico

Por otro lado, la poligonal del parque eólico “Tivissa 2” se sitúa a tan solo 117 metros del límite inferior de una las zonas incluidas en el Inventario de Espacios de Interés Geológico de Catalunya (IEIGC) (IGME, 2024), representada en el Anexo 2: Figuras.

Este Lugar de Interés Geológico (LIG) con código CAT312 tiene la denominación de Sierras de Tivissa y de la Creu. La sierra de Tivissa al oeste y la de la Creu al este son dos sierras que pertenecen a la Cordillera Prelitoral Catalana, a las inmediaciones del sud del pueblo de Tivissa. Contrariamente a lo característico de las sierras de la zona, estas se encuentran en una banda no deformada, por lo cual los materiales también se encuentran poco deformados. Su interés geológico recae en la estratigrafía de sus materiales y su estudio, además de su valor paisajístico (Direcció General del Medi Natural, 2024).

## 3.5. Medio socioeconómico

### 3.5.1. Población

El emplazamiento de los parques eólicos afecta al término municipal de Tivissa (Tarragona), traspasando algunas infraestructuras de “Tivissa 2” en pocos metros el límite con el término municipal de Vandellós i l’Hospitalet de l’Infant (Tarragona).

El municipio de Tivissa presenta una extensión de 209,43 km<sup>2</sup> y una **población total de 1.633 habitantes**, por lo que cuenta una densidad de población de 7,8 hab./km<sup>2</sup>. Respecto a la distribución demográfica, el mayor grupo de población, 1018 habitantes, pertenece al rango de edad de los 15 a 64 años destacando una población activa (Institut d’Estadística de Catalunya, 2024).

La población del municipio de Tivissa ha ido decreciendo durante los siglos XX y XXI, desde 1900, cuando tenía más de 4600 habitantes, hasta la actualidad, con 1633. El descenso ha sido acusado y continúa en la actualidad, según los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística (INE) en 2018. Además, presenta un perfil demográfico adulto, suponiendo el 48% de la población total, mientras que los mayores de 65 años representan un 25% y los jóvenes un 27% (GREEN CAPITAL POWER S.L., 2019).

Los datos de la afiliación a la Seguridad Social muestran una baja inserción laboral. Del total de la población activa, solo la mitad de ellos, 655 habitantes, están afiliados a la Seguridad Social. En cuanto al sector económico, el más destacable es el sector primario, siendo notable la agricultura y la ganadería (Institut d’Estadística de Catalunya, 2024).

### 3.5.2. Cubiertas del suelo

Para analizar el uso del terreno, se ha utilizado como base el mapa de Cubiertas del suelo elaborado por el CREAM y actualizado en 2018, realizado a partir de la fotointerpretación de las ortofotos del ICGC 2018 (ICGC, 2018). En él se puede observar, como en el área de los polígonos del parque predominan los terrenos de matorrales y bosques aciculifolios, tanto densos como

claros. En cuanto a la red de evacuación, esta transcurre en su mayor parte por olivares y cultivos leñosos. Finalmente, en cuanto a urbanización, en las zonas más cercanas se observan áreas residenciales aisladas y zonas industriales, comercio, y/o de servicios.

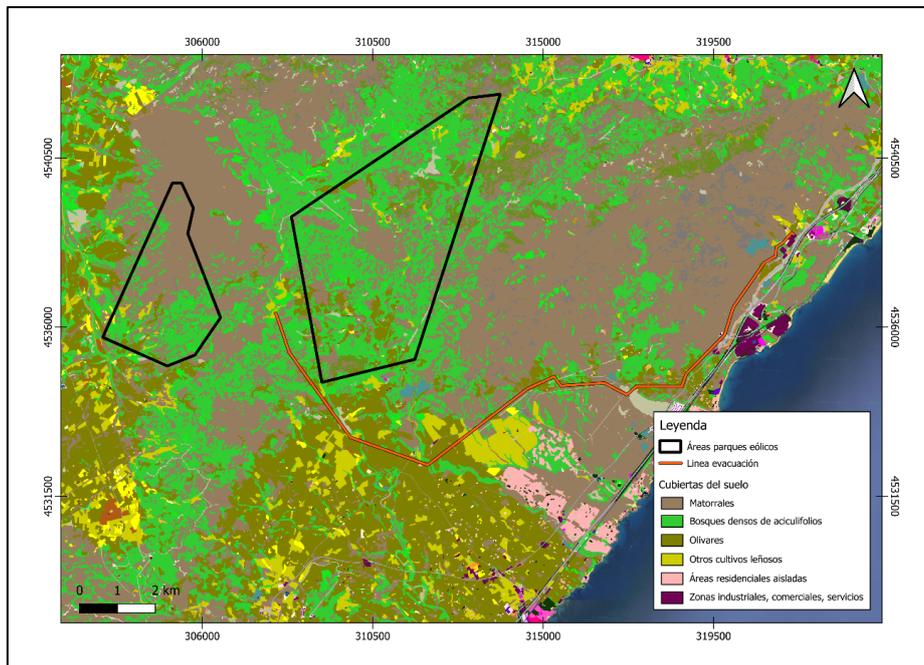


Figura 10. Mapa representativo de las principales cubiertas del suelo de la zona de estudio.

## 4. Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales

### 4.1. Metodología de evaluación y valoración de impactos

En este apartado se desarrollan, a partir de la previa descripción del Proyecto completo y de los elementos del medio, la identificación y valoración de los impactos ambientales que pueden generar los parques eólicos de Tivissa 1 y Tivissa 2, y su red de evacuación eléctrica. Todos los datos utilizados para la elaboración de esta evaluación han sido bibliográficos.

Para ello, se han analizado las acciones del proyecto con capacidad de generar impactos, en función de producirse en la fase de obra o en la fase de construcción. De igual forma, a partir de la descripción del medio realizada, se destacan los elementos de este con capacidad de afección.

Los impactos han sido caracterizados de acuerdo con lo que establece el anexo VI de la Ley 21/2013 de Evaluación ambiental, diferenciando los efectos positivos de los negativos, directos o indirectos, temporales o permanentes, corto, medio o largo plazo, simples o acumulativos y sinérgicos, reversibles o irreversibles, y finalmente, recuperables o irrecuperables. Indicando, por último, si se tratan según la clasificación propuesta por la misma ley, de impactos sobre el medio compatibles, moderados, severos o críticos.

- **Compatible:** Aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad, y no precisa medidas preventivas o correctoras.
- **Moderado:** Aquel cuya recuperación no precisa medidas preventivas o correctoras intensivas, y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo.

- **Severo:** Aquel en el que la recuperación de las condiciones del medio exige medidas preventivas o correctoras, y en el que, aun con esas medidas, aquella recuperación precisa un período de tiempo dilatado.
- **Crítico:** Aquel cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con él se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras.

En base a esto, se ha realizado una matriz de identificación de impactos, consiguiendo analizar posteriormente en profundidad cada uno de ellos, señalando la necesidad de aplicar medidas de corrección y vigilancia adecuadas. Además, se aprovecha este apartado para comparar los impactos entre ambos parques eólicos, destacando la importancia de la hora de escoger las condiciones iniciales y características.

#### 4.2. Identificación de actividades con capacidad de provocar impactos

Al igual que el territorio tiene medios con capacidad de ser afectados, llevar a cabo el proyecto en cuestión de parque eólico tiene asociados una serie de acciones capaces de generar impactos sobre el medio. Estas se pueden dividir entre las realizadas en la fase de construcción, la explotación o funcionamiento y el desmantelamiento. En este estudio, la fase de desmantelamiento no se ha tenido en cuenta.

##### A. Fase de construcción

- Desbroce de la vegetación.
- Construcción y adecuación de viales.
- Explanación de plataformas de montaje.
- Apertura de zanjas para el cableado.
- Cimentación de aerogeneradores: movimiento de tierras y hormigonado.
- Montaje de las palas.
- Construcción del edificio de control.
- Instalación de apoyos de la línea de evacuación.
- Tendido de conductor de la línea de evacuación.
- Apertura de zanja para soterramiento de parte de la línea de evacuación.
- Instalación de la torre meteorológica.
- Instalaciones auxiliares y acopio de materiales y residuos.
- Ocupación de terrenos e introducción de elementos antrópicos en el medio natural.
- Presencia de vehículos y mano de obra.

##### B. Fase de explotación

- Presencia de las instalaciones: planta de las torres, caminos, edificio de control, plataformas de servicio y línea de evacuación.
- Funcionamiento de aerogeneradores.
- Labores de mantenimiento: presencia ocasional de maquinaria y mano de obra y generación de residuos.

#### 4.3. Matriz de identificación y valoración de impactos

En la siguiente página se encuentra la matriz utilizada para la sinterización de las características de los impactos derivados del proyecto, descritos posteriormente.



#### 4.4. Descripción de impactos

- **Impactos sobre el medio atmosférico**

Durante la fase de **construcción**, podemos encontrar dos principales tipos de contaminación que afectan al medio atmosférico: las emisiones a la atmósfera y la contaminación acústica.

Las emisiones a la atmósfera incluyen diversos contaminantes gaseosos y particulados. Estas pueden provenir de distintas fuentes, directamente de las emisiones de NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>, o hidrocarburos producidos por el uso de vehículos de transporte y maquinaria pesada, o de actividades relacionadas con el movimiento de tierras. En más detalle, el movimiento de tierras ocasionado por el acondicionamiento o creación de nuevos caminos, la construcción de plataformas de montaje o de zanjas para el cableado eléctrico, conlleva cierta cantidad de emisiones de polvo y partículas en suspensión.

Aun así, dada la naturaleza de los contaminantes implicados, partículas y gases de combustión típicos de los vehículos convencionales, y su capacidad de dispersión, podría considerarse como impacto de menor importancia. Además, el control de los volúmenes de emisión máximos permitidos, la sustitución de vehículos contaminantes por eléctricos o de combustibles sostenibles, pueden ayudar a reducir este impacto.

Por otro lado, la contaminación acústica se refiere al exceso de ruido generado por actividades humanas, pudiendo afectar la calidad de vida de las personas y la fauna local. Esta viene producida principalmente por la maquinaria empleada y actividades durante la fase de obra, y puede ser mitigada con técnicas de reducción de ruido.

El impacto sobre el medio atmosférico durante la construcción de los parques eólicos y la red de evacuación ha sido valorado como **compatible**, concretamente, caracterizado como impacto negativo directo, temporal de corto plazo, acumulativo, reversible y recuperable. Acumulativo, ya que distintas actividades causan la degradación del medio atmosférico tanto en calidad del aire como ambiente sonoro. Reversible y recuperable, ya que distintas acciones pueden prevenir y mitigar el impacto.

Durante la fase de **explotación** u operación del parque eólico, destaca la contaminación acústica producida por el funcionamiento de los aerogeneradores. La operación continua de las turbinas eólicas, especialmente en condiciones climáticas adversas, y su ajuste en la orientación, producen cierto grado de ruido. Por ello, es importante la planificación adecuada de las turbinas, alejándolas de zonas potencialmente sensibles, la elección de los últimos modelos de turbinas, y la implementación de tecnologías de reducción de ruido.

Sin embargo, cabe destacar el efecto positivo sobre la calidad del aire, debido al aprovechamiento de una fuente de energía limpia libre de emisiones de CO<sub>2</sub> u otros gases contaminantes.

El impacto ocasionado sobre el medio atmosférico durante la explotación de los parques ha sido valorado como **moderado**, ya que se precisa de medidas preventivas. Concretamente, caracterizado como negativo y directo, permanente ya que persistirá a lo largo de la vida útil del parque, simple, ya que en este lugar alejado el ruido de las turbinas no puede acumularse con otros ruidos ambientales presentes en la zona, reversible y recuperable.

- **Afección sobre el medio físico: suelos**

Los impactos sobre los suelos de la zona serán producidos principalmente durante la fase de **construcción** del proyecto, ya que durante la explotación de los parques eólicos no se han detectado impactos significativos.

Como es previsible, una de las actividades de mayor importancia en la afección de los suelos son las obras de acondicionamiento de caminos y construcción de plataformas de montaje y aerogeneradores. Estas acciones requieren de sustracción y movimientos de tierras, que supondrán una modificación del relieve natural del terreno y un retroceso en la evolución edáfica. Además, este movimiento de tierra puede conllevar a un aumento de finos, modificando además la textura del suelo y conllevando un mayor riesgo de erosión.

En general, se producirá una importante pérdida de suelos debido a la ocupación de estos por caminos de acceso, parques de maquinaria, infraestructuras de apoyo, y la posible compactación del suelo derivada de la actividad.

Finalmente, también se debe tener en cuenta la posibilidad de vertidos accidentales por fugas de la maquinaria pesada empleada, pudiendo ocasionar una contaminación del suelo.

A pesar de no afectar ningún espacio de interés geológico de Cataluña directamente, son necesarias medidas preventivas y correctoras, en especial en el área del parque eólico de “Tivissa 2”, de mayor tamaño y el más cercano al espacio “Serres de Tivissa i de la Creu”. La recuperación de formas topográficas iniciales, la descompactación de suelos y la restauración edáfica, son ejemplos de medidas correctoras necesarias.

Debido a estos factores, el impacto ocasionado sobre el suelo ha sido valorado como **moderado**. Un impacto negativo directo, permanente, simple, reversible y recuperable.

- **Medio físico: Afección sobre las aguas**

En la afección sobre las aguas superficiales, destaca el impacto indirecto de las posibles fugas de la maquinaria, como en el caso de los suelos, ya que no es producido por acción directa sobre el medio. Además de los posibles impactos directos debidos a las excavaciones y movimientos de tierra sobre la red de drenaje superficial, la cual destaca por la gran cantidad de barrancos presentes de distintos órdenes.

En cuanto a las aguas subterráneas, existe baja vulnerabilidad de contaminación en la litología observada en la zona. Esto hace poco probable la afección de las aguas profundas. Sin embargo, debido al funcionamiento complejo de estas, y carácter no inmediato de aparición del impacto, es necesario un plan de vigilancia ambiental y gestión de residuos o suelos contaminados, para el control de la zona.

Debido a estos factores, la afección sobre las aguas ha sido caracterizada como impacto **compatible**, directo o indirecto, temporal, de medio plazo, simple, reversible y recuperable.

- **Medio biótico: Afección sobre la vegetación**

Como en los casos anteriores, los principales impactos sobre la vegetación se producirían durante la fase de **construcción**, como a consecuencia de la eliminación de la vegetación presente en las superficies de nueva ocupación.

Destacan el desbroce y tala para la construcción de 11.75 km de nuevos viales, y 12.6 km de acondicionamiento de caminos de acceso a los aerogeneradores. Además de la apertura de zanjas para el soterramiento de todo el tendido eléctrico necesario. En este sentido cabe destacar que no se dispone de las coordenadas exactas de la traza de los nuevos caminos y del soterramiento eléctrico, importante falta de información ya que no es posible determinar con precisión el tipo de vegetación que será potencialmente afectada. Asimismo, se debe tener en cuenta no solo el área afectada directamente por los polígonos de los parques y la línea de evacuación principal, sino también las zonas por las que pasan las redes subterráneas desde los aerogeneradores hasta la subestación eléctrica de Tivissa.

Como se ha mencionado en el apartado de descripción del medio, gran parte de la vegetación presente en los polígonos de los parques eólicos se trata de vegetación natural, específicamente matorrales y bosques densos de aciculifolios o coníferas. En cambio, la red de evacuación principalmente afecta a terrenos de olivos y otros cultivos leñosos. Sin embargo, el trayecto de la línea de evacuación ha sido seleccionado para unificarse con otros tendidos eléctricos preexistentes, por lo que su impacto es menor.

Es de gran importancia tener en cuenta que, dentro en los cuadrantes afectados por el proyecto establecidos por la directiva de Hábitats, existen diversos Hábitats de Interés Comunitario. Estos hábitats cuentan con un grado de protección, por lo que debe ser estudiado con más detenimiento el área de afección a estos. En particular, la red de evacuación atraviesa los HICs 5330 y 6220, correspondientes a Matorrales termomediterráneos y pre-estépicos, y Zonas subestépicas de gramíneas y anuales del Thero-Brachypodieta, respectivamente.

Por otra parte, cabe destacar la existencia de especies de flora protegida y amenazada también en la trayectoria de la línea de evacuación, la *Malva cretica subsp. Althaeoides* y *Erodium sanguis-christi*, presentes en el Área de Interés Florístico.

Es por ello, que el impacto sobre la vegetación en la fase de construcción ha sido valorizado como **severo**, concretamente, como directo, simple, temporal, a medio plazo, reversible y recuperable.

En cuanto a la fase de **explotación**, una vez ya construidos los viales y todas las infraestructuras necesarias, el impacto sobre la vegetación se reducirá principalmente a la presencia humana en la zona, los cuales emplearán los viales ya adecuados para las tareas de mantenimiento. En consecuencia, no supone como tal un impacto añadido a la vegetación.

- **Medio biótico: Afección sobre la fauna en general**

La afección sobre la fauna es uno de los impactos más importantes en el desarrollo del parque eólico, tanto en la fase de construcción como en la de explotación, y debido a distintos factores. Destacan la presión antrópica durante la construcción y explotación, y los efectos sobre la fauna por los impactos en la vegetación y medio abiótico.

Las actividades de obra durante la fase de **construcción**, como la construcción y adecuación de viales, cimentación de los aerogeneradores, o el tráfico de vehículos y mano de obra, implica un impacto directo sobre la fauna de la zona. Este disturbio o molestia puede causar estrés y cambios en el comportamiento de los animales, afectando sus patrones de alimentación, reproducción y migración. Este impacto negativo directo, aun siendo temporal, reversible y recuperable en cierta medida con las correctas medidas preventivas y correctoras, es acumulativo y sinérgico, por lo que obtiene una valoración de impacto **moderado**.

Una vez cesadas las obras, en el momento de **explotación** de los parques eólicos, los impactos sobre la fauna serían debidos al aumento de presencia humana por tareas de mantenimiento y el posible desplazamiento de especies debido a la alteración del hábitat por las infraestructuras persistentes (aerogeneradores y línea de evacuación). Además, los elementos eléctricos tales como la línea de evacuación como los transformadores suponen un peligro de electrocución sobre la fauna. Este impacto, igual que el anterior, pero de carácter permanente e irreversible, también ha sido valorado como **moderado**.

Como efecto indirecto de las obras, también se debería considerar la modificación de las comunidades faunísticas por la **pérdida de cubierta vegetal** por el desbroce de vegetación. Las especies de mamíferos o reptiles que dependen de la vegetación para el refugio, alimento y reproducción se verían obligadas a desplazarse o enfrentar la reducción en su población. Este impacto ha sido cuantificado como **moderado** debido a su efecto continuo y su sinergia, aunque sea reversible con las correctas medidas.

Así mismo también se podría producir la modificación de las comunidades faunísticas derivada de la alteración de hábitats por **afección de factores abióticos**. Actividades de la obra como la apertura de zanjas y compactación del suelo suponen un gran impacto sobre el biotopo y el ecosistema en sí. La reducción de porosidad del suelo debida a compactación, afectando la infiltración de agua y disponibilidad de nutrientes, son también desventajas para las especies que dependen de ello. Igual que el anterior, este impacto también ha sido cuantificado como **moderado**.

- **Medio biótico: Afección sobre la avifauna y quirópteros**

Pero el principal impacto sobre la fauna en los parques eólicos es producido sobre las aves y quirópteros, debido al riesgo de colisión con las palas de los aerogeneradores y el cableado de la línea de evacuación. Es cierto que, la susceptibilidad de las aves a sufrir este tipo de accidentes viene dada por las características de cada especie, la visibilidad por las condiciones atmosféricas, o reacciones por causa de estrés o pánico (Drewitt & Langston, 2006). Por ende, las especies de aves más afectadas serán aquellas de menor maniobrabilidad con alas anchas y largas. Y en cuanto a quirópteros, aquellos de especies migratorias o de vuelos en altura.

El impacto es de gran relevancia especialmente por la presencia de aves catalogadas en estado “Vulnerable”, destacando el murciélago de cueva y el águila perdicera. Esta última ya siendo objeto de descarte de algunos proyectos de parque eólico en la zona previamente. Por ello, este impacto ha sido valorado como **severo**, de carácter directo, permanente, irreversible pero recuperable.

- **Afección a los espacios naturales protegidos**

En cuanto a espacios naturales protegidos hay que tener en cuenta los **Hábitats de Interés Comunitario** afectados tanto por el área de ambos parques eólicos y la línea de evacuación. Los hábitats afectados serán aquellos dentro de la poligonal del parque debido a la construcción de nuevos caminos y el acondicionamiento de los preexistentes, además de las cimentaciones de los aerogeneradores y el soterramiento del cableado. Hay que tener en cuenta, además, el cable subterráneo que saldrá de la poligonal hasta la subestación de Tivissa, y la línea de evacuación área hasta la subestación de Vandellós.

Gracias a la descripción del medio realizada se conoce que los más abundantes HICs presentes en estas zonas son Matorrales termomediterráneos y pre-estépicos y Zonas subestépicas de gramíneas y anuales del Thero-Brachypodietea en la línea de evacuación, y estos mismos además de Pinares mediterráneos de pinos mesogeanos endémicos en las áreas de los parques. Estos tres hábitats serán afectados de igual forma que la vegetación de la zona anteriormente descrita, con los impactos indirectos pertinentes a la fauna que reside en ellos. Esta afección ha sido valorada como impacto **severo**, igual manera que el impacto a la vegetación en general.

Por otra parte, como se ha podido observar en el apartado de descripción del medio, la **Red Natura 2000** aun tener algunas de sus áreas cercanas a los parques, se ve tan solo afectada por un tramo del trayecto de la línea de evacuación, concretamente el área denominada “Tivissa-Vandellòs-Llaberia. A pesar de ser importante por su valor paisajístico, vegetación y fauna invertebrada, la trayectoria de la línea ha sido planificada para minimizar en la mayor medida posible su afección, caracterizándola por su paso conjunto con otras infraestructuras existentes. Debido a esto, el impacto ha sido valorizado como **compatible**, caracterizado como permanente, sinérgico, irreversible pero recuperable.

- **Medio perceptual: Afección sobre el paisaje**

Además de todos los impactos indirectos que producirán la afección a otros elementos y que se mencionan a parte, la acción de obra en si traerá consigo una agresión directa al paisaje. El tránsito de vehículos, movimiento de tierras, acumulación de residuos conllevará un impacto visual que, al limitarse al momento de la **construcción** del parque, puede ser valorado como **compatible**.

Durante la fase de **explotación** del parque eólico de produce un impacto visual sobre el paisaje también, debido a la permanencia en el área de una serie de infraestructuras, en especial los aerogeneradores de gran tamaño. La intrusión de estas infraestructuras en una zona natural modifica el valor paisajístico de la región, aumentando su nivel de antropización. Además, se trata de un impacto de gran extensión, ya que estos elementos podrán visualizarse desde una extensa parte del territorio y desde largas distancias. En cierta medida, la magnitud de los efectos variará en función del grado de aceptación del proyecto por parte de las poblaciones cercanas, pero para determinar de forma precisa el grado perjudicial, debería realizarse un estudio paisajístico en más detalle. Aun así, al suponer un gran cambio sobre el entorno y de manera permanente, este impacto ha sido categorizado como **severo**.

Por otro lado, las distintas afecciones anteriormente comentadas sobre la **vegetación**, además de ser relevantes por sí mismas, también implican un impacto negativo en la percepción del paisaje. Destacando la necesidad de medidas preventivas durante la obra y de medidas correctoras como la revegetación del lugar. Este impacto indirecto sobre el paisaje ha sido valorado como **compatible**.

- **Efectos sobre el sosiego público**

Durante la fase de **construcción** de los parques, se espera que los trabajos generen un aumento del nivel de ruido y vibraciones debido al uso de maquinaria pesada y transporte de materiales. Estos factores pueden afectar al sosiego público, especialmente a los núcleos urbanos cercanos al área de construcción. Además, el tránsito constante de vehículos y operarios puede causar incomodidad a los habitantes. Al tratarse de una zona bastante alejada a zonas residenciales, este impacto ha sido valorado como **compatible**.

Durante la fase de **explotación**, la persistencia de las infraestructuras también puede tener un impacto sobre el sosiego público. Aunque el nivel de ruido y vibraciones será menor en esta fase que en la construcción, los aerogeneradores en funcionamiento pueden producir un ruido constante no por las poblaciones cercanas ya que no se encuentran a suficiente proximidad, pero sí por los visitantes del área natural. La presencia permanente de las infraestructuras puede alterar la percepción del entorno natural y afectar a la calidad de vida de los habitantes con el deterioro paisajístico. Por el mismo motivo anterior, este impacto también ha sido catalogado como **compatible**.

- **Impactos negativos sobre el medio socioeconómico**

La **construcción** del parque eólico y sus infraestructuras se realizan sobre terrenos de usos previamente definidos, pudiendo causar algún inconveniente a propietarios o usuarios de las tierras. Las posibles compensaciones económicas a los afectados hacen posible valorar este impacto como **compatible**.

Por otro lado, los impactos sobre los **factores abióticos** tales como la contaminación del aire debido al polvo y emisiones de maquinaria, la degradación del suelo y posible contaminación del agua, pueden tener efectos indirectos sobre el medio socioeconómico. Estos impactos pueden influir en la salud, actividades agrícolas y ganaderas de las poblaciones cercanas. Debido a la proximidad y alcance de los posibles impactos, también ha sido valorado como **compatible**.

Finalmente, en la fase de **explotación**, la persistencia de las infraestructuras y su impacto paisajístico podría llegar a influir en el turismo y el valor de las propiedades. Aun así, este impacto indirecto también es de importancia baja y considerado **compatible**.

- **Impactos positivos sobre el medio socioeconómico**

Hasta el momento se han contemplado los impactos negativos del proyecto, pero el desarrollo del parque también implica beneficios sobre el medio socioeconómico de la zona.

Para empezar, la persistencia de las infraestructuras del proyecto favorece otros usos con los que comparten espacio. Algunos ejemplos en concreto es el acondicionamiento de caminos existentes evitando gastos de mantenimiento a sus propietarios, o el mantenimiento de la subestación de Vandellós y los tramos de la línea de evacuación comunes con otras infraestructuras.

Un impacto positivo muy evidente en el medio socioeconómico es la creación de empleo en una actividad innovadora y sostenible. Puestos de trabajo tanto en la realización de las obras iniciales, la gestión, operación y mantenimiento posteriores, como la repercusión que pueda llegar a tener el sector servicios en los núcleos urbanos cercanos. Además, la actividad del parque lleva asociados una serie de pagos tanto a propietarios de terrenos como municipios afectados.

Por otra parte, existen efectos indirectos de mejora en el abastecimiento de energía eléctrica en la región de Tivissa, debido a la creación de la subestación “Tivissa” y toda su red de nueva creación, la cual distribuirá la energía en el entorno cercano. Esto contribuirá en la mejora del suministro eléctrico a la población. Otro impacto indirecto beneficioso para la sociedad es el apoyo hacia un modelo socioeconómico no dependiente del carbono, impulsando la mejora e implementación de las energías renovables.

- **Afecciones sobre el medio ambiente global**

En general, la instalación de un nuevo parque eólico en un emplazamiento productivo supone un impacto positivo sobre el medio ambiente global. Dado que esta energía tiene preferencia en la red debido a la estructura del mercado eléctrico español, es capaz de sustituir parte de los kWh generados con fuentes convencionales. Esto supone un ahorro de una serie de contaminantes que, por lo contrario, serían emitidos a la atmósfera si se generasen por medio de la combustión de carbón o uso de petróleo. Como consecuencia añadida, se ayuda en la lucha contra el calentamiento global y el cambio climático.

## 5. Discusión

### 5.1. Síntesis de los impactos hallados y posibles medidas

El desarrollo de un parque eólico presenta varios impactos ambientales significativos que deben ser cuidadosamente evaluados. Tras la investigación realizada a lo largo de este trabajo, se han obtenido una serie de impactos ambientales derivados del desarrollo del proyecto. Como ha quedado resumido en la matriz de impactos del apartado anterior, algunos de estos impactos son positivos, motivo de realización del proyecto.

Sin embargo, algunos de los impactos negativos han resultado ser valorados como severos, por lo que resultan ser prioritarios en el momento de buscar soluciones. Su magnitud varía en función de las características y condiciones iniciales del proyecto. Entre los impactos más graves encontrados destacan:

1. Alteración del paisaje

El impacto visual es uno de los impactos más notorios y significativos asociados con los parques eólicos. Los aerogeneradores, con sus torres de gran altura y palas giratorias, pueden alterar considerablemente el paisaje natural o rural donde se instalan. Esto puede afectar tanto a la percepción estética de los habitantes locales como a la actividad turística, especialmente en áreas que dependen de su atractivo visual.

La magnitud de este impacto varía según la disposición de los aerogeneradores, la topografía del terreno y la proximidad a zonas habitadas o de interés turístico. La disposición de los aerogeneradores queda condicionada por la dirección e intensidad del viento, lo que complica la reducción del impacto visual y aceptación social. Aun así, existen variedad de metodologías para optimizar su integración en el paisaje, una de ellas es el uso de pantallas vegetales y arbolado urbano alrededor de las poblaciones cercanas con mayor visibilidad al parque eólico. En la Figura 11 se representa la posible disposición de estas pantallas (Villacreces Arnedo et al., 2014).

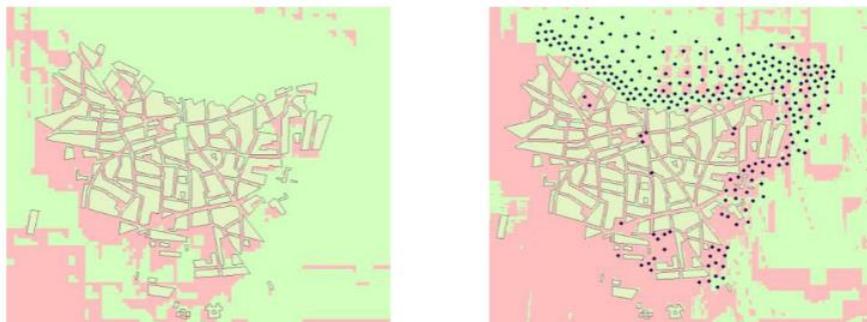


Figura 11. Uso del arbolado urbano para la mitigación del impacto visual. Fuente: (Villacreces Arnedo et al., 2014)

## 2. Afectación a la avifauna y quirópteros

La fauna, en particular las aves y los murciélagos, se ve gravemente afectada por los parques eólicos. Las colisiones con las palas de los aerogeneradores pueden causar la muerte de muchas especies, algunas de ellas en peligro de extinción. Este impacto es más significativo en rutas migratorias y en hábitats críticos donde estas especies se alimentan o anidan. Además, el ruido y la vibración generados por los aerogeneradores pueden alterar los patrones de comportamiento de estas especies, afectando su reproducción y supervivencia.

Es esencial en este aspecto, la identificación de especies vulnerables y la evaluación de su comportamiento y rutas migratorias, para la planificación inicial de los emplazamientos de los aerogeneradores y evitar su perturbación. El diseño del entorno de los parques también es un aspecto crucial a considerar, evitando elementos que puedan atraer a las aves como zonas de alta densidad de alimentos o infraestructuras que puedan actuar como posaderos (Miguelez, 2022).

Existen otras medidas capaces de mitigar los impactos de la fauna contra los aerogeneradores, como la instalación de dispositivos auditivos o luces en las turbinas, pintado patrones en las palas para aumentar la visibilidad, cambios en la velocidad de arranque de los aerogeneradores y control del ángulo de rotación de las aspas (Miguelez, 2022).

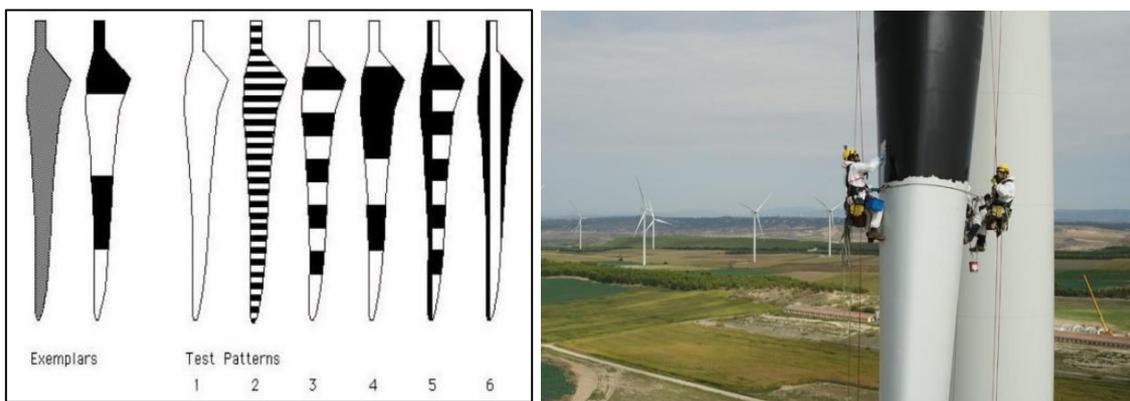


Figura 12. Patrones de las aspas y operarios pintando las aspas de los aerogeneradores. Fuente: (Iberdrola, 2021).

Las medidas anteriormente comentadas serían consideradas como correctoras pasivas. Sin embargo, una vez instalado el parque, también existen medidas protectoras activas. Como ejemplos de medidas activas destacan:

- Paradas de emergencia al ser detectado algún ejemplar de las especies protegidas.
- Paradas de máquina en determinados periodos, cuando las colisiones se produzcan principalmente en una determinada época del año, común en murciélagos.
- Sistemas de disuasión de aves basados en tecnología aeronáutica, tratándose de aviones radio controlados simulando la presencia de aves rapaces.
- Uso de tecnología de monitorización de la actividad de la avifauna.

Las medidas correctoras pasivas planificadas en el momento de diseño del parque, y las activas llevadas a cabo correctamente durante su instalación y explotación, pueden ayudar a reducir significativamente uno de los mayores impactos de la energía eólica.

### 3. Degradación de hábitats

Finalmente, la construcción y operación de parques eólicos requieren la preparación del terreno, la construcción de caminos de acceso y la instalación de infraestructuras auxiliares, lo que puede resultar en la degradación significativa de la vegetación local. Este impacto incluye la deforestación, la fragmentación de hábitats y la alteración de la estructura del suelo. En concreto, la pérdida de vegetación puede llevar a la erosión del suelo, la pérdida de biodiversidad y la disminución de los servicios ecosistémicos que proporcionan.

Es fundamental evaluar la calidad y el tipo de vegetación afectada para implementar medidas de mitigación adecuadas, como la revegetación y la restauración de hábitats. Los hábitats más sensibles del área requerirán un estudio en detalle para valorar la incidencia de la actividad sobre ellos. La Directiva 92/43/CEE, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestre, establece una clasificación de los hábitats en 5 categorías (según singularidad y prioridad) y se establecen 3 niveles según la capacidad de acogida (Molina Ruiz et al., 2008).

#### 5.2. Recomendaciones y criterios para tener en cuenta en la elección del diseño de parques

En base a todo lo analizado hasta el momento, es posible extraer recomendaciones y establecer unos criterios esenciales en la fase de planificación de un parque eólico para minimizar los impactos ambientales. A continuación, se presentan los criterios básicos para la elección, teniendo en cuenta la rentabilidad económica y técnica.

##### a) Dimensión del parque

En términos generales, se percibe que el diseño de un parque eólico de menor tamaño puede contribuir a la reducción de todos los impactos negativos asociados debido a su menor escala y alcance, y la necesidad de obras menores. Distribuir varios parques eólicos pequeños en lugar de concentrar un gran parque en una sola ubicación puede ayudar a minimizar el impacto visual y reducir la probabilidad de colisiones de avifauna y quirópteros. Esto permite una integración más armoniosa con el entorno natural y puede facilitar la aceptación local.

Sin embargo, la dispersión puede aumentar los costos de infraestructura y mantenimiento, así como la complejidad de la gestión operativa, por lo que sería necesario realizar una evaluación de ventajas y desventajas.

##### b) Emplazamiento estratégico

Seleccionar emplazamientos que equilibren la distancia de las poblaciones humanas y la minimización del impacto sobre áreas de alta biodiversidad. Es preferible evitar áreas protegidas y corredores migratorios de aves. Emplazamientos en terrenos degradados o áreas con menor valor ecológico pueden ser beneficiosos, reduciendo la necesidad de deforestación y la degradación de la vegetación.

La proximidad a infraestructuras existentes puede reducir costos de transmisión y mantenimiento, mejorando la viabilidad económica del proyecto. A esto se le añade las limitaciones de la necesidad de tener un punto de conexión a la red de distribución próximo al futuro proyecto.

c) Numero de aerogeneradores

Utilizar aerogeneradores de mayor capacidad, pero en menor número puede reducir la densidad del parque y, por ende, minimizar los impactos visuales, sobre la fauna y sobre la vegetación. Esta estrategia puede ser más rentable a largo plazo, ya que reduce los costos de mantenimiento y la necesidad de infraestructura adicional, aunque la inversión inicial en turbinas más avanzadas puede ser mayor.

d) Marca y modelo de la turbina: Selección de la tecnología adecuada

Elegir aerogeneradores de última generación que sean más eficientes, generen menos ruido y estén diseñados para minimizar el riesgo de colisiones con aves y murciélagos. Estas turbinas pueden ser más costosas inicialmente, pero la mayor eficiencia energética y los menores costos de mitigación de impactos ambientales pueden compensar la inversión. La implementación de tecnologías como sistemas de detección y desvío de fauna puede ser crucial para reducir la mortalidad de especies.

e) Estudios de impacto ambiental exhaustivos previos

Realizar estudios detallados que incluyan la identificación de especies vulnerables, rutas migratorias y análisis de hábitats críticos, para tener en cuenta estos aspectos al valorar los puntos anteriores. Estos estudios deben ser realizados durante un periodo prolongado para captar variaciones estacionales y comportamientos migratorios. Además, se debe evaluar la calidad y el tipo de vegetación presente en el sitio propuesto.

f) Participación comunitaria

Involucrar a las comunidades locales en el proceso de planificación y toma de decisiones. La transparencia y la consideración de las preocupaciones locales pueden mejorar la aceptación social del proyecto y reducir conflictos futuros. Además, la comunidad puede ofrecer conocimientos valiosos sobre las áreas más y menos sensibles ecológicamente.

g) Definir planes de monitoreo y adaptación

Finalmente, una vez ya en operación se deberían establecer programas de monitoreo continuo para evaluar el impacto real del parque eólico. Esto permitirá realizar ajustes y aplicar medidas correctivas a lo largo del tiempo. La adaptabilidad es clave para manejar y minimizar los impactos inesperados, especialmente en la vegetación y fauna local.

## 6. Conclusiones

La conclusión del trabajo integra y responde a los objetivos planteados inicialmente. Se realizó una descripción técnica detallada de los parques eólicos “Tivissa 1” (con 12 aerogeneradores y una potencia de 72 MW) y “Tivissa 2” (con 18 aerogeneradores y una potencia de 108 MW), así como de su línea de evacuación. También se describió el medio físico, biológico y socioeconómico de la zona de estudio, conforme a lo estipulado por la Ley 21/2013 de 9 de diciembre de Evaluación Ambiental.

Esta descripción técnica y del medio territorial facilitó la identificación y valoración de los principales impactos ambientales asociados al proyecto en sus diferentes fases, de construcción y explotación. Se identificaron tanto los impactos negativos como positivos, directos e indirectos, asegurando una visión integral de las posibles afecciones. Como resultado, se concluyó que los proyectos ofrecen beneficios significativos en términos de generación de energía limpia y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, contribuyendo de manera importante a los objetivos de sostenibilidad energética y lucha contra el cambio climático. No obstante, se destacó también la severa afección sobre el paisaje, los hábitats, y la fauna y vegetación características de la zona.

La síntesis de los factores críticos en un análisis de impacto ambiental permitió identificar los elementos más relevantes para mitigar los impactos negativos. Se propusieron medidas de prevención, mitigación y corrección, como la implementación de tecnologías para minimizar la mortalidad de fauna y la realización de estudios detallados para identificar y proteger áreas críticas. Además, se sugirieron mejoras en el diseño inicial de los proyectos eólicos, considerando aspectos como el tamaño del parque, el emplazamiento o el modelo de aerogeneradores, entre otros, para minimizar los impactos negativos desde un inicio.

Esta serie de hallazgos tienen como objetivo facilitar la toma de decisiones informadas en las fases iniciales de diseño y planificación de futuros parques eólicos, asegurando que la implementación de estos proyectos sea compatible con la máxima protección del medio ambiente y el bienestar de las comunidades locales. La implementación de tecnologías avanzadas, junto con una gestión adaptativa y la participación comunitaria, son factores clave para el éxito y sostenibilidad de estos proyectos. Con la correcta aplicación de las medidas necesarias, los parques eólicos “Tivissa 1” y “Tivissa 2” pueden convertirse en modelos de desarrollo sostenible que contribuyan significativamente a la transición hacia una energía más limpia y sostenible en la región.

## 7. Referencias Bibliográficas

Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental (BOE núm. 296, de 11.12.13), modificada por la Ley 9/2018, de 5 de diciembre (BOE núm. 294, de 06.12.18).

Acció Climàtica i Agenda Rural. (2018). *Bases cartogràfiques dels hàbitats de Catalunya*. <https://agricultura.gencat.cat/ca/serveis/cartografia-sig/bases-cartogràfiques/habitats/habitats-catalunya/index.html#cartografia-dels-habitats-d-interes-comunitari-a-catalunya--versio-2--2018->

Acció climàtica i Agenda Rural. (2024). *La contaminació atmosfèrica a Catalunya*. <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNmEwYjdlMDMtMjYyNy00NWlxLThkOTQtNzRlZmRkMzQ0YTdjIiwidCI6IjNiOTQyN2RjLWQzMGUtNDNiYy04YzA2LWZmNzI1MzY3NmZlYyIsImMiOjh9&language=ca>

Climate Data. (2024). *Clima Tivisa*. <https://es.climate-data.org/europe/espana/cataluna/tivisa-285787/>

CREAF. (2018). *Cobertes del sòl*. <https://www.icgc.cat/ca/Ambits-tematics/Territori-sostenible/Cobertes-del-sol>

Departament de Territori i Sostenibilitat. (2022). *ES5140009 Tivissa-Vandellós-Llaberia*.

Diari de Tarragona. (2024). Desestiman construir un parque eólico en Tivissa por el impacto crítico en las águilas. *Diari de Tarragona*.

Direcció General del Medi Natural. (2024). *GEOZONA 312 SERRES DE TIVISSA I DE LA CREU*.

Drewitt, A. L., & Langston, R. H. W. (2006). Assessing the impacts of wind farms on birds. In *Ibis* (Vol. 148). [www.bwea.com](http://www.bwea.com)

GREEN CAPITAL POWER S.L. (2019). *Parques Eólicos “Tivissa 1” 72 MW, “Tivissa 2” 108 MW y su Infraestructura de Evacuación*.

Iberdrola. (2021). *Iberdrola pinta las palas en parques eólicos y los vinila con ojos para proteger a las aves*. <https://www.iberdrola.com/sala-comunicacion/noticias/detalle/iberdrola-pinta-palas-parques-eolicos-protoger-aves>

Iberdrola. (2024). *La energía eólica terrestre en España*. <https://www.iberdrolaespana.com/conocenos/lineas-negocios/energia-eolica-terrestre#:~:text=Iberdrola%20Espa%C3%B1a%20cuenta%20con%20parques,en%20energ%C3%ADa%20limpia%20e%20inagotable.>

ICGC. (2018). *WMS Cobertes del sòl*. <https://www.icgc.cat/ca/Geoinformacio-i-mapes/Geoinformacio-en-linia-Geoserveis/WMS-Cobertes-del-sol>

ICGC. (2021a). *Llegenda Base geològica 1:250.000*. [www.icgc.cat](http://www.icgc.cat)

ICGC. (2021b). *Mapa geològic de Catalunya 1:250.000*. <https://www.icgc.cat/es/Geoinformacion-y-mapas/Datos-y-productos/Geoinformacion-geologica/Cartografia-geologica/Mapa-geologico-de-Cataluna-1250000>

- ICGC. (2022). *Sistema aquífer a les calcàries mesozoiques de Cardó-Vandellòs (312C31)*.
- ICGC. (2024a). *Llegenda del visor Geoíndex-Sòls*. <https://www.icgc.cat/ca/Geoinformacio-i-mapes/Geoinformacio-en-linia-Geoserveis/WMS-Geoindex/WMS-Sols>
- ICGC. (2024b). *WMS Sòls*. <https://www.icgc.cat/ca/Geoinformacio-i-mapes/Geoinformacio-en-linia-Geoserveis/WMS-Geoindex/WMS-Sols>
- IGME. (2024). *Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG)*. <https://catalogo.igme.es/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/metadata/ESPIGMEIELIGS20190627>
- Institut d'Estadística de Catalunya. (2024). *El municipi en xifres Tivissa (Ribera d'Ebre)*. <https://www.idescat.cat/emex/?id=431508&lang=es>
- Medio Ambiente y Sostenibilidad. (2024a). *El Índice Catalán de Calidad del Aire (ICQA)*. [https://mediambient.gencat.cat/es/05\\_ambits\\_dactuacio/atmosfera/qualitat\\_de\\_laيرة/avaluacio/icqa/index.html](https://mediambient.gencat.cat/es/05_ambits_dactuacio/atmosfera/qualitat_de_laيرة/avaluacio/icqa/index.html)
- Medio Ambiente y Sostenibilidad. (2024b). *Zonas de calidad del aire (ZCA)*. [https://mediambient.gencat.cat/es/05\\_ambits\\_dactuacio/atmosfera/qualitat\\_de\\_laيرة/avaluacio/xarxa\\_de\\_vigilancia\\_i\\_previsio\\_de\\_la\\_contaminacio\\_atmosferica\\_xvpca/zones\\_de\\_qualitat\\_de\\_laيرة\\_zqa/index.html](https://mediambient.gencat.cat/es/05_ambits_dactuacio/atmosfera/qualitat_de_laيرة/avaluacio/xarxa_de_vigilancia_i_previsio_de_la_contaminacio_atmosferica_xvpca/zones_de_qualitat_de_laيرة_zqa/index.html)
- Meteoblue. (2024a). *Archivo meteorológico Tivissa*. [https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/weatherarchive/tivissa\\_espa%C3%B1a\\_3108057?fcstlength=1y&year=2023&month=1](https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/weatherarchive/tivissa_espa%C3%B1a_3108057?fcstlength=1y&year=2023&month=1)
- Meteoblue. (2024b). *Datos climáticos y meteorológicos históricos simulados para Tivissa*. [https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/tivissa\\_espa%C3%B1a\\_3108057](https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/tivissa_espa%C3%B1a_3108057)
- Miguel, S. (2022). Trabajo Final de Máster: *Impacts of wind energy on avifauna and implementation of protective measures*. Universidad de Málaga. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.34295.70565>
- MITECO. (2010). *Atlas de los Paisajes de España*. <https://www.mapama.gob.es/ide/metadatos/srv/spa/catalog.search#/metadata/a01cb8d6-2a8c-4041-bd92-5b8f0db67a66>
- MITECO. (2022). *Ríos completos clasificados según Pfafstetter modificado*. <https://www.mapama.gob.es/ide/metadatos/srv/spa/catalog.search#/metadata/184323b2-29c9-4404-a9af-a13dcf5ab324>
- MITECO. (2023). *Demarcaciones Hidrográficas PHC 2022-2027*. <https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/agua/demarcaciones-hidrograficas-phc-2022-2027.html>
- MITECO. (2024a). *5330 Matorrales termomediterráneos y pre-estépicos*.
- MITECO. (2024b). *6620 Zonas subestépicas de gramíneas y anuales del TheroBrachypodietea*.

- MITECO. (2024c). *9540 Pinares mediterráneos de pinos mesogeanos endémicos*.
- MITECO. (2024d). *Evaluación del estado de conservación de las especies silvestres*.  
<https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/especies-proteccion-especial/ce-proteccion-evaluacion.html>
- MITECO. (2024e). *Informe sobre la aplicación de la Directiva Hábitats en España (Artículo 17 de la Directiva)*. [https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacios-protegidos/red-natura-2000/rn\\_cons\\_segguimiento\\_art17.html](https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacios-protegidos/red-natura-2000/rn_cons_segguimiento_art17.html)
- Molina Ruiz, J., Luz, M., & Serrano, T. (2008). *Elección de criterios y evaluación de impactos ambientales para la implantación de energía eólica*. Revista “Papeles de Geografía” pag. 171–183.
- Villacreces Arnedo, S., De San, J. C., Gómez, A., Arredondo Ruiz, F., Flores, R. C., & Centeno Muñoz, A. (2014). *Estudio del impacto visual y propuesta de mejora mediante la implantación de arbolado urbano del parque eólico “La Plata.”* Revista “Actas de Horticultura” 68, pag. 322-328.

## 8. Anexos

### 8.1. Anexo 1: Tablas

- Tabla con las coordenadas UTM de los vértices del área poligonal del parque eólico “Tivissa 1”.

	COORDENADA X	COORDENADA Y
<b>A</b>	305.210	4.539.832
<b>B</b>	305.455	4.539.832
<b>C</b>	305.765	4.539.165
<b>D</b>	305.617	4.538.488
<b>E</b>	306.481	4.536.252
<b>F</b>	305.807	4.535.256
<b>G</b>	305.075	4.534.965
<b>H</b>	303.371	4.535.728

- Tabla con las coordenadas UTM de los vértices del área poligonal del parque eólico “Tivissa 2”.

	COORDENADA X	COORDENADA Y
<b>A</b>	308.354	4.538.938
<b>B</b>	309.159	4.534.529
<b>C</b>	311.613	4.535.142
<b>D</b>	313.871	4.542.200
<b>E</b>	313.036	4.542.097

- Especificaciones técnicas del rotor del aerogenerador Siemens Gamesa sg 170-6 MW.

Diámetro	170 m
Área barrida	22.698 m <sup>2</sup>
Velocidad de giro	6,2-12,4 rpm
Longitud palas	83 m
Sentido de giro	Sentido agujas del reloj (vista frontal)
Orientación	Barlovento
Inclinación	5°
Número de palas	3
Velocidad nominal en los extremos	72,8 m/s

- Ubicación de los aerogeneradores del parque eólico “Tivissa 1”, coordenadas UTM (ETRS89 Huso 31N).

Nº DE AEROGENERADOR	UTM X	UTM Y
<b>TIV-01</b>	305.341	4.539.719
<b>TIV-02</b>	305.543	4.539.150
<b>TIV-03</b>	305.241	4.538.777
<b>TIV-04</b>	305.155	4.538.243
<b>TIV-05</b>	305.186	4.537.501
<b>TIV-06</b>	305.304	4.536.876
<b>TIV-07</b>	304.436	4.536.801
<b>TIV-08</b>	304.106	4.536.379
<b>TIV-09</b>	303.701	4.535.826
<b>TIV-10</b>	306.109	4.536.018
<b>TIV-11</b>	305.715	4.535.651
<b>TIV-12</b>	305.273	4.535.220

- Ubicación de los aerogeneradores del parque eólico “Tivissa 2”, coordenadas UTM (ETRS89 Huso 31N).

Nº DE AEROGENERADOR	UTM X	UTM Y
<b>TI2-01</b>	313145	4541370
<b>TI2-02</b>	312826	4540875
<b>TI2-03</b>	312379	4540584
<b>TI2-04</b>	311813	4540423
<b>TI2-05</b>	311296	4540242
<b>TI2-06</b>	310527	4540233
<b>TI2-07</b>	310429	4538908
<b>TI2-08</b>	309749	4538517
<b>TI2-09</b>	308994	4538567
<b>TI2-10</b>	312730	4539562
<b>TI2-11</b>	312128	4539355
<b>TI2-12</b>	311738	4539025
<b>TI2-13</b>	311550	4538548
<b>TI2-14</b>	310626	4537809
<b>TI2-15</b>	311464	4536934
<b>TI2-16</b>	310083	4535481
<b>TI2-17</b>	309541	4535307
<b>TI2-18</b>	309361	4534823

- Características generales de los centros de transformación de los aerogeneradores.

Tipo	Modelo trifásico seco encapsulado
Tensión lado BT	690 V
Tensión lado MT	30 kV
Potencia	6.500 kVA
Grupo de conexión	Dyn11
Nivel de aislamiento	Correspondiente a 36 kV

- Características de los circuitos de la línea subterránea de evacuación de media tensión, del parque eólico “Tivissa 1”.

Circuito	Aerog. Anterior	Aerog. Posterior	Longitud (km)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Cable	Tensión	Conductor
1	1	2	0,71129	95	RHZ1	18/30	Aluminio
1	2	3	0,54737	95	RHZ1	18/30	Aluminio
1	3	ST	5,23449	400	RHZ1	18/30	Aluminio
2	4	5	0,80766	95	RHZ1	18/30	Aluminio
2	5	6	0,64583	150	RHZ1	18/30	Aluminio
2	6	ST	3,04609	400	RHZ1	18/30	Aluminio
3	9	8	0,69832	95	RHZ1	18/30	Aluminio
3	8	7	0,53834	95	RHZ1	18/30	Aluminio
3	7	ST	4,7189	400	RHZ1	18/30	Aluminio
4	12	11	0,86403	95	RHZ1	18/30	Aluminio
4	11	10	0,54508	95	RHZ1	18/30	Aluminio
4	10	ST	3,11054	400	RHZ1	18/30	Aluminio

- Características de los circuitos de la línea subterránea de evacuación de media tensión, del parque eólico “Tivissa 2”.

Circuito	Aerog. Anterior	Aerog. Posterior	Longitud (km)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Cable	Tensión	Conductor
1	1	2	0,67483	95	RHZ1	18/30	Aluminio
1	2	3	0,5861	150	RHZ1	18/30	Aluminio
1	3	ST	10,69857	400	RHZ1	18/30	Aluminio
2	6	5	0,826077	95	RHZ1	18/30	Aluminio
2	5	4	0,55273	150	RHZ1	18/30	Aluminio
2	4	ST	10,05146	400	RHZ1	18/30	Aluminio
3	7	8	0,85568	95	RHZ1	18/30	Aluminio
3	8	9	0,79086	95	RHZ1	18/30	Aluminio
3	9	ST	3,43832	400	RHZ1	18/30	Aluminio
4	10	11	0,67781	95	RHZ1	18/30	Aluminio
4	11	12	0,51755	95	RHZ1	18/30	Aluminio
4	12	ST	7,4423	400	RHZ1	18/30	Aluminio
5	13	14	2,09531	95	RHZ1	18/30	Aluminio
5	14	15	1,55505	95	RHZ1	18/30	Aluminio
5	15	ST	4,65498	240	RHZ1	18/30	Aluminio
6	18	17	0,58212	95	RHZ1	18/30	Aluminio
6	17	16	0,54747	95	RHZ1	18/30	Aluminio
6	16	ST	3,861	400	RHZ1	18/30	Aluminio

- Características principales línea aérea de evacuación.

Sistema	Corriente alterna trifásica
Frecuencia	50 Hz
Tensión nominal	400 kV
Tensión más elevada de la red	420 kV
Categoría	Categoría especial
Medio	Aéreo
Disposición	Tresbolillo
N.º de circuitos	1
N.º de conductores por fase	1
Tipo de conductor aéreo	337-AL1/44-ST1A (LA_380_GULL)
Tipo de cable de tierra	OPGW-48
N.º de cables de tierra	1
Longitud (km)	19,069

- Coordenadas de inicio y fin de línea en el sistema de coordenadas ETRS89 H31N, así como los vértices.

VÉRTICE	COORDENADAS		MUNICIPIO	PROVINCIA
	X (m)	Y (m)		
<b>INICIO</b>	307925.7813	4536367.1985	Tivissa	Tarragona
<b>1</b>	307947.9608	4536358.9955	Tivissa	Tarragona
<b>2</b>	308298.7651	4535319.6065	Tivissa	Tarragona
<b>3</b>	309916.4815	4533063.9238	L'Ametlla de Mar	Tarragona
<b>4</b>	311951.3950	4532330.0406	L'Ametlla de Mar	Tarragona
<b>5</b>	314588.5631	4534362.0872	Tivissa	Tarragona
<b>6</b>	315286.4349	4534683.8123	Tivissa	Tarragona
<b>7</b>	315469.7963	4534439.5739	Tivissa	Tarragona
<b>8</b>	316610.9045	4534515.0387	Vandellós i l'Hospitalet de l'Infant	Tarragona
<b>9</b>	317207.2994	4534197.6610	L'Ametlla de Mar	Tarragona
<b>10</b>	317465.3720	4534426.7276	Vandellós i l'Hospitalet de l'Infant	Tarragona
<b>11</b>	318666.4685	4534426.7276	Vandellós i l'Hospitalet de l'Infant	Tarragona
<b>12</b>	318783.2861	4534758.4289	Vandellós i l'Hospitalet de l'Infant	Tarragona
<b>13</b>	319792.7654	4535790.7448	Vandellós i l'Hospitalet de l'Infant	Tarragona
<b>14</b>	320021.7433	4536529.4575	Vandellós i l'Hospitalet de l'Infant	Tarragona
<b>15</b>	320837.7594	4537709.3964	Vandellós i l'Hospitalet de l'Infant	Tarragona

16	321146.5952	4537891.6146	Vandellós i l'Hospitalet de l'Infant	Tarragona
17	321159.9894	4538138.4747	Vandellós i l'Hospitalet de l'Infant	Tarragona
18	321337.7300	4538242.9201	Vandellós i l'Hospitalet de l'Infant	Tarragona
19	321564.3383	4538508.6938	Vandellós i l'Hospitalet de l'Infant	Tarragona
FIN	321614.4697	4538472.3705	Vandellós i l'Hospitalet de l'Infant	Tarragona

- Tipos de suelos presentes en la zona de estudio según la leyenda del Mapa de Suelos de Catalunya a escala 1:250.000 (Soil Taxonomy).

<b>Xerorthents líticos y Xerorthents típicos</b>	Desarrollados a partir de rocas diversas en áreas montañosas con pendientes fuertes, estos suelos son superficiales o moderadamente profundos, con texturas medias o gruesas. El pH varía de medianamente básicos a ligeramente alcalinos en suelos ricos en carbonatos, y de medianamente ácidos a ligeramente básicos en suelos de granitos, gneis, pizarras y esquistos. Están desarrollados sobre calizas y dolomías.
<b>Xerorthents líticos y Haloplexerept cálcico</b>	Tienen las mismas características que los anteriores, pero pueden presentar acumulación secundaria de carbonato cálcico. También están desarrollados sobre calizas y dolomías.
<b>Xerorthents líticos y Calcixererts petrocálcicos</b>	Desarrollados a partir de rocas ricas en carbonatos en sierras costeras y cuencas del sistema mediterráneo, estos suelos son superficiales o muy superficiales, con texturas medias. El pH es de medianamente básicos a ligeramente alcalinos con muy altos contenidos de carbonato cálcico. Están desarrollados sobre conglomerados.
<b>Calcixererts petrocálcicos y Calcixererts típicos</b>	Están desarrollados en pies de monte y laderas suaves en Cataluña. Sus características de pH son similares a los anteriores, se diferencian en que pueden ser de superficiales a muy profundos y en que sus acumulaciones de carbonato cálcico pueden formar horizontes cálcicos y petrocálcicos.

- Lista de especies dentro de los cuadrantes afectados, incluidas en los anexos II, IV y V de la Directiva Hábitats según la evaluación nacional del sexenio 2013-2018, que se encuentran en diferentes estados de conservación según la Lista Roja de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza).



Leyenda del estado de conservación de las especies según IUCN.

Código de la especie	Nombre científico de la especie	Estado de Conservación
1191	<i>Alytes obstetricans</i>	LC
1151	<i>Aphanius iberus</i>	EN
5262	<i>Barbus haasi</i>	VU
1368	<i>Capra pirenaica</i>	LC
6284	<i>Epidalea calamita</i>	LC
5978	<i>Erinaceus algirus</i>	LC
1360	<i>Genetta genetta</i>	LC
5668	<i>Hemorrohis hippocrepis</i>	LC
5283	<i>Luciobarbus graellsii</i>	LC
1355	<i>Lutra lutra</i>	NT
1030	<i>Margaritifera auricularia</i>	CR
1358	<i>Mustela putorius</i>	LC
5292	<i>Parachondrostoma miegii</i>	LC
1198	<i>Pelobates cultripes</i>	NT
6945	<i>Pelophylax perezi</i>	LC
6946	<i>Podarcis liolepis atrata</i>	NO CATALOGADO
1849	<i>Ruscus aculeatus</i>	LC
1174	<i>Triturus marmoratus</i>	VU
1153	<i>Valencia hispanica</i>	CR

- La lista Aves y Quirópteros presentes en los cuadrantes afectados por el proyecto, resultados del Informe del Sexenio 2013-2018, derivado del Artículo 12 de la Directiva 2009/147/CE de aves.

Código de la especie	Nombre científico de la especie	Estado de Conservación
A899	<i>Accipiter gentilis all others</i>	LC
A898	<i>Accipiter nisus all others</i>	LC
A168	<i>Actitis hypoleucos</i>	LC
A324	<i>Aegithalos caudatus</i>	LC
A110	<i>Alectoris rufa</i>	LC
A053	<i>Anas platyrhynchos</i>	LC
A255	<i>Anthus campestris</i>	LC
A226	<i>Apus apus</i>	VU
A227	<i>Apus pallidus</i>	LC
A707	<i>Aquila fasciata</i>	VU
A218	<i>Athene noctua</i>	NT
A215	<i>Bubo bubo</i>	LC
A224	<i>Caprimulgus europaeus</i>	LC
A225	<i>Caprimulgus ruficollis</i>	EN
A364	<i>Carduelis carduelis</i>	LC
A479	<i>Cecropis daurica</i>	LC
A637	<i>Certhia brachydactyla all others</i>	LC
A288	<i>Cettia cetti</i>	LC

Código de la especie	Nombre científico de la especie	Estado de Conservación
A136	<i>Charadrius dubius</i>	LC
A363	<i>Chloris chloris</i>	LC
A080	<i>Circaetus gallicus</i>	LC
A289	<i>Cisticola juncidis</i>	NT
A206	<i>Columba livia</i>	LC
A207	<i>Columba oenas</i>	LC
A687	<i>Columba palumbus palumbus</i>	LC
A350	<i>Corvus corax</i>	LC
A212	<i>Cuculus canorus</i>	LC
A483	<i>Cyanistes caeruleus s. str.</i>	LC
A738	<i>Delichon urbicum</i>	LC
A658	<i>Dendrocopos major all others</i>	LC
A383	<i>Emberiza calandra</i>	LC
A378	<i>Emberiza cia</i>	LC
A377	<i>Emberiza cirius</i>	NT
A269	<i>Erithacus rubecula</i>	LC
A103	<i>Falco peregrinus</i>	NT
A099	<i>Falco subbuteo</i>	EN
A096	<i>Falco tinnunculus</i>	EN
A657	<i>Fringilla coelebs all others</i>	LC
A125	<i>Fulica atra</i>	LC
A244	<i>Galerida cristata</i>	LC
A245	<i>Galerida theklae</i>	LC
A123	<i>Gallinula chloropus</i>	LC
A342	<i>Garrulus glandarius</i>	LC
A300	<i>Hippolais polyglotta</i>	LC
A251	<i>Hirundo rustica</i>	VU
A233	<i>Jynx torquilla</i>	VU
A341	<i>Lanius senator</i>	EN
A604	<i>Larus michahellis</i>	NT
A476	<i>Linaria cannabina</i>	LC
A497	<i>Lophophanes cristatus</i>	LC
A246	<i>Lullula arborea</i>	LC
A271	<i>Luscinia megarhynchos</i>	LC
A230	<i>Merops apiaster</i>	LC
A281	<i>Monticola solitarius</i>	LC
A262	<i>Motacilla alba</i>	LC
A319	<i>Muscicapa striata</i>	LC
A278	<i>Oenanthe hispanica</i>	NT
A279	<i>Oenanthe leucura</i>	LC
A337	<i>Oriolus oriolus</i>	LC
A214	<i>Otus scops</i>	VU
A330	<i>Parus major</i>	LC
A620	<i>Passer domesticus s. str.</i>	LC

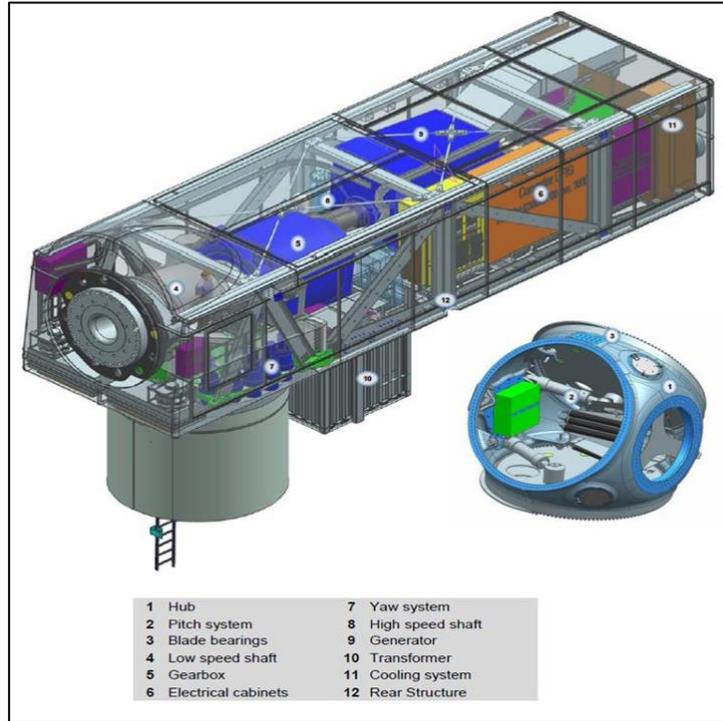
Código de la especie	Nombre científico de la especie	Estado de Conservación
A356	<i>Passer montanus</i>	NT
A472	<i>Periparus ater all others</i>	LC
A357	<i>Petronia petronia</i>	LC
A273	<i>Phoenicurus ochruros</i>	LC
A499	<i>Phylloscopus bonelli s. str.</i>	LC
A343	<i>Pica pica</i>	LC
A867	<i>Picus sharpei</i>	LC
A250	<i>Ptyonoprogne rupestris</i>	LC
A346	<i>Pyrrhonorax pyrrhonorax</i>	NT
A318	<i>Regulus ignicapilla</i>	LC
A276	<i>Saxicola torquatus</i>	LC
A361	<i>Serinus serinus</i>	LC
A209	<i>Streptopelia decaocto</i>	LC
A210	<i>Streptopelia turtur</i>	VU
A219	<i>Strix aluco</i>	LC
A352	<i>Sturnus unicolor</i>	LC
A351	<i>Sturnus vulgaris</i>	LC
A311	<i>Sylvia atricapilla</i>	LC
A304	<i>Sylvia cantillans</i>	LC
A303	<i>Sylvia conspicillata</i>	LC
A570	<i>Sylvia hortensis s. str.</i>	LC
A305	<i>Sylvia melanocephala</i>	LC
A302	<i>Sylvia undata</i>	EN
A004	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	LC
A228	<i>Tachymarptis melba</i>	LC
A676	<i>Troglodytes troglodytes all others</i>	LC
A283	<i>Turdus merula</i>	LC
A285	<i>Turdus philomelos</i>	LC
A287	<i>Turdus viscivorus</i>	LC
A213	<i>Tyto alba</i>	LC
A232	<i>Upupa epops</i>	LC

- Lista de quirópetros:

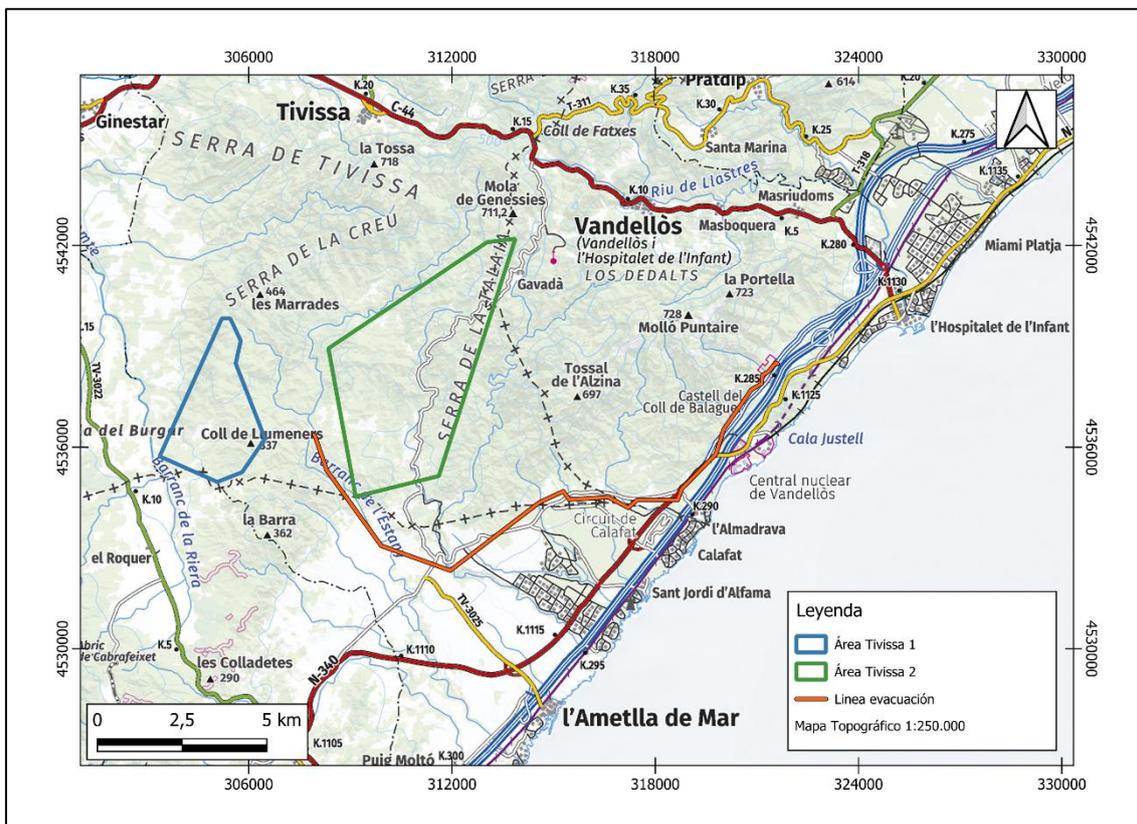
1310	<i>Miniopterus schreibersii</i>	NT
1321	<i>Myotis emarginatus</i>	VU
1304	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	NT
1303	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	LC

8.2. Anexo 2: Figuras

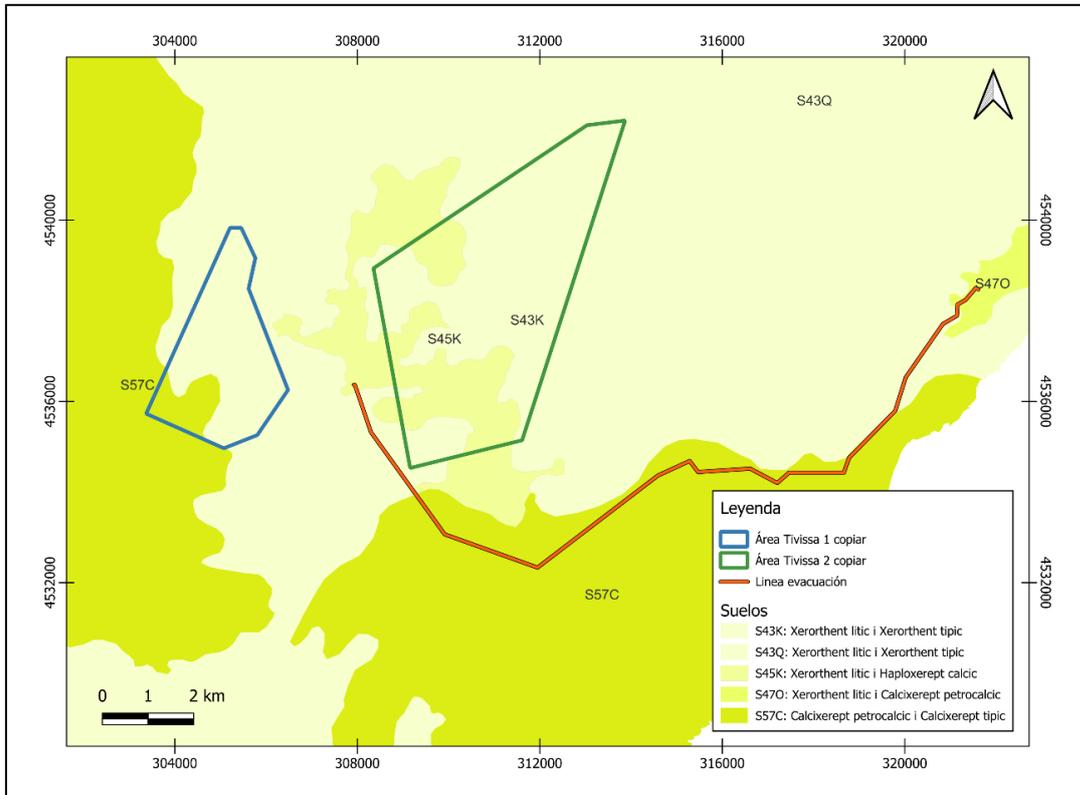
- Estructura del aerogenerador SIEMENS GAMESA SG 170-6 MW.



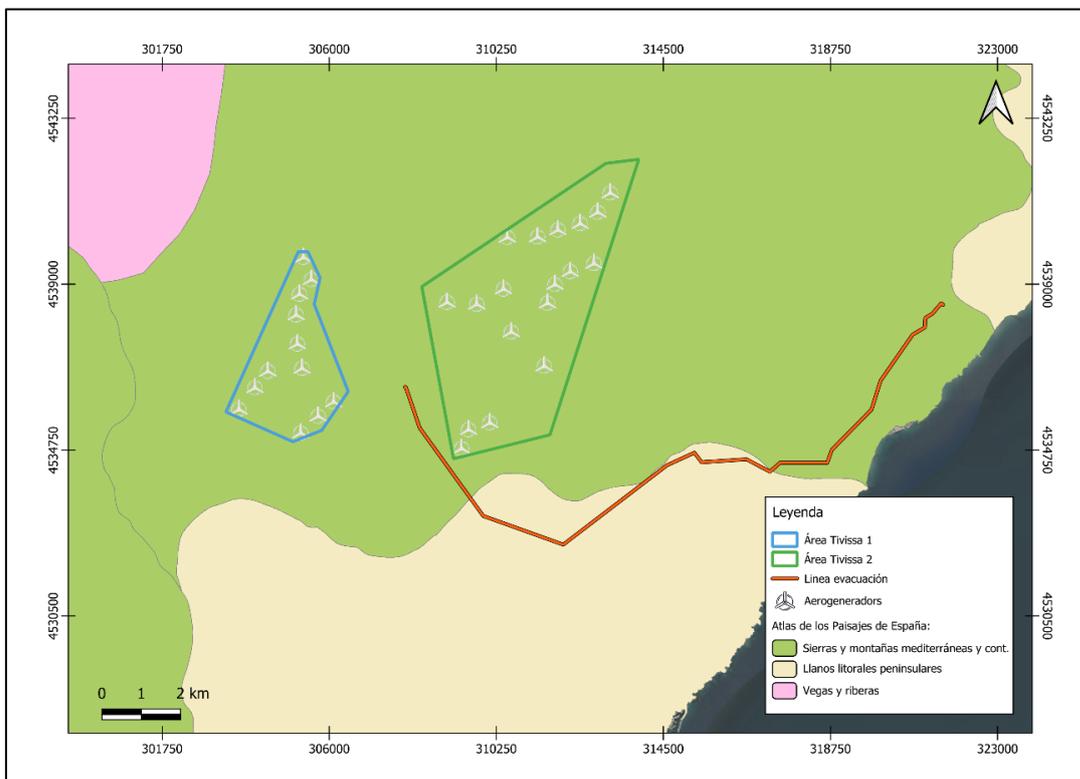
- Mapa topográfico de la zona de estudio en base al mapa topográfico del ICGC a escala 1:250.000.



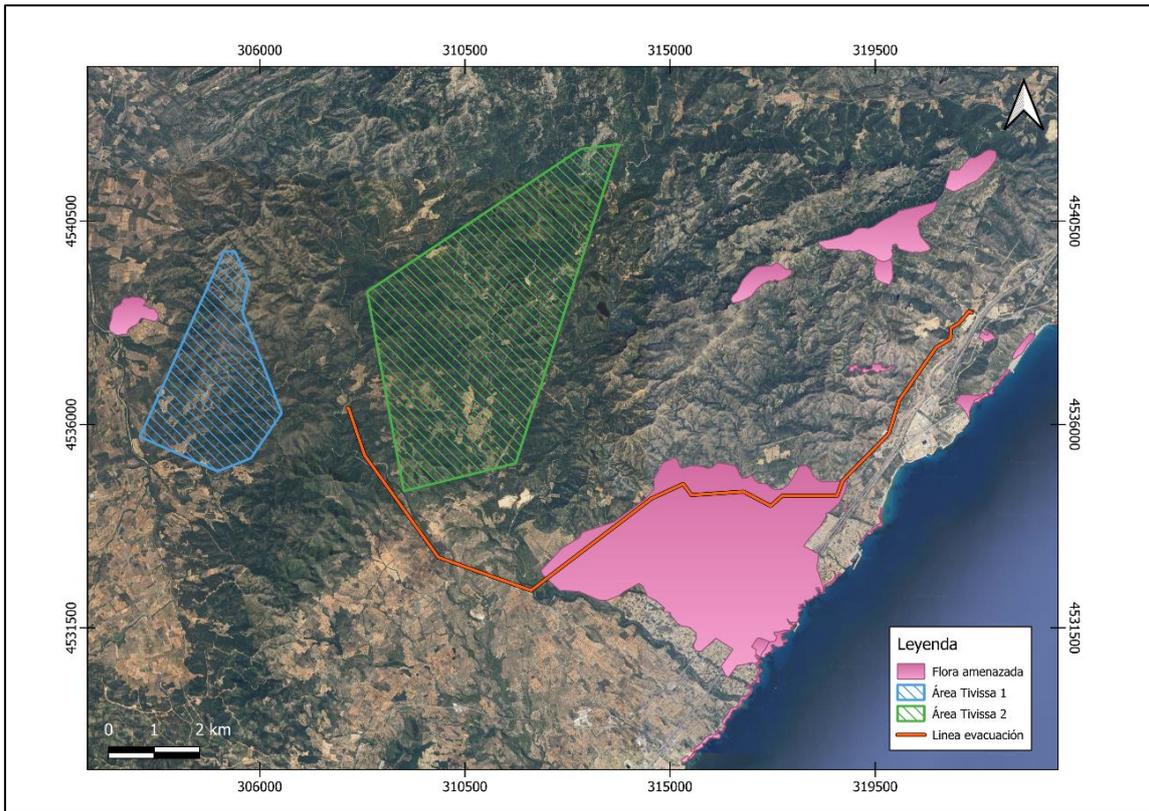
- Mapa de suelos de la zona de estudio en base al Mapa de Suelos de Catalunya a escala 1:250.000 (Soil Taxonomy) del ICGC.



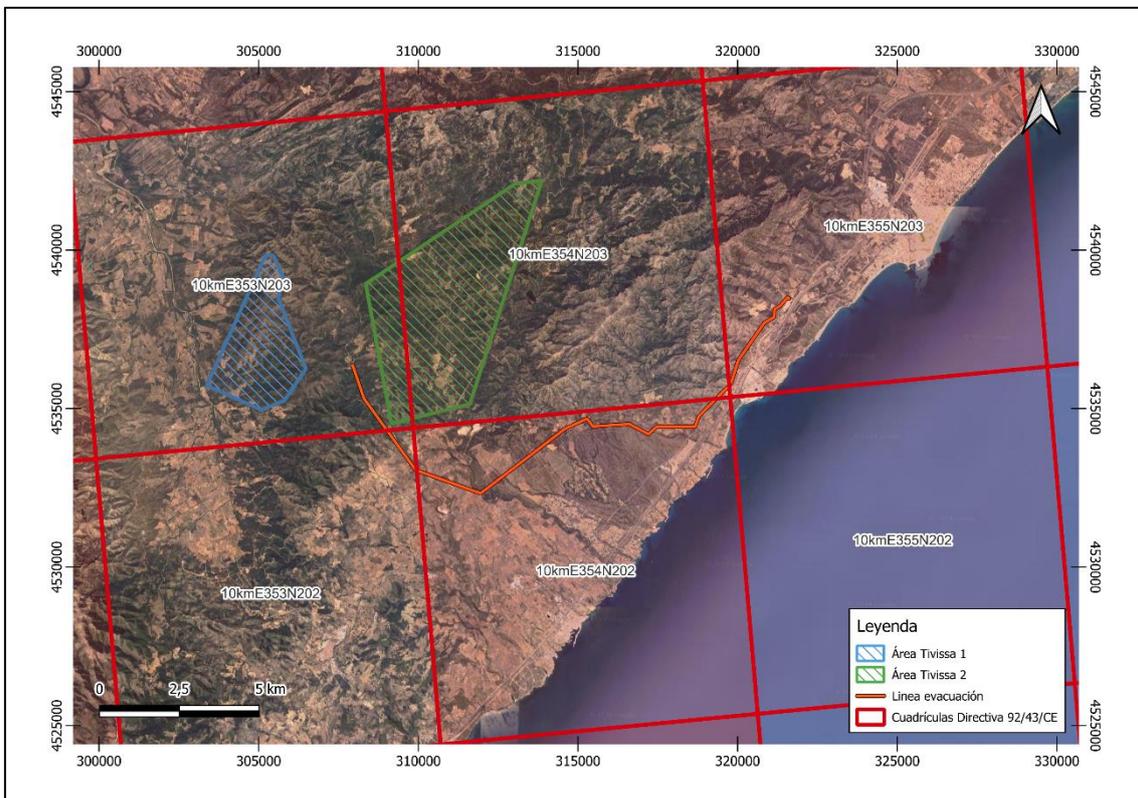
- Mapa paisajes de la zona estudiada según el Atlas de los Paisajes de España del MITECO.



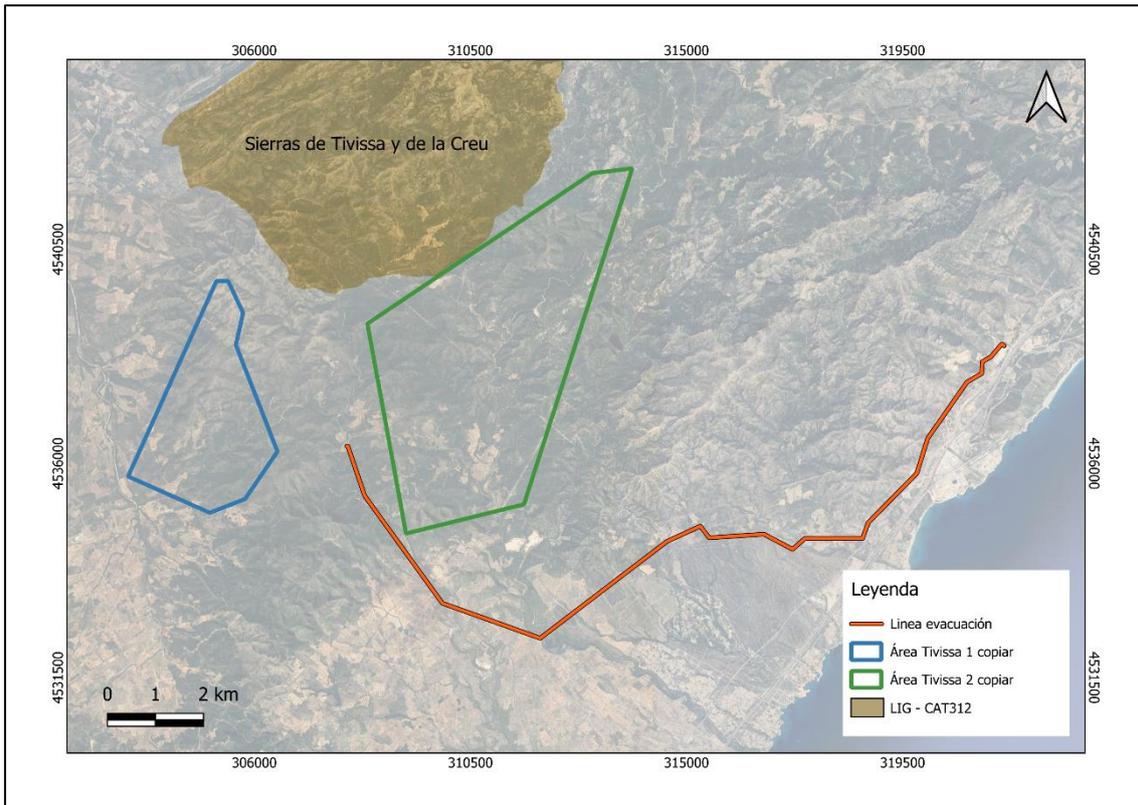
- Mapa de representación de las Áreas de Interés Florístico.



- Mapa distribución de los cuadrantes usados en la Directiva de Hábitats afectados por el proyecto.



- Mapa de Espacios de Interés Geológico.



- Mapa de distribución de los Hábitats de Interés Comunitarios (HICs).

