



**POLITÉCNICA**



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**  
**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA**  
**AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS**

**GRADO EN INGENIERÍA AGROAMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO DE BIOTECNOLOGÍA-BIOLOGÍA VEGETAL**

***Evaluación del impacto de instalaciones fotovoltaicas en poblaciones de avutardas de la comarca de Tierra de Campos (Palencia)***

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**Autor/a: Luis Marabini Hernández**

**Tutor/a: Santiago Moreno Vázquez**

**Cotutor / a: María del Carmen Marín Ferrer**

**Julio de 2025**

## Índice de contenidos:

1	Introducción .....	1
2	Objetivos .....	1
3	Antecedentes .....	1
3.1	Territorio ámbito del TFG .....	1
3.1.1	Localización.....	1
3.1.2	Medio abiótico .....	2
3.1.3	Medio agrario .....	6
3.1.4	Especies y espacios de interés ecológico.....	7
3.1.5	Infraestructuras energéticas .....	9
3.2	Avutarda.....	18
3.2.1	Descripción general .....	19
3.2.2	Hábitat. ....	19
3.2.3	Distribución y tendencia poblacional .....	20
3.2.4	Migración .....	21
3.2.5	Ecología trófica.....	22
3.2.6	Reproducción.....	22
3.2.7	Amenazas.....	24
3.2.8	Estado de conservación. ....	24
3.2.9	Medidas de conservación.....	25
4	Metodología .....	25
4.1	Definición de las variables que condicionan la selección de selección de hábitat 25	
4.1.1	Usos de suelo por el ser humano .....	26
4.1.2	Modalidad de cultivo (secano/ regadío) .....	31
4.1.3	Pendiente del terreno .....	33
4.2	Definición y clasificación de elementos fragmentadores .....	34
4.2.1	Elementos de restricción de paso .....	34
4.2.2	Elementos fragmentadores permanentes .....	35
4.3	Zonificación del ámbito.....	38
4.3.1	Zonificación preliminar del ámbito .....	38
4.3.2	Integración de los elementos fragmentadores .....	39
4.4	Cálculo de índices de fragmentación.....	40
4.5	Análisis de la evolución.....	43

5	Resultados.....	43
5.1	Evolución de las variables de selección de hábitat.....	43
5.1.1	Usos de suelo por el ser humano .....	43
5.1.2	Modalidad de cultivo .....	46
5.2	Evolución de la zonificación territorial .....	48
5.2.1	Zonificación territorial: imágenes obtenidas .....	49
5.2.2	Análisis de los índices de fragmentación .....	52
6	Conclusiones.....	60
6.1	Tendencias en el paisaje agrario y modalidad de cultivo .....	60
6.2	Estado de fragmentación del territorio .....	60
6.3	Impacto de la construcción de las nuevas infraestructuras fotovoltaicas .....	61
7	Propuesta de medidas para la protección del hábitat y control de impactos.....	63
7.1	Medidas de mitigación ante la implantación de nuevas plantas solares fotovoltaicas.....	63
7.2	Actuaciones para la mejora y conservación del hábitat potencial de la avutarda	64
8	Bibliografía .....	65

## Índice de figuras:

Figura 1- Mapa de localización de la zona de estudio. Fuente: IGN. Sistema de referencia: ETRS89 UTM Zona 30N. Elaboración propia.....	2
Figura 2- Diagrama ombrotérmico, población Villafruela, municipio de Perales, Palencia. (Jimsam, M., 2025).....	3
Figura 3- Mapa topográfico del área de estudio. Fuente: IGN. Sistema de referencia: ETRS89 UTM Zona 30N. Elaboración propia. Notas: Las curvas de nivel se presentan con los siguientes intervalos: curvas maestras cada 50 m y curvas normales cada 10 m.	3
Figura 4- Mapa de pendientes del área de estudio. Fuente: IGN. Sistema de referencia: ETRS89 UTM Zona 30N. Elaboración propia. Notas: valor de pendiente en porcentaje, clasificado en 5 intervalos. ....	4
Figura 5- Mapa litológico del área de estudio. Fuente: Junta de Castilla y León. Sistema de referencia: ETRS89 UTM Zona 30N. Elaboración propia. ....	5
Figura 6- Distribución de los tipos de suelo (FAO) en el ámbito de estudio. Fuente: Junta de Castilla y León. Sistema de referencia: ETRS89 UTM Zona 30N. Elaboración propia. ....	6
Figura 7-Usos de suelo del ámbito de estudio. Fuente:IGN. Sistema de referencia: ETRS89 UTM Zona 30N. Elaboración propia.....	6
Figura 8- Mapa avistamientos avutarda confirmados en GBIF (2020-2023). Sistema de referencia ETRS89 UTM Zona 30N. Elaboración propia.....	8
Figura 9- Distribución espacios protegidos en el área de estudio. Fuente: MITECO. Sistema de referencia: ETRS89 UTM Zona 30N. Elaboración propia. ....	8
Figura 10- Distribución parque eólicos en el ámbito. Fuente: MITECO. Sistema de referencia: ETRS89 UTM Zona 30N. Elaboración propia.....	10
Figura 11- Proyección de los nuevos PSF en el ámbito. Sistema de referencia: ETRS89 UTM Zona 30N. Elaboración propia.....	11
Figura 12- Situación Grijota I Norte a 15/05/2025 (Elaboración propia). ....	12
Figura 13- Situación Grijota I Sur a 15/05/2025 (Elaboración propia).....	12
Figura 14- Situación Grijota II a 15/05/2025 (Elaboración propia). ....	13
Figura 15- Situación Grijota III a 15/05/2025, I (Elaboración propia). ....	14
Figura 16- Situación Grijota III a 15/05/2025, II (Elaboración propia). ....	14
Figura 17- Situación Grijota IV a 15/05/2025 (Elaboración propia).....	15
Figura 18- Cableado a instalar, Grijota IV (Elaboración propia). ....	16
Figura 19- Situación Grijota V a 15/05/2025 (Elaboración propia). ....	17
Figura 20- Mapa de distribución de infraestructuras energéticas en el ámbito. ....	18
Figura 21- Avutarda hembra (Alonso, J. C., Palacín, C., 2015). ....	19
Figura 22- Avutarda macho (Alonso, J. C., Palacín, C., 2015). ....	19
Figura 23- Distribución mundial avutarda (Birdlife , 2023). Leyenda: Extant (resident): área de presencia permanente (residente); Extant (breeding): área de reproducción; Extant (non-breeding): área de presencia no reproductiva; Extant (passage): área de paso migratorio; Possibly extint: posiblemente extinta en esta área.....	20
Figura 24- Evolución de la población estival de avutarda en la ZEPA Camino de Santiago, Palencia 1998-2023 (Junta de Castilla y León,2024). ....	21
Figura 25- Macho realizando la rueda (SEO/ Birdlife).....	22
Figura 26- Nido y huevos avutarda (J. C. Alonso). ....	23

Figura 27- Evolución de la distribución de las categorías de coberturas según su compatibilidad con la avutarda (2016-2024). Sistema de referencia: ETRS89 UTM Zona 30N. Elaboración propia.....	44
Figura 28- Evolución de la superficie de usos de suelo óptimos (2016-2024).....	45
Figura 29- Distribución de cultivos y usos de suelo óptimos (2016-2024) (Junta de Castilla y León). Sistema de referencia: ETRS89 UTM Zona 30N. Elaboración propia. ....	46
Figura 30- Evolución espacial de la distribución de las modalidades de cultivo regadío y secano (2016-2024). Sistema de referencia: ETRS89 UTM Zona 30N. Elaboración propia. ....	47
Figura 31- Evolución de la zonificación territorial según la habitabilidad de la avutarda (2016–2024+). Sistema de referencia: ETRS89 UTM Zona 30N. Elaboración propia. ....	49
Figura 32- Zonificación del ámbito de estudio según la habitabilidad de la avutarda en 2016. Sistema de referencia: ETRS89 UTM Zona 30N. Elaboración propia. ....	50
Figura 33- Zonificación del ámbito de estudio según la habitabilidad de la avutarda en 2020. Sistema de referencia: ETRS89 UTM Zona 30N. Elaboración propia. ....	51
Figura 34- Zonificación del ámbito de estudio según la habitabilidad de la avutarda en 2024. Sistema de referencia: ETRS89 UTM Zona 30N. Elaboración propia. ....	51
Figura 35- Zonificación del ámbito de estudio con la proyección de infraestructuras fotovoltaicas (2024+). Sistema de referencia: ETRS89 UTM Zona 30N. Elaboración propia. ....	52
Figura 36- Evolución del área total ocupada por cada categoría de zonificación (2016-2024+).....	53

## Índice de tablas:

Tabla 1- Superficie ocupada (ha) y porcentaje de ocupación de la superficie de los diferentes cultivos presentes en el ámbito de estudio en 2024 (Junta de Castilla y León, 2025).....	7
Tabla 2- Parques eólicos activos (Junta Castilla y León, 2025). Notas: * indica la instalación de un nuevo aerogenerador, de las mismas características que los ya presentes, tras la puesta en marcha inicial.....	9
Tabla 3- Características generales instalación Grijota II (Junta de Castilla y León, 2022a). .....	13
Tabla 4- Características generales instalación Grijota III (Junta de Castilla y León, 2022b).....	14
Tabla 5- Características generales instalación Grijota IV (Junta de Castilla y León, 2023a). .....	15
Tabla 6- Características generales instalación Grijota V (Junta de Castilla y León, 2022d). .....	16
Tabla 7- Características generales instalación Grijota VI (Junta de Castilla y León, 2022c). .....	17
Tabla 8- Características generales instalación Almendro Solar (Junta de Castilla y León, 2022b).....	18
Tabla 9- Clasificación de coberturas según los criterios de compatibilidad.....	27
Tabla 10- Estudio final de compatibilidad ciclo productivo del cultivo y reproductivo de la avutarda.....	28
Tabla 11- Codificación de las categorías de la variable usos de suelo. ....	29
Tabla 12- Clasificación usos de suelo en las categorías de cobertura óptima, compatible e incompatible. ....	30
Tabla 13- Codificación de las categorías de la variable modalidad de cultivo.....	31
Tabla 14- Clasificación de las coberturas en secano y regadío. ....	32
Tabla 15- Codificación de las categorías de la variable pendiente.....	33
Tabla 16- Codificación de las categorías de área con presencia de elementos fragmentadores. ....	34
Tabla 17- Selección de elementos de restricción de paso.....	35
Tabla 18- Radio de influencia elementos de restricción de paso.....	35
Tabla 19- Codificación imagen ráster de elementos de restricción de paso.....	35
Tabla 20- Selección de elementos causantes de fragmentación permanente con geometría tipo punto y línea. ....	36
Tabla 21- Selección de elementos causantes de fragmentación permanente con geometría tipo polígono. Notas: las siglas IGN y MITECO hacen referencia al Instituto Geográfico Nacional y al Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico, respectivamente. ....	37
Tabla 22- Codificación imagen ráster de elementos de fragmentación permanente. ....	37
Tabla 23- Año de incorporación de las infraestructuras energéticas al análisis. Notas: Las siglas PE y PSF corresponden a parque eólico y parque solar fotovoltaico, respectivamente. ....	38
Tabla 24- - Valores de las categorías presentes en las capas ráster de las variables uso de suelos, modalidad de riego y pendientes. ....	39

Tabla 25- Clasificación de códigos obtenidos tras superposición de variables de selección de hábitat. ....	39
Tabla 26- Valores categorías capas ráster zonificación preliminar y elementos fragmentadores. ....	40
Tabla 27- Categorías de la zonificación del ámbito de estudio. ....	40
Tabla 28- Matriz de contraste entre zonas. Notas: los encabezados de filas y columnas hacen referencia a las categorías de la zonificación: zonas óptimas (1); zonas habitables (2); zonas no habitables (3); zonas de restricción de paso (4); zonas de fragmentación permanente (5). ....	41
Tabla 29- Matriz de profundidad de bordes. Notas: los encabezados de filas y columnas hacen referencia a las categorías de la zonificación: zonas óptimas (1); zonas habitables (2); zonas no habitables (3); zonas de restricción de paso (4); zonas de fragmentación permanente (5). ....	41
Tabla 30- Matriz de similitud entre zonas. Notas: los encabezados de filas y columnas hacen referencia a las categorías de la zonificación: zonas óptimas (1); zonas habitables (2); zonas no habitables (3); zonas de restricción de paso (4); zonas de fragmentación permanente (5). ....	42
Tabla 31- Superficie y proporción de coberturas óptimas, compatibles e incompatibles (2016–2024). ....	44
Tabla 32- - Evolución superficie ocupada por usos de suelo óptimos (2016-2024).....	45
Tabla 33- Superficie (ha) y proporción (%) de cultivo en regadío y secano (2016-2024). ....	47
Tabla 34- Superficie en regadío (ha) y proporción respecto al total (%) por cultivo (2016–2024). ....	48
Tabla 35- Área total (CA) ocupada por cada categoría de zonificación (2016-2024 +). ....	53
Tabla 36- Evolución índice parche de mayor tamaño (LPI) (2016-2024+). ....	54
Tabla 37- Evolución del índice dimensión fractal perímetro- área (PAFRAC) (2016-2024 +).....	55
Tabla 38- Evolución de área interior total (TCA), para las categorías de zonas óptimas y habitables (2016-2024 +).....	56
Tabla 39- Porcentaje de hábitat afectado por efecto borde (2016-2024 +). ....	56
Tabla 40- Evolución del número de áreas núcleo disyuntas (2016-2024 +). ....	56
Tabla 41- Evolución de la densidad de bordes ponderada por contraste (CWED) (2016-2024+).....	57
Tabla 42- Evolución del índice de contraste total de bordes (TECI) (2016-2024 +). ....	58
Tabla 43- Evolución del índice distancia euclidiana al vecino más cercano en zonas óptimas (2016–2024+).....	59
Tabla 44- Evolución del índice distancia euclidiana al vecino más cercano en zonas habitables (2016–2024+).....	59

## **1 Introducción**

La creciente demanda de energías renovables ha propiciado un notable aumento en la construcción de infraestructuras energéticas como plantas solares fotovoltaicas, especialmente en regiones con un alto potencial solar. Sin embargo, esta expansión no está exenta de consecuencias, siendo una de las más significativas la pérdida de hábitats naturales y agrícolas. Este fenómeno genera un impacto directo sobre las especies que los habitan.

Las aves esteparias, y en específico la avutarda (*Otis tarda*), dependen del buen estado de conservación de ciertos paisajes agrarios. Predominantemente distribuida en las llanuras cerealistas de la Península Ibérica y concentrando su población en la comunidad autónoma de Castilla y León (Alonso, J. C., y Palacín, C., 2015), la avutarda se encuentra protegida debido a su alta vulnerabilidad frente a los cambios a las alteraciones del hábitat y su limitada capacidad de adaptación.

La creciente expansión de parques fotovoltaicos, pone de manifiesto que hay una amenaza directa para sus poblaciones y plantea un desafío significativo para su protección y conservación.

En este documento, se analizará y estimará el impacto producido por la construcción de 7 nuevos complejos fotovoltaicos sobre las poblaciones de avutarda en 9 municipios de la provincia de Palencia y se propondrán medidas para mitigar dicho impacto.

## **2 Objetivos**

El objetivo principal de este estudio es cuantificar la pérdida de hábitat potencial para la avutarda generada por la implantación de nuevas instalaciones solares fotovoltaicas dentro del ámbito de estudio.

Como objetivo secundario, se plantea proponer medidas orientadas a mitigar los efectos derivados de la fragmentación del territorio y la pérdida de hábitat favorable.

## **3 Antecedentes**

### **3.1 Territorio ámbito del TFG**

#### **3.1.1 Localización**

El ámbito de estudio incluye nueve municipios de la provincia de Palencia (Becerril de Campos, Grijota, Husillos, Manquillos, Monzón de Campos, Perales, Ribas de Campos, San Cebrián de Campos y Villaumbrales), pertenecientes a la comarca agraria de Tierra de Campos. Esta se localiza a 15 km al norte de la capital provincial y abarca una superficie aproximada de 300 km<sup>2</sup> (Figura 1).

Se trata de una zona con marcado carácter agrícola, cuya economía se ha desarrollado en torno a los cursos de agua presentes en el territorio, entre los que destacan el río Carrión, el río Valdeginete y el Canal de Castilla. A lo largo de estos cauces se

distribuyen pequeños núcleos de población, conectados entre sí mediante las principales vías de comunicación.

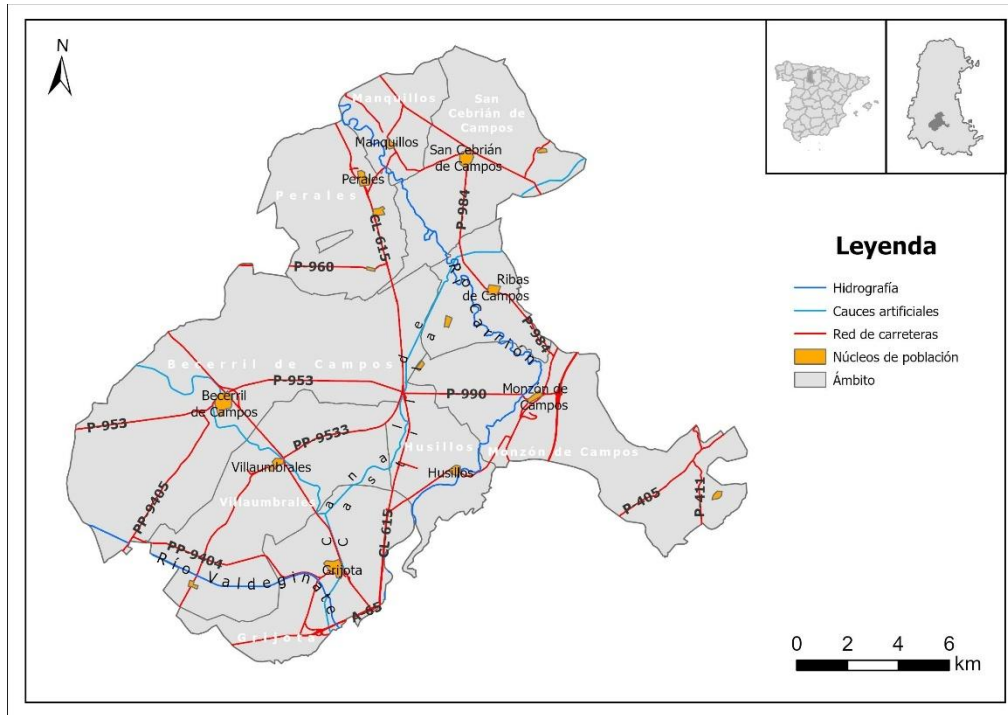


Figura 1- Mapa de localización de la zona de estudio. Fuente: IGN. Sistema de referencia: ETRS89 UTM Zona 30N. Elaboración propia.

### 3.1.2 Medio abiótico

El medio abiótico reúne los principales factores físicos que condicionan el uso del suelo en el ámbito de estudio, siendo estos:

- Clima
- Relieve
- Suelo

#### Clima

Según la clasificación climática de Köppen, el área presenta un clima oceánico mediterráneo templado, con veranos secos y suaves (Csb) (MITECO & AEMET, 2018). Los inviernos son fríos y las precipitaciones se reparten de forma regular. La Figura 2 muestra el diagrama ombrotérmico del ámbito, elaborado a partir de datos de temperatura media y precipitación mensual acumulada registrados entre 1994 y 2024 en el núcleo urbano de Villafruela, perteneciente al municipio de Perales.

El diagrama ombrotérmico muestra un régimen térmico con temperaturas medias máximas en julio y agosto, superando los 20 °C, y mínimas en invierno por debajo de los 10 °C. Las precipitaciones se concentran en los meses de otoño y primavera, con un mínimo estival marcado, reflejo del carácter mediterráneo del clima, favorable para la actividad agrícola.

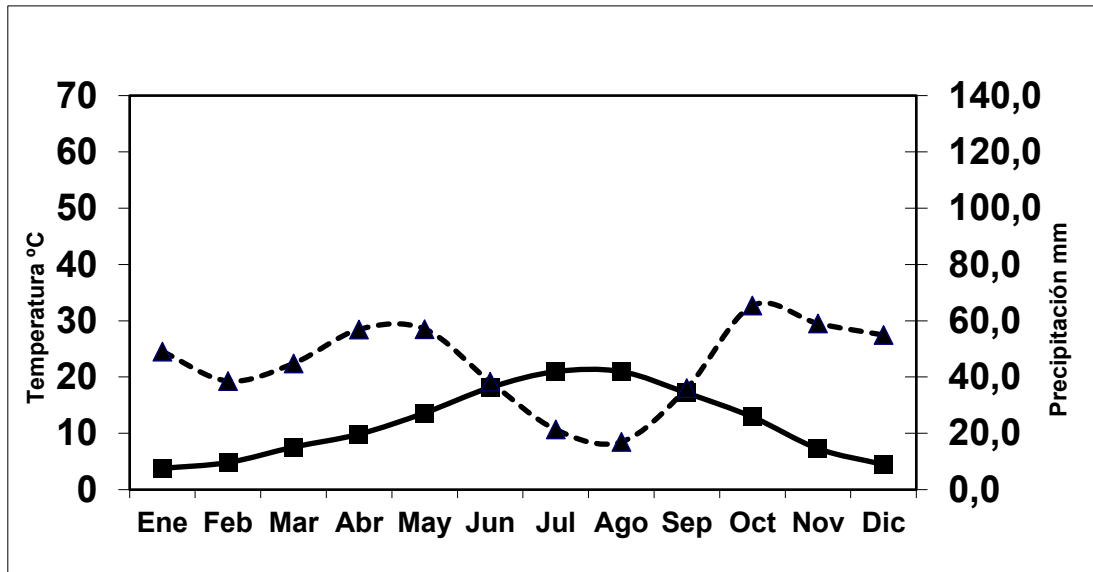


Figura 2- Diagrama ombrotérmico, población Villafruela, municipio de Perales, Palencia. (Jimsam, M., 2025)

### Relieve

El área de estudio presenta un relieve suavemente ondulado, con altitudes que varían entre los 740 y 890 metros sobre el nivel del mar. El mapa topográfico de curvas de nivel (Figura 3) muestra una distribución general regular, con curvas maestras cada 50 m y curvas normales cada 10 m de intervalo (IGN, 2015).

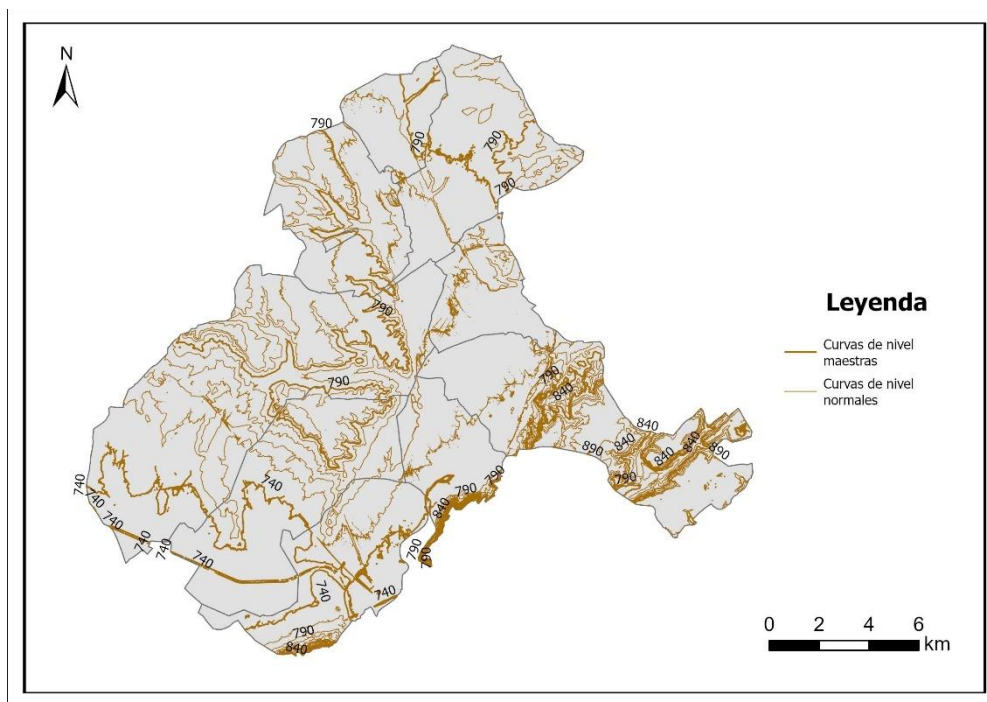


Figura 3- Mapa topográfico del área de estudio. Fuente: IGN. Sistema de referencia: ETRS89 UTM Zona 30N. Elaboración propia. Notas: Las curvas de nivel se presentan con los siguientes intervalos: curvas maestras cada 50 m y curvas normales cada 10 m.

El mapa de pendientes (Figura 4) muestra la distribución del relieve en cuatro intervalos clasificados por rango porcentual. La mayor parte del territorio presenta inclinaciones

inferiores al 10 %, condición favorable para el desarrollo de actividades agrícolas mecanizadas. No obstante, se identifican sectores puntuales (principalmente en la zona sur del ámbito) con pendientes superiores al 15 % e incluso por encima del 20 %, lo que puede limitar el aprovechamiento agronómico y aumentar el riesgo de procesos erosivos en suelos susceptibles.

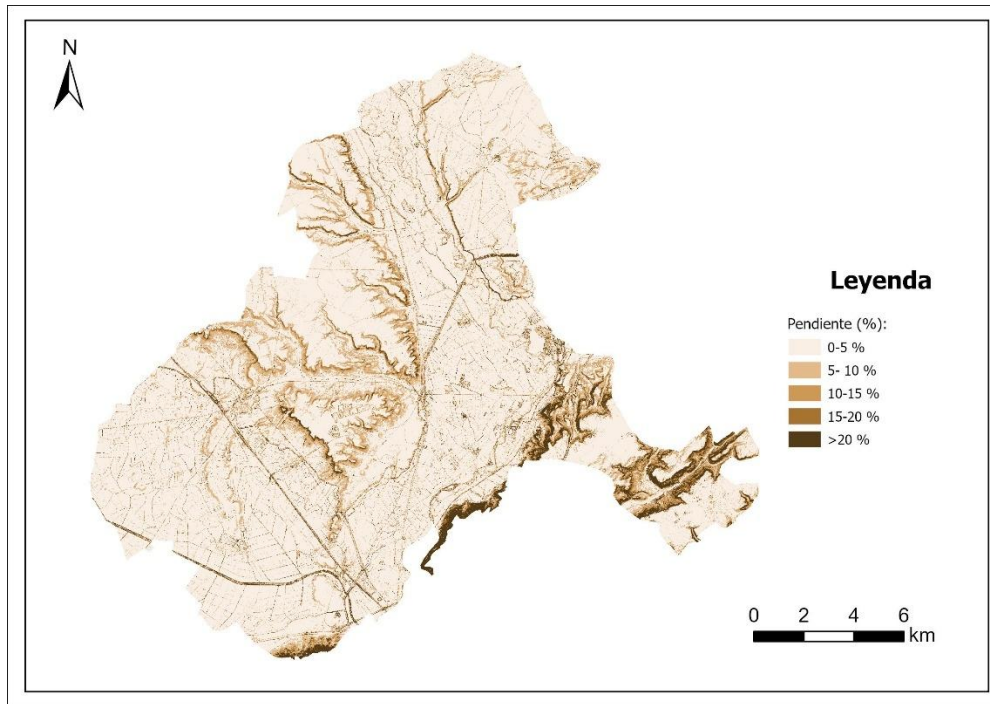


Figura 4- Mapa de pendientes del área de estudio. Fuente: IGN. Sistema de referencia: ETRS89 UTM Zona 30N. Elaboración propia. Notas: valor de pendiente en porcentaje, clasificado en 5 intervalos.

## Suelo

En el ámbito de estudio predominan las arcillas y limos, areniscas, microconglomerados y margas (Mioceno medio-superior), así como las gravas y cantos en matriz arenoso-limosa (Pleistoceno-Holoceno), como se observa en la Figura 5. También se identifican otros materiales de menor presencia, como calizas con gasterópodos, dolomías e intercalaciones de margas con yesos (Mioceno superior), localizadas en el sector este; arcillas, margas y limos de origen lacustre (Holoceno), al oeste; y arcillas, margas arcillosas, niveles calcáreos y yesíferos (Mioceno superior), presentes en la zona sureste del ámbito. Esta diversidad litológica influye directamente en las propiedades edáficas del territorio, condicionando la formación y distribución de los distintos tipos de suelos (Junta de Castilla y León, 2005).

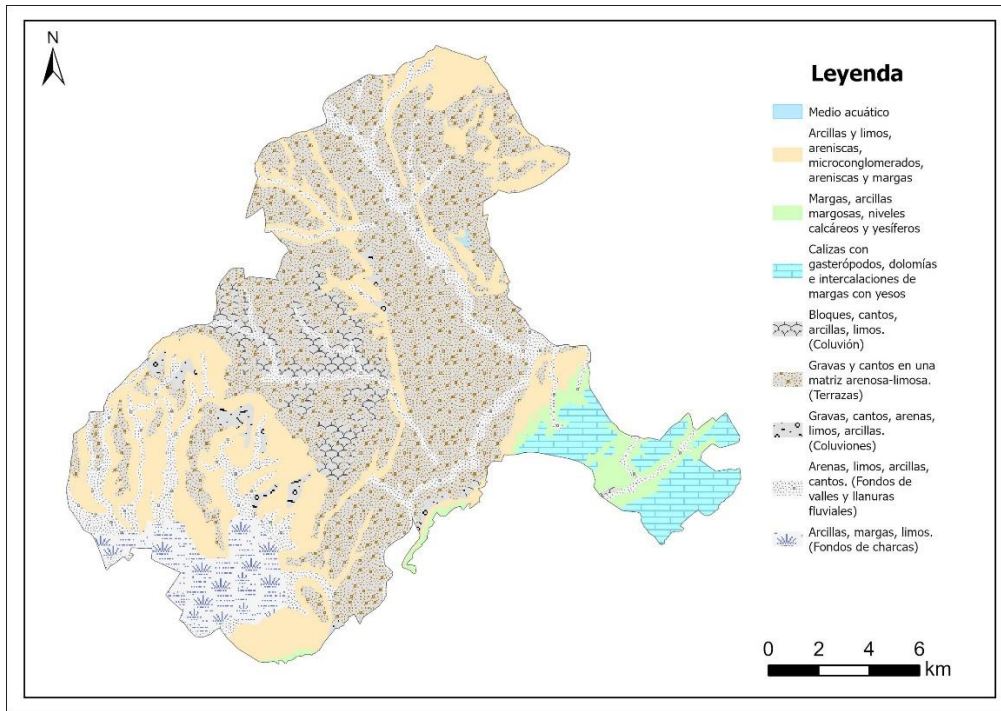


Figura 5- Mapa litológico del área de estudio. Fuente: Junta de Castilla y León. Sistema de referencia: ETRS89 UTM Zona 30N. Elaboración propia.

La Figura 6 representa la distribución de los distintos tipos de suelo según la clasificación FAO. Se identifican asociaciones edáficas compuestas por Acrisoles, Cambisoles, Luvisoles, Regosoles, Fluvisoles, Leptosoles, Solonetz y sus respectivas fases. Entre las unidades más extendidas destacan los Cambisoles cálcicos y crómicos, los Luvisoles háplicos y cálcicos, así como combinaciones como Cambisol–Luvisol o Fluvisol, que favorecen el uso agronómico del suelo y su productividad. Por el contrario, otras unidades presentes en menor proporción, como los Acrisoles y Solonetz, presentan características poco adecuadas para la actividad agrícola.

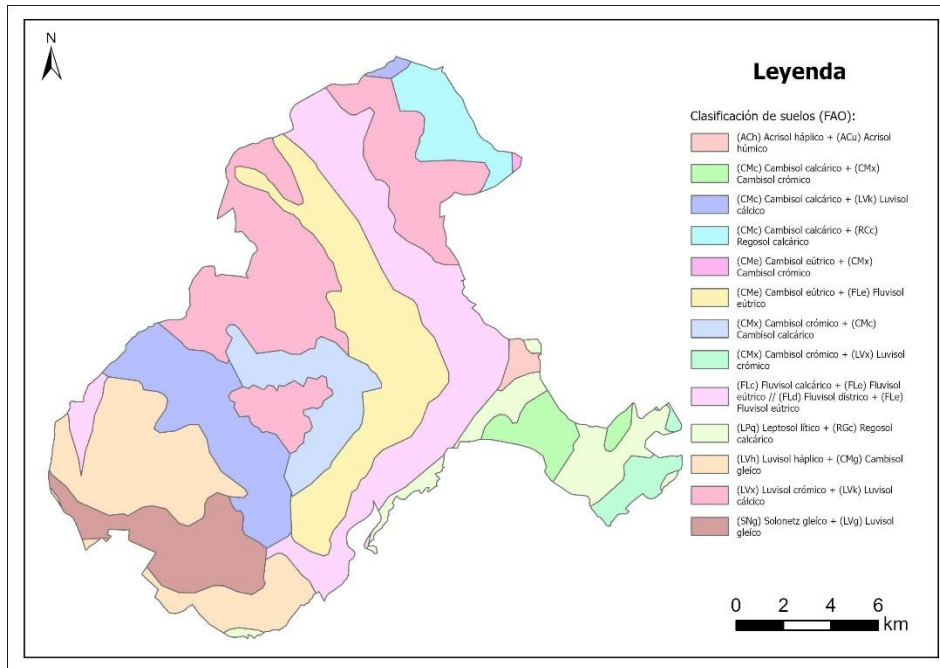


Figura 6- Distribución de los tipos de suelo (FAO) en el ámbito de estudio. Fuente: Junta de Castilla y León. Sistema de referencia: ETRS89 UTM Zona 30N. Elaboración propia.

### 3.1.3 Medio agrario

La Figura 7 muestra la distribución de los usos del suelo en el ámbito de estudio, según datos del proyecto *CORINE Land Cover (2018)* (IGN, 2018). El uso agrícola es claramente dominante, destacando las tierras de labor en secano (211) como la clase más extendida en todo el territorio. También se identifican zonas dedicadas al regadío permanente (212) y a praderas naturales (231), lo que refuerza el marcado carácter agrario del área.

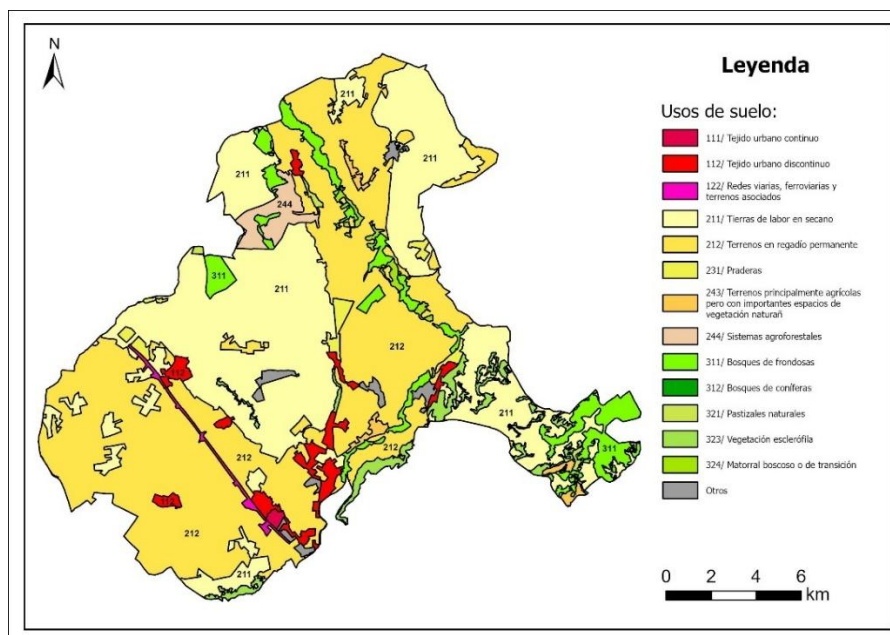


Figura 7-Usos de suelo del ámbito de estudio. Fuente: IGN. Sistema de referencia: ETRS89 UTM Zona 30N. Elaboración propia.

La Tabla 1 recoge los diferentes cultivos presentes en el ámbito en el año 2024. Destacan el trigo, la cebada, la alfalfa, el girasol, la veza y la avena, que de forma conjunta ocupan el 80 % de la superficie agraria total.

Tabla 1- Superficie ocupada (ha) y porcentaje de ocupación de la superficie de los diferentes cultivos presentes en el ámbito de estudio en 2024 (Junta de Castilla y León, 2025).

Cultivo	Superficie (ha)	Porcentaje del ocupación (%)
Trigo	6.944	29,4
Cebada	4.037	17,1
Alfalfa	3.520	14,9
Girasol	3.441	14,6
Veza	1.671	7,1
Avena	1.661	7,0
Maíz	795	3,4
Forrajeras	555	2,4
Colza	301	1,3
Remolacha	252	1,1
Guisante	128	0,5
Garbanzos	67	0,3
Lavanda	54	0,2
Frutales Cascara	44	0,2
Lentejas	30	0,1
Esparceta	24	0,1
Frutales	21	0,1
Centeno	14	0,1
Cártamo	14	0,1
Adormidera	7	0,03
Viñedo	4	0,02
Yeros	3	0,01
Alubias	3	0,01
Hortícolas	2	0,01
Cebolla	2	0,01
Ajo	1	0,01
Patata	1	0,00
Olivar	1	0,00

### 3.1.4 Especies y espacios de interés ecológico

#### Especies de interés

Entre la fauna presente en la zona, destaca la avutarda euroasiática (*Otis tarda*), especie de alto valor ecológico y representativa de las aves esteparias, estrechamente vinculada al medio agrícola predominante. Su presencia en el ámbito está confirmada por el Inventario Español de Especies Terrestres (MITECO, 2024), así como por numerosos registros de avistamientos verificados y publicados en la base de datos GBIF en los últimos años (Figura 8).

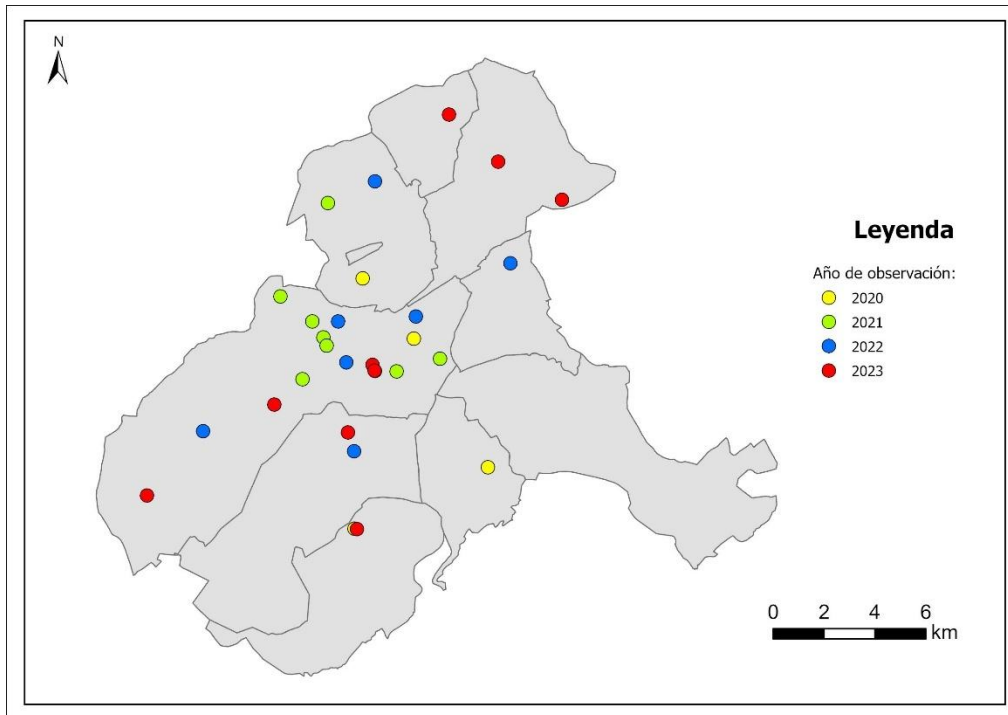


Figura 8- Mapa avistamientos avutarda confirmados en GBIF (2020-2023). Sistema de referencia ETRS89 UTM Zona 30N. Elaboración propia.

### Espacios protegidos y/o de importancia ecológica

El ámbito presenta diversos lugares de importancia ecológica, con diferentes niveles de protección (Figura 9).

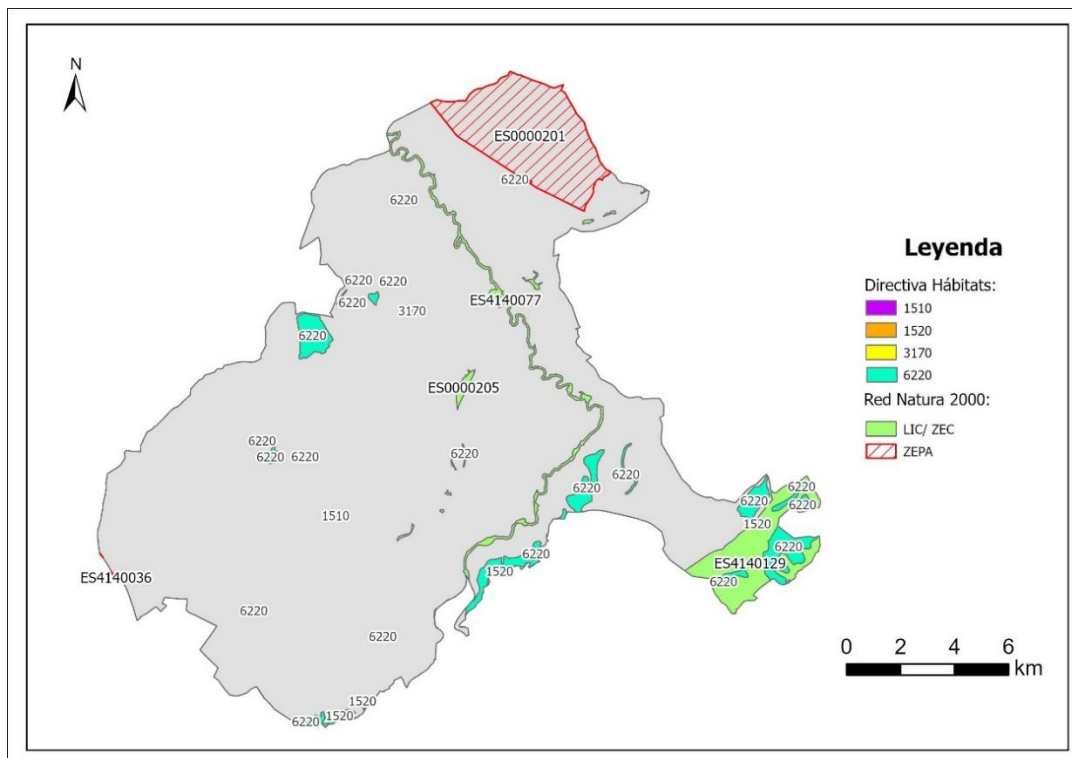


Figura 9- Distribución espacios protegidos en el área de estudio. Fuente: MITECO. Sistema de referencia: ETRS89 UTM Zona 30N. Elaboración propia.

Incluidos dentro de la Red Natura 2000 se encuentran:

- LIC/ ZEC: Lagunas del Canal de Castilla (ES0000205).
- LIC/ ZEC: Montes Torozos y Páramos de Torquemada-Astudillo (ES4140129).
- LIC/ ZEC: Riberas del río Carrión y afluentes (ES4140077)
- ZEPA: Camino de Santiago (ES0000201).
- ZEPA: La Nava-Campos Norte (ES4140036).

Incluidos como hábitats prioritarios en la Directiva UE hábitats:

- 1510: Estepas salinas mediterráneas (*Limonietalia*).
- 1520: Vegetación gypsícola mediterránea (*Gypsophilietalia*).
- 3170: Lagunas y charcas temporales mediterráneas.
- 6220: Pastizales xerófitos mediterráneos.

Los distintos espacios presentan, por lo general, una superficie reducida y un alto grado de fragmentación, siendo el hábitat 6220 el predominante en la zona.

### 3.1.5 Infraestructuras energéticas

El ámbito de estudio presenta características favorables para el aprovechamiento de fuentes de energía renovable, como la solar y la eólica:

- Pendiente general baja o moderada con pequeñas elevaciones.
- Alta radiación solar.

El documento *Zonificación ambiental para la implantación de energías renovables: Eólica y Fotovoltaica*, que identifica las áreas del territorio con mayores condicionantes ambientales para el desarrollo de estos proyectos, clasifica el área del ámbito como una zona de baja sensibilidad ambiental. Por ello, se considera un lugar idóneo para el desarrollo de infraestructura para la generación eléctrica a partir de fuentes renovables (MITECO, 2020).

#### a) Energía eólica

Existen seis centros de generación eólica en servicio cuya construcción comenzó en el año 2007 con la puesta en marcha del parque eólico de Grijota. Los restantes son Alto del Pocillo, Las Canteras, Monte de Villajimena, Becerril y Becerril II, siendo este último el que presenta el mayor número de aerogeneradores y la mayor potencia instalada. Las características de cada uno de ellos vienen detalladas en la Tabla 2.

Tabla 2- Parques eólicos activos (Junta Castilla y León, 2025). Notas: \* indica la instalación de un nuevo aerogenerador, de las mismas características que los ya presentes, tras la puesta en marcha inicial.

Nombre	Potencia parque eólico (MW)	Nº aerogeneradores	Fabricante	Potencia aerogenerador (MW)	Año de instalación
Grijota	4,98	6	Gamesa	0,83	2007
Becerril	8	4	Vestas	2	2009, 2017*
Alto del Pocillo	4	2	MTorres	2	2012
Las Canteras	8	4	MTorres	2	2012
Monte de Villajimena	6	3	MTorres	2	2012
Becerril II	31,05	9	General Electric	3,45	2022

Su distribución se concentra en el tercio sur del ámbito de estudio (Figura 10), aprovechando pequeñas elevaciones del terreno para maximizar la producción eléctrica. Todos los aerogeneradores presentan vallado perimetral, cinegético para los más antiguos y cinegético con luz inferior para los más modernos, y las líneas de evacuación se encuentran soterradas.

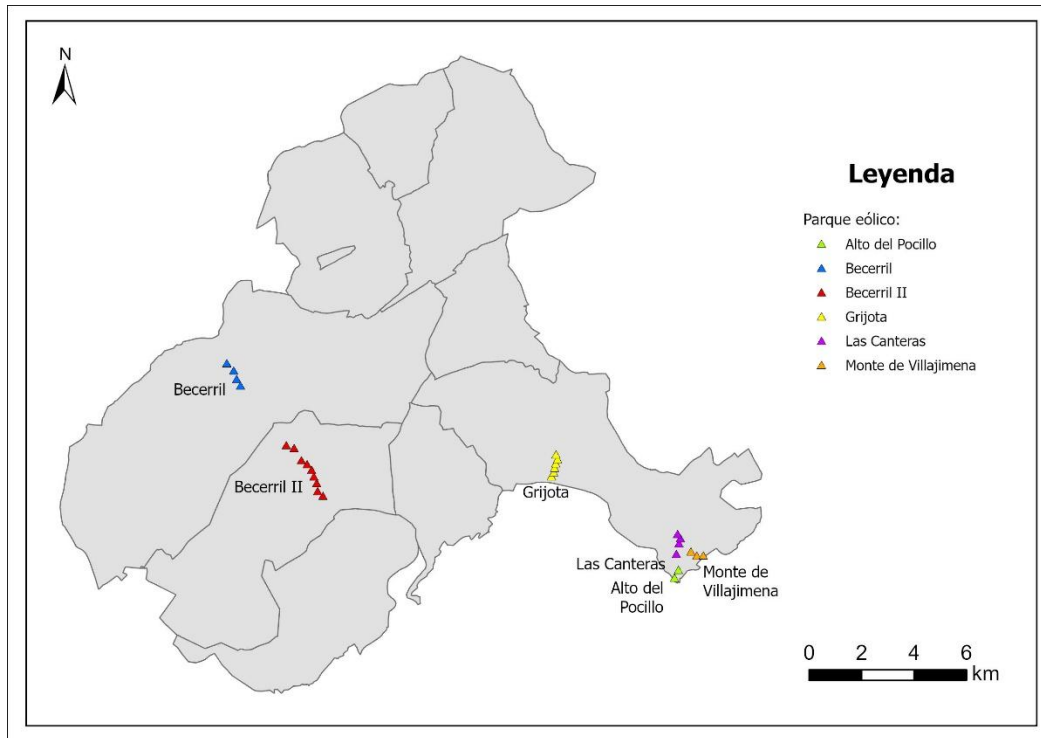


Figura 10- Distribución parque eólicos en el ámbito. Fuente: MITECO. Sistema de referencia: ETRS89 UTM Zona 30N. Elaboración propia.

### b) Energía solar fotovoltaica

La presencia de instalaciones fotovoltaicas activas en la zona es escasa a día de la redacción del presente estudio, registrándose únicamente un parque solar fotovoltaico (PSF) con una potencia instalada superior a 1 MW, denominado Global Becerril.

#### Nuevos proyectos

Se ha aprobado la construcción de 7 nuevas instalaciones fotovoltaicas (Grijota I, Grijota II, Grijota III, Grijota IV, Grijota V, Grijota VI y Almendro Solar) superiores a 1 MWp de potencia pico. La Figura 11 muestra su distribución en el ámbito, proyectándose todas ellas sobre espacios agrícolas. Actualmente, ninguna de ellas se encuentra en etapa productiva.

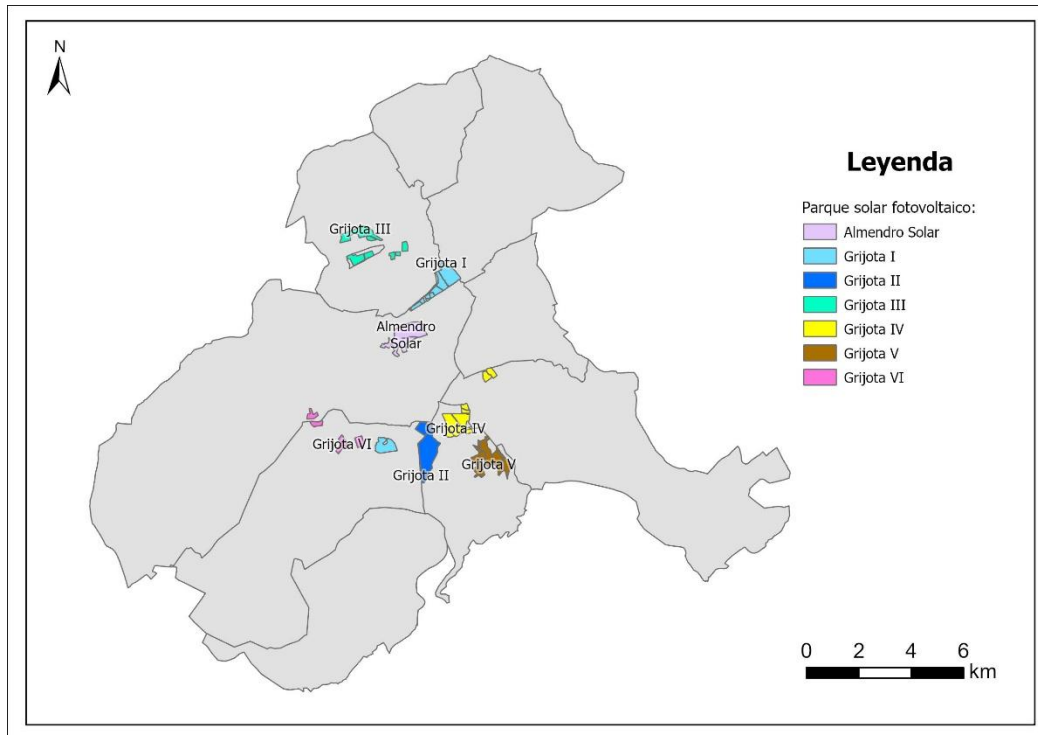


Figura 11- Proyección de los nuevos PSF en el ámbito. Sistema de referencia: ETRS89 UTM Zona 30N. Elaboración propia.

### i. Grijota I

La PSF Grijota I se localiza en los términos municipales y ocupa una superficie de 92,9 ha. La planta está compuesta por dos polígonos, denominados Grijota I Norte y Grijota I Sur.

La instalación presenta la siguiente composición y características principales (Junta de Castilla y León, 2022c)

- Potencia instalada de 47,2 MW.
- 112.336 paneles instalados sobre ejes de seguimiento solar, de potencia unitaria 445 Wp dispuestos en (potencia pico 50 MW).
- 13 inversores con potencia nominal unitaria de 3630 kVA (potencia total inversores 47,2 MW).
- 13 centros de transformación (0,66/ 30 kV) con potencia total de 47,2 MVA.
- 4 líneas de interconexión de 30 kV de los centros de transformación, que se conectan mediante tendido eléctrico soterrado en zanja al SET Becerril 132/ 30 kV.

La composición de la instalación será común para los proyectos Grijota I, Grijota II, Grijota III, Grijota IV y Grijota V, y solo variará el número de módulos solares y su potencia unitaria. Las instalaciones Grijota VI y Almendros Solar presentan características diferentes.

La construcción del parque está finalizada en ambos polígonos, aunque aún no se encuentra en periodo productivo (Figuras 12 y 13).



*Figura 12- Situación Grijota I Norte a 15/05/2025 (Elaboración propia).*



*Figura 13- Situación Grijota I Sur a 15/05/2025 (Elaboración propia).*

## **ii. Grijota II**

La construcción del parque solar Grijota II se localiza en los municipios de Becerril de Campos, Husillos y Villaumbrales y ocupa una superficie de 109 ha. La Tabla 3 recoge las características generales de la instalación.

Tabla 3- Características generales instalación Grijota II (Junta de Castilla y León, 2022a).

<b>Grijota II</b>	
Potencia instalada (MW)	47,2
Nº paneles/ pot. unitaria panel (Wp)	113.568/ 440
Potencia pico en paneles (MWp)	50
Nº inversores/ pot. unitaria nominal (kVA)	13/ 3630
Potencia total inversores (MW)	47,2
Potencia concedida (MW)	49,6
Conversión centro de transformación (kV)	0,66/ 30
Línea de evacuación (kV)	30
Conexión SET Becerril (kV)	132/30

La fase de construcción de esta se encuentra finalizada pero aún no se encuentra en periodo de explotación (Figura 14).



Figura 14- Situación Grijota II a 15/05/2025 (Elaboración propia).

### iii. Grijota III

La granja solar Grijota III está ubicada en los municipios de Perales y Becerril de Campos y comprende una superficie de 82,6 ha. La instalación consta de las siguientes características (Tabla 4):

Tabla 4- Características generales instalación Grijota III (Junta de Castilla y León, 2022b).

<b>Grijota III</b>	
Potencia instalada (MW)	47,2
Nº paneles/ pot. unitaria panel (Wp)	75666/ 660
Potencia pico en paneles (MWp)	49,9
Nº inversores/ pot. unitaria nominal (kVA)	13/ 3630
Potencia total inversores (MW)	47,2
Potencia concedida (MW)	49,6
Conversión centro de transformación (kV)	0,66/ 30
Línea de evacuación (kV)	30
Conexión SET Becerril (kV)	132/30

El proyecto se halla en proceso constructivo. Se está procediendo a la instalación de ejes de seguimiento, previa a la colocación de módulos fotovoltaicos (Figuras 15 y 16).



Figura 15- Situación Grijota III a 15/05/2025, I (Elaboración propia).



Figura 16- Situación Grijota III a 15/05/2025, II (Elaboración propia).

#### iv. Grijota IV

La planta Grijota IV se sitúa en los términos municipales de Becerril de Campos, Husillos y Monzón de Campos y ocupa 102,9 ha. Se describen a continuación las características generales de la instalación (Tabla 5).

Tabla 5- Características generales instalación Grijota IV (Junta de Castilla y León, 2023a).

Grijota IV	
Potencia instalada (MW)	47,2
Nº paneles/ pot. unitaria panel (Wp)	113.568/ 440
Potencia pico en paneles (MWp)	50
Nº inversores/ pot. unitaria nominal (kVA)	13/ 3630
Potencia total inversores (MW)	47,2
Potencia concedida (MW)	49,6
Conversión centro de transformación (kV)	0,66/ 30
Línea de evacuación (kV)	30
Conexión SET Becerril (kV)	132/30

El proceso constructivo se encuentra en su fase inicial, con la instalación de los soportes de los módulos solares (Figura 17) y el soterramiento del cableado (Figura 18).



Figura 17- Situación Grijota IV a 15/05/2025 (Elaboración propia).



Figura 18- Cableado a instalar, Grijota IV (Elaboración propia).

#### v. Grijota V

El PSF Grijota V ocupa 98,1 ha en los municipios de Becerril de Campos y Husillos. Las características generales de su instalación se recogen en la Tabla 6.

Tabla 6- Características generales instalación Grijota V (Junta de Castilla y León, 2022d).

Grijota V	
Potencia instalada (MW)	47,2
Nº paneles/ pot. unitaria panel (Wp)	113.568/ 440
Potencia pico en paneles (MWp)	50
Nº inversores/ pot. unitaria nominal (kVA)	13/ 3630
Potencia total inversores (MW)	47,2
Potencia concedida (MW)	49,6
Conversión centro de transformación (kV)	0,66/ 30
Línea de evacuación (kV)	30
Conexión SET Becerril (kV)	132/30

Debido a la cercanía y características similares entre las plantas Grijota IV y Grijota V, su proceso de construcción se está realizando de forma simultánea, encontrándose ambas en la misma etapa constructiva (Figura 19).



Figura 19- Situación Grijota V a 15/05/2025 (Elaboración propia).

#### vi. Grijota VI

El parque fotovoltaico Grijota VI se proyecta sobre una superficie de 46 hectáreas, localizada en los términos municipales de Becerril de Campos y Villaumbrales. Sin embargo, el inicio del proceso constructivo aún no se ha producido. La Tabla 7 recoge las características técnicas de la instalación.

Tabla 7- Características generales instalación Grijota VI (Junta de Castilla y León, 2022c).

Grijota V	
Potencia instalada (MW)	15,4
Nº paneles/ pot. unitaria (Wp)	30.016/ 545
Potencia pico en paneles (MWp)	16,4
Nº inversores/ pot. unitaria nominal (kVA)	3/ 3550; 2/ 2365
Potencia total inversores (MW)	15,4
Potencia concedida (MW)	13,6
Conversión centro de transformación (kV)	0,60/ 30
Línea de evacuación (kV)	30
Conexión SET Becerril (kV)	132/30

#### vii. PV Almendro Solar

El parque solar Almendro Solar, con superficie de 77, 1 ha, se encuentra en los términos municipales Becerril de Campos y Villaumbrales. Se encuentra en etapa avanzada del proceso de construcción, aunque no en proceso productivo. De los nuevos proyectos, se trata del único parque solar que está conectado a la subestación eléctrica de transformación (SET) La Higuera. El resto de características técnicas se encuentran en la Tabla 8.

Tabla 8- Características generales instalación Almendro Solar (Junta de Castilla y León, 2022b).

Almendro Solar	
Potencia instalada (MW)	47,2
Nº paneles/ pot. unitaria (Wp)	111.078/ 450
Potencia pico en paneles (MWp)	50
Nº inversores/ pot. unitaria nominal (kVA)	21/ 2500
Potencia total inversores (MW)	52,5
Potencia concedida (MW)	49,6
Conversión centro de transformación (kV)	0,55/ 30
Línea de evacuación (kV)	30
Conexión SET La Higuera (kV)	132/30

### c) Otras infraestructuras energéticas

Las granjas solares y complejos eólicos no son las únicas instalaciones eléctricas en la zona. La Figura 20 muestra tanto las centrales generadoras eléctricas (parques eólicos activos, parques solares en servicio y construcción), infraestructuras para el eficiente transporte de la electricidad (centros de transformación, líneas eléctricas de alta tensión y torres de alta tensión). Su distribución es irregular y se concentra en la zona sur (espacio más cercano a la ciudad de Palencia), alejado de la ZEPA, Camino de Santiago y el LIC/ZEC Río Carrión y afluentes.

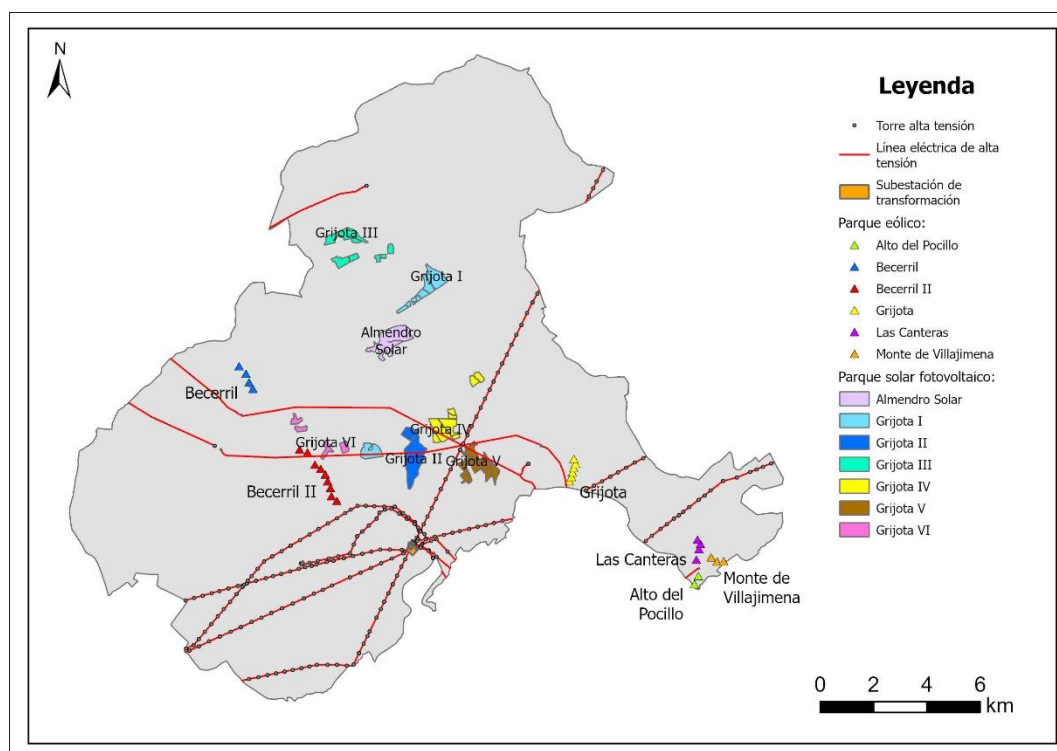


Figura 20- Mapa de distribución de infraestructuras energéticas en el ámbito.

## 3.2 Avutarda

La avutarda (*Otis tarda*), es una especie de ave esteparia de la familia de las Otidae, cuya importancia reside en su función como indicador fiable del estado de conservación de los paisajes agrarios que habita.

### 3.2.1 Descripción general

Se trata de un ave de gran tamaño, con patas y cuello alargados, principalmente caminadora, que presenta un marcado dimorfismo sexual.

Las hembras (Figura 21), de menor tamaño y aspecto más esbelto, alcanzan en la adultez una altura de pie de 75 cm y una envergadura de hasta 190 cm (SEO/BirdLife). Su peso promedio es de 4,4 kg, aunque puede variar según la época del año. Presentan un plumaje gris en el cuello, blanco en el torso y con tonos anaranjados y ocres en las alas, una coloración que les permite mimetizarse con los pastizales donde habitan.



Figura 21- Avutarda hembra (Alonso, J. C., Palacín, C., 2015).

Los machos, considerablemente más grandes, pueden alcanzar hasta 105 cm de altura, 260 cm de envergadura y un peso de hasta 18 kg. Presentan un plumaje muy similar al de las hembras. Previo al celo, sufren una muda, que aviva el color del plumaje volviéndolo más vistoso para la etapa de exhibición o cortejo (Figura 22).



Figura 22- Avutarda macho (Alonso, J. C., Palacín, C., 2015).

### 3.2.2 Hábitat.

La avutarda es una especie característica de las llanuras, terrenos planos y áreas cerealistas. Originaria de las extensas estepas herbáceas eurosiberianas, ha tenido que adaptarse, debido a la evolución de la civilización, a terrenos amplios, de escasa pendiente, dedicados esencialmente al cultivo de cereal. Sus zonas de preferencia suelen estar compuestas por un mosaico agrícola de secano, explotadas bajo un régimen agrícola

tradicional de rotación anual, con predominancia de cultivos de cereal, combinados en menor proporción con tierras en barbecho, leguminosas, pequeños olivares y viñedos en cultivo libre. Suelen evitar zonas no cultivadas, eriales y cultivos de regadío (Alonso, J. C., Palacín, C., 2015).

El futuro tanto del hábitat como de las avutardas se ve amenazado por la intensificación agrícola, la conversión de tierras de secano a regadío y el cambio en los usos del suelo, lo que pone en riesgo la viabilidad de la especie a medio y largo plazo.

### 3.2.3 Distribución y tendencia poblacional

Se trata de una especie de carácter migratorio parcial (existen individuos nómadas y sedentarios) y diferencial según el sexo, que cuenta actualmente con una población estimada de entre 31.000 y 36.000 individuos (IUCN, 2025), distribuidos a lo largo del continente euroasiático en poblaciones altamente fragmentadas. La Figura 23 muestra su distribución actual, diferenciando entre áreas de presencia permanente, de reproducción, de presencia no reproductiva, de paso migratorio y zonas donde la especie podría estar extinta. Esta estimación refleja una preocupante tendencia regresiva, con una disminución media del 35 % respecto a las cifras de 2005, cuando la población se situaba entre 44.000 y 57.000 ejemplares (Museo Nacional de Ciencias Naturales – CSIC, 2022).

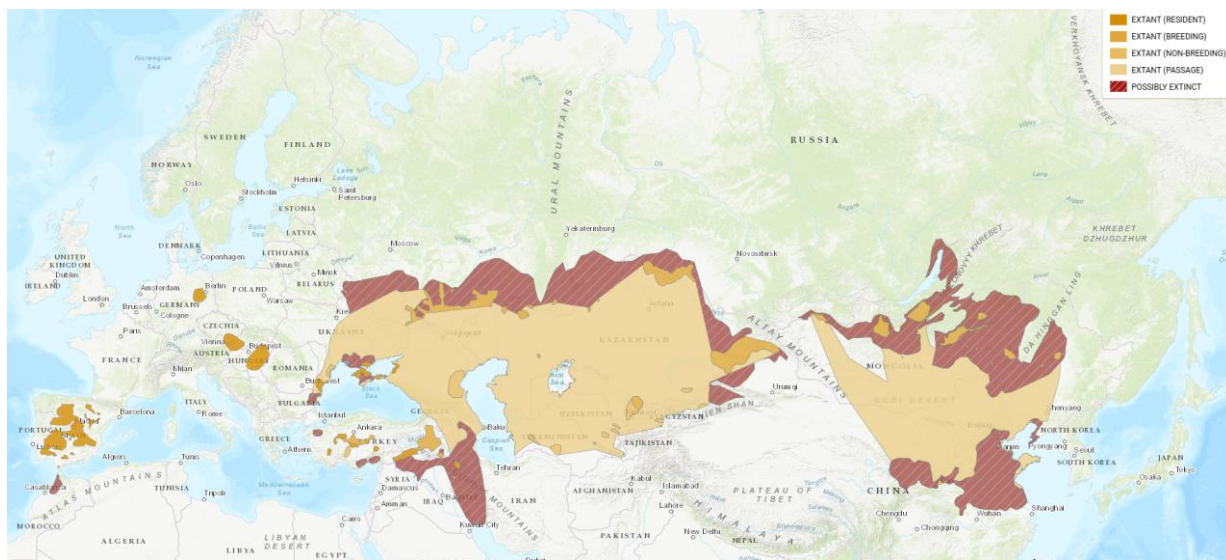


Figura 23- Distribución mundial avutarda (Birdlife , 2023). Leyenda: Extant (resident): área de presencia permanente (residente); Extant (breeding): área de reproducción; Extant (non-breeding): área de presencia no reproductiva; Extant (passage): área de paso migratorio; Possibly extinct: posiblemente extinta en esta área.

La preocupación se centra especialmente en las poblaciones españolas, que constituyen núcleos de presencia permanente y albergan alrededor del 70 % del total mundial. En la Península Ibérica, la especie estuvo presente originalmente en gran parte del territorio, pero actualmente sus poblaciones se concentran en la Meseta Central y Extremadura, con núcleos aislados en Andalucía, Aragón y Navarra. También puede encontrarse, de forma casi anecdótica, en la Comunidad Valenciana y la Región de Murcia. Se estima un declive poblacional nacional de aproximadamente un 15 % en la última década (SEO/ Birdlife, s.f.).

La comunidad autónoma con mayor población de avutardas es Castilla y León, especialmente en las comarcas de Tierra de Campos (León, Palencia, Valladolid y Zamora) y Tierra de Campiñas (Ávila, Salamanca, Valladolid y Zamora), al norte y sur del río Duero, respectivamente (Junta de Castilla y León, 2024).

Para representar la tendencia poblacional de la avutarda en la provincia de Palencia, se ha utilizado el informe elaborado por la Junta de Castilla y León *Seguimiento del estado de conservación de la avutarda en áreas control de Castilla y León. Año 2023*, el cual analiza la evolución temporal de la especie en determinadas zonas de control. El área controlada en la provincia palentina corresponde a la ZEPA Camino de Santiago. La Figura 24 muestra una reducción general de la población estival en esta zona. La serie temporal revela un incremento poblacional inicial entre los años 1998 y 2008, seguido de un descenso progresivo que alcanzó su mínimo histórico en 2022, posiblemente asociado a una marcada disminución en el número de hembras respecto al resto de categorías de individuos (Junta de Castilla y León, 2024).

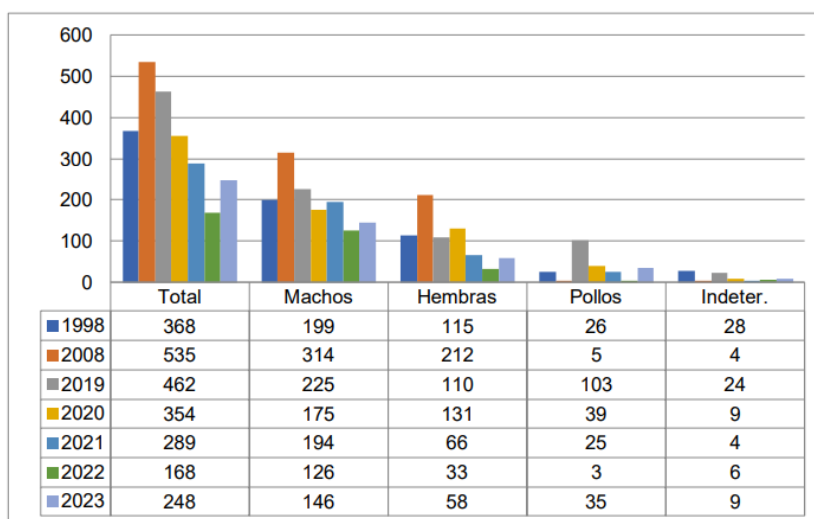


Figura 24- Evolución de la población estival de avutarda en la ZEPA Camino de Santiago, Palencia 1998-2023 (Junta de Castilla y León, 2024).

### 3.2.4 Migración

En la península el comportamiento migratorio de las avutardas es estacional y diferencial según el sexo.

Los machos abandonan los lugares de cortejo (lek) tras la fase reproductiva y regresan después de la etapa invernal. Durante la migración estival (posterior a la etapa de copula), que ocurre entre mayo y junio, buscan zonas de mayor altitud con el fin de facilitar la termorregulación durante el verano. En cuanto a la migración prenupcial, realizada entre septiembre y marzo, los machos retornan a sus áreas de reproducción de origen (Alonso, J. C., Palacín, C., 2015).

En el caso de las hembras tras la fase de cópula (abril), no permanecen en el lek tras lo apareamientos, yendo en busca de espacios más tranquilos, con buena visibilidad para la etapa de nidificación, puesta e incubación. La migración postnupcial, realizada entre octubre y diciembre, tiene como objetivo la búsqueda de condiciones térmicas más

favorables y alimento. La migración prenupcial se lleva a cabo entre febrero y abril. Existen diferencias en los patrones migratorios de las hembras según su éxito reproductivo. Aquellas cuyas crías sobreviven, muestran un comportamiento más sedentario. El periodo de dependencia materna se extiende entre 6 y 11 meses en los machos, y entre 8 y 15 meses en las hembras (Alonso, J. C., Palacín, C., 2015).

### 3.2.5 Ecología trófica.

Se trata de una especie omnívora cuya dieta varía estacionalmente en función de la disponibilidad de alimento. El componente principal son las plantas verdes, tanto cultivadas como silvestres, con predominancia de especies leguminosas, acompañadas por crucíferas y gramíneas. En invierno, el consumo de semillas adquiere mayor importancia, mientras que en primavera y verano aumenta la ingesta de invertebrados, especialmente coleópteros. De forma ocasional, también se ha observado el consumo de pequeños mamíferos, como roedores (Alonso, J. C., Palacín, C., 2015).

### 3.2.6 Reproducción.

Las avutardas es una especie polígama basada en la dominancia de los machos en los leks.

Las avutardas se congregan cada año, hacia el mes de febrero, en las zonas conocidas como leks. Se trata de “lugares” de exhibición a las que muestran un grado de fidelidad muy alto. Desde de diciembre los machos, sin la presencia de hembras, comienzan los procesos de exhibición con comportamientos tales como carreras, persecuciones e intimidaciones, donde participa todo el grupo, duelos sin contacto y combates, con el fin de establecer una jerarquía dentro del grupo.

La etapa reproductiva comienza a finales del invierno (principios de marzo), donde los machos realizan las primeras exhibiciones sexuales, conocidas como rueda, en los leks. Las ruedas son paradas nupciales características, donde el macho muestra el plumaje ventral para demostrar la posición en el grupo y cortejar a la hembra (Figura 25).



Figura 25- Macho realizando la rueda (SEO/ Birdlife)

Las hembras comienzan a visitar a los machos en los leks a finales de marzo. Debido a la alta competencia entre ellos y al complejo sistema de selección sexual, solo un número reducido de machos es seleccionado para reproducirse, fecundando cada uno a varias hembras.

La época de cópula se concentra en el mes de abril. A partir de entonces, los machos se desentienden completamente del proceso reproductivo, siendo la hembra la única responsable de la nidificación, incubación y cría del pollo. La nidificación suele realizarse en zonas alejadas del efecto humano y próximas a los leks. La mayoría de las hembras muestran una alta fidelidad al lugar de nidificación, con variaciones de apenas unas decenas o centenas de metros entre años consecutivos (Alonso y Palacín, 2009). El nido consiste en una simple depresión en el suelo, sin aporte de material vegetal, situado en áreas abiertas con buena visibilidad, pero cierta cobertura herbácea que proporcione discreción.

La puesta suele ser de 1 a 3 huevos, de color verdoso con manchas pardas (Figura 26). La incubación dura entre 21 y 26 días. Si todos los huevos prosperan, nacen de 1 a 3 pollos, que son nidífugos y presentan una elevada mortalidad en los primeros meses de vida. Debido al marcado dimorfismo sexual, evidente desde los primeros días de desarrollo, la mortalidad es mayor en los machos que en las hembras, debido a sus mayores necesidades alimenticias y de cuidado materno (Alonso, J. C., Palacín, C., 2015).



*Figura 26- Nido y huevos avutarda (J. C. Alonso).*

En otoño, como consecuencia de la alta mortalidad, la mayoría de las hembras ya no son acompañadas por crías, debido al bajo éxito reproductivo. El periodo de dependencia materna se extiende entre 6 y 11 meses en los machos, y entre 8 y 15 meses en las hembras (Alonso, J. C., Palacín, C., 2015). Tras separarse de la madre, comienza un periodo de desplazamientos dispersos, durante el cual los machos recorren distancias mayores que las hembras. Finalmente, los machos se establecen como reproductores en leks distintos al natal, mientras que las hembras tienden a permanecer en su lek de origen, lo que favorece un intercambio genético eficiente (Alonso, J. C., Palacín, C., 2015).

### 3.2.7 Amenazas

Se trata de una especie altamente sensible a las perturbaciones y a la degradación del hábitat, debido a su carácter esquivo y a la elevada fidelidad que muestran los machos hacia las zonas de exhibición y las hembras hacia las áreas de nidificación.

Las principales causas de alteración del hábitat incluyen la fragmentación y destrucción de hábitat debido a la intensificación agrícola (concentración de parcelas, eliminación de barbechos y lindes, reducción del mosaico agrícola tradicional y construcción de vallados), la conversión de cultivos de secano a regadío, la proliferación de infraestructuras (como la construcción de granjas solares o parque eólicos), y las molestias derivadas de actividades antrópicas, como la caza y el tránsito de personas y vehículos por caminos y carreteras.

En la actualidad, las poblaciones de avutardas se encuentran muy fragmentadas. La reducción del hábitat útil y el incremento de su fragmentación conllevan un aumento de la deriva genética, lo que disminuye la capacidad adaptativa de las distintas poblaciones y metapoblaciones, poniendo en riesgo su viabilidad a largo plazo.

En cuanto a las causas de mortalidad, la principal de origen no natural es la colisión con tendidos eléctricos, seguida por la caza furtiva y los choques con alambrados. La causa natural más relevante es la depredación de huevos y pollos por parte de zorros y perros.

Todo ello, sumado a la escasa capacidad de colonización de nuevas áreas —incluso cuando presentan características similares a las zonas ocupadas— y tendencia regresiva, representa un desafío significativo para la conservación y el mantenimiento de la especie (Alonso, J. C., Palacín, C., 2015).

### 3.2.8 Estado de conservación.

A nivel global, *Otis tarda* está clasificada como En Peligro de Extinción (EN) A3cd+4cd según la Lista Roja de la UICN (BirdLife International, 2023), principalmente como consecuencia del acusado descenso poblacional observado en los últimos años, asociado a la pérdida de hábitat y a la previsión de que esta tendencia negativa se mantenga en el futuro. En Europa, está listada como Preocupación Menor (LC) (BirdLife International, 2021). En España se encuentra incluida entre las especies legalmente protegidas “en Régimen de Protección Especial”, según el *Real Decreto 139/2011, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas*. Además, cuenta se encuentra protegida mediante la siguiente legislación internacional:

- Anexo I de la Directiva de Aves (*Directiva 2009/147/CE, Directiva 91/294/CEE*).
- Anexo II del *Convenio de Berna*, relativo a la *Conservación de la Vida Silvestre y del Medio Natural en Europa*, en la categoría de “*Estrictamente protegida*”.
- Apéndice II del *Convenio de Bonn*, sobre la *Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres*, que recoge aquellas especies cuya conservación requiere acuerdos internacionales.

### 3.2.9 Medidas de conservación

El estado actual de la avutarda en España hace que su conservación sea esencial. Actualmente, está siendo objeto de diversas medidas de protección, entre las que se incluyen:

- Censo y control de distintas poblaciones.
- Programas de sensibilización y divulgación.
- Prohibición de su caza.
- Mantenimiento del cultivo tradicional.
- Adecuación del tendido eléctrico.

Sin embargo, a pesar de estas medidas, su efectividad está siendo limitada debido a la descoordinación entre las diferentes organizaciones y entidades encargadas de su aplicación. Esta ineficacia también se debe al enfoque erróneo de las actuaciones, con un carácter excesivamente local y disperso.

## 4 Metodología

En este capítulo, se procede a describir la metodología empleada para la estimación de la fragmentación del hábitat de la avutarda en el ámbito de estudio y su variación en el tiempo.

Se analizará la evolución de diferentes índices de fragmentación a lo largo de la serie temporal 2016–2020–2024–2024+. El escenario 2024+ incorpora los nuevos proyectos de plantas solares fotovoltaicas previstos en la zona de estudio. Para ello se emplearán los siguientes programas informáticos:

- ArcGis Pro (Versión 3.5.0): procesamiento de imágenes satelitales y datos geoespaciales en formatos vectorial y ráster.
- QGIS (Versión 3.38.3): apoyo al manejo de datos geoespaciales.
- Fragstats (Versión 4.2): cálculo final de los índices de fragmentación.

El procedimiento constará de las siguientes etapas:

1. Definición de variables que condicionan la selección de hábitat por parte de la avutarda
2. Definición y clasificación de elementos fragmentadores
3. Zonificación del ámbito de estudio
4. Cálculo de índices de fragmentación
5. Análisis de la evolución de los índices de fragmentación

### 4.1 Definición de las variables que condicionan la selección de selección de hábitat

El hábitat óptimo de la avutarda (*Otis tarda*) se localiza principalmente en llanuras cerealistas o paisajes agrícolas en mosaico de cultivo tradicional, caracterizados por la predominancia de cultivos herbáceos, especialmente cereales, acompañados de leguminosas y olivar, en zonas con pendiente baja o moderada.

A partir del análisis de los patrones de uso del espacio por parte de la especie, se han definido las siguientes tres variables como los principales criterios para la selección de hábitat:

- Uso del suelo por el ser humano
- Modalidad de cultivo (secano o regadío)
- Pendiente del terreno

El objetivo es generar a partir de dichas variables cartografía temática en formato ráster, representen el grado de compatibilidad del medio con la presencia de la avutarda. La resolución espacial será de 10 m.

#### **4.1.1 Usos de suelo por el ser humano**

La avutarda, tiende a concentrarse en zonas cerealistas y en mosaicos agrícolas tradicionales.

Para identificar los usos del suelo compatibles con la presencia de la especie dentro del ámbito de estudio, se ha procedido, en primer lugar, a identificar los diferentes usos humanos del suelo, y, en segundo lugar, a evaluar su compatibilidad con la supervivencia y reproducción de la avutarda.

Para la identificación de usos de suelo presente, se ha utilizado el *Mapa de Cultivos y Superficies Naturales de Castilla y León* (ITACyL), correspondiente a cada uno de los años analizados (2016, 2020 y 2024). Esta cartografía, en formato ráster, incluye los distintos tipos de cultivo, así como superficies naturales y artificiales presentes en la comunidad autónoma de Castilla y León. Esta ha sido obtenida mediante la clasificación de imágenes Sentinel2.

El estudio de compatibilidad de los diferentes usos de suelo realizó en base a los siguientes criterios. Para que una cobertura se considere compatible debe de cumplir los tres criterios.

- Criterio 1: cultivos tradicionales cereales, leguminosas, forrajeras, aromáticas, y pastizales.
- Criterio II: no cobertura arbórea (salvo olivar) o arbustiva cerrada.
- Criterio III: regadío.

La Tabla 9 clasifica los diferentes usos de suelo en función de su compatibilidad en base a los criterios I, II y III. Las celdas de las coberturas que cumplen los 3 criterios están coloreadas en verde claro.

Tabla 9- Clasificación de coberturas según los criterios de compatibilidad.

Cobertura	Criterio I	Criterio II	Criterio III
Alfalfa regadio	✓	✓	X
Aromaticas	✓	✓	✓
Cebada regadio	✓	✓	X
Girasol regadio	✓	✓	X
Hortícola	X	✓	X
Otras leguminosas grano	✓	✓	✓
Otros cereales regadio	✓	✓	X
Otros cultivos industriales	X	✓	X
Trigo regadio	✓	✓	X
Adormidera	X	✓	✓
Ajo	X	✓	X
Avena	✓	✓	✓
Cártamo	✓	✓	✓
Castaños	✓	X	✓
Cebolla	X	✓	X
Centeno	✓	✓	✓
Chopos	X	X	✓
Cultivos hortícolas	X	✓	X
Cultivos leñosos abandonados	X	X	✓
Dehesa	X	X	✓
Erial	X	✓	✓
Esparceta	✓	✓	✓
Fotovoltaicas	X	✓	✓
Fresas	X	✓	X
Garbanzos	✓	✓	✓
Judías	✓	✓	X
Lámina de agua	X	✓	✓
Lavanda	✓	✓	✓
Lentejas	✓	✓	✓
Otras Leguminosas	✓	✓	✓
Parques	X	X	✓
Prados siega	X	✓	✓
Puerros	X	✓	X
Veza	✓	✓	✓
Yeros	✓	✓	✓
Zanahoria	X	✓	X
Alfalfa	✓	✓	✓
Áreas pedregosas	X	✓	✓
Cebada	✓	✓	✓
Colza	X	✓	X
Coníferas	X	X	✓
Cultivos forrajeros	✓	✓	X
Fronosas caducifolias	X	X	✓
Fronosas perennifolias	X	X	✓
Frutales	X	X	X
Frutales cáscara	X	X	X
Girasol	✓	✓	✓
Guisante	✓	✓	✓
Maíz	X	✓	X
Matorral	X	X	✓
Olivar	✓	✓	✓
Otros Cereales	✓	✓	✓
Pastizal	✓	✓	✓
Patata	✓	✓	X
Remolacha	X	✓	X
Suelo Desnudo	X	✓	✓
Superficies artificiales	X	✓	✓
Trigo	✓	✓	✓
Viñedo	X	✓	✓

Tras esta clasificación preliminar, y con el fin de determinar la compatibilidad real de cada cobertura seleccionada, se ha realizado un análisis comparativo entre el ciclo productivo de cada cultivo y el ciclo reproductivo de la avutarda. Para ello, se contrastó el periodo comprendido entre la siembra y la recolección de cada cultivo, en base al *Calendario de siembra, recolección y comercialización 2014–2016* (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2021), con las distintas fases del ciclo reproductivo de la especie, evaluando el posible impacto de las labores agrícolas sobre cada etapa reproductiva.

Se ha determinado que los 14 cultivos estudiados son compatibles con el ciclo reproductivo de la avutarda, aunque existe la posibilidad de que se produzcan ciertas perturbaciones (Tabla 10). Estas posibles afecciones serán consideradas en la propuesta de medidas mitigadoras.

Tabla 10- Estudio final de compatibilidad ciclo productivo del cultivo y reproductivo de la avutarda.

Cultivo	Etapa	Calendario												Compatibilidad con periodo reproductivo		Etapa del ciclo reproductivo potencialmente afectado
		ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Periodo	Compatibilidad	
Alfalfa	Siembra (%)		20	30					50					feb-mar; sep	Compatible *	Límite de rueda (marzo)
	Recolección (%)					30	15	15	15	25				may-sep	Compatible *	Incubación y eclosión de los huevos (mayo)
Guisante	Siembra (%)												80	20	Compatible	
	Recolección (%)							60	40					jul-ago	Compatible *	Límite incubación (julio)
Veza	Siembra (%)									40	60			sep-oct	Compatible	
	Recolección (%)							70	30					jul-ago	Compatible *	
Lavanda	Siembra (%)			40	60									mar-abr	Compatible *	Límite rueda (marzo)
	Recolección (%)								100					ago	Compatible	
Trigo	Siembra (%)												80	20	Compatible	
	Recolección (%)							30	70					jul-ago	Compatible *	Límite de presencia en la parcela (julio)
Cebada	Siembra (%)												70	30	Compatible	
	Recolección (%)							50	50					jul-ago	Compatible *	Límite de presencia en la parcela (julio)
Centeno	Siembra (%)									50	50			sep-oct	Compatible	
	Recolección (%)							20	70	10				jul-sep	Compatible *	Límite de presencia en la parcela (julio)
Avena	Siembra (%)									30	70			sep-oct	Compatible	
	Recolección (%)								50	50				ago-sep	Compatible	
Girasol	Siembra (%)				50	50								abr-may	Compatible *	Cópula (abril); nidificación, incubación y eclosión (mayo)
	Recolección (%)									60	40			ago-sep	Compatible	
Garbanzos	Siembra (%)				100									abr	Compatible *	Copula y nidificación (abril)
	Recolección (%)						10	10	80					jul-sep	Compatible *	Límite de presencia en la parcela (julio)
Lentejas	Siembra (%)				100									abr	Compatible *	Cópula y nidificación (abril)
	Recolección (%)						60	40						jul-ago	Compatible *	Límite de presencia en la parcela (julio)
Cártamo	Siembra (%)			30	70									mar-abr	Compatible *	Rueda (marzo); cópula (abril)
	Recolección (%)									20	80			sep-oct	Compatible	
Yeros	Siembra (%)									80	20			sep-oct	Compatible	
	Recolección (%)								100					jul	Compatible *	Límite de presencia en la parcela (julio)
Esparceta	Siembra (%)												100	sep	Compatible	
	Recolección (%)						40	60						jun-jul	Compatible *	Límite incubación y eclosión (junio)

Dentro de los cultivos compatibles, la preferencia por parte de las avutardas no es homogénea, prefiriendo estas los campos de alfalfa, cereal, pastizales y olivar respecto al resto de cultivos. Estos serán considerados cultivos de preferencia, mientras que el resto de cultivos seleccionados serán considerados como compatibles.

Tras conocer las coberturas habitables y de preferencia, se ha procedido a clasificar los usos del suelo en las siguientes 3 categorías:

- Cobertura óptima: incluye los cultivos de preferencia. Corresponde al hábitat tradicional de la especie.
- Cobertura compatible: incluidas en la categoría de compatibles, corresponden a zonas ocupadas por leguminosas de menor preferencia.
- Cobertura incompatible: superficies incompatibles con la reproducción de avutardas. Comprende coberturas como superficies artificiales, áreas pedregosas,

zonas con cobertura arbórea y cultivos intensivos, principalmente de regadío, no incluidos en las dos categorías anteriores, como los hortícolas o industriales.

La obtención de la capa en formato ráster, de la distribución de coberturas se ha realizado con el programa ArcGis Pro. Se ha obtenido mediante la reclasificación de los valores de cobertura en las categorías de cobertura óptima, compatible e incompatible, quedando con los siguientes códigos (Tabla 11).

*Tabla 11- Codificación de las categorías de la variable usos de suelo.*

<b>Usos de suelo</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
1	Cobertura óptima
2	Cobertura compatible
3	Cobertura incompatible

La Tabla 12 muestra la clasificación individual de cada cultivo en las 3 categorías de cobertura. Vienen representadas mediante los colores verde (óptima), amarillo (compatible) y gris (incompatible).

Tabla 12- Clasificación usos de suelo en las categorías de cobertura óptima, compatible e incompatible.

Cobertura	Clasificación (óptima (1)/ compatible (2)/ incompatible (3))
Alfalfa regadio	3
Aromáticas	2
Cebada regadio	3
Girasol regadio	3
Hortícola	3
Otras leguminosas grano	2
Otros cereales regadio	3
Otros cultivos industriales	3
Trigo regadio	3
Adormidera	3
Ajo	3
Avena	1
Cártamo	2
Castaños	3
Cebolla	3
Centeno	1
Chopos	3
Cultivos hortícolas	3
Cultivos leñosos abandonados	3
Dehesa	3
Erial	3
Esparceta	2
Fotovoltaicas	3
Fresas	3
Garbanzos	2
Judías	3
Lámina de agua	3
Lavanda	2
Lentejas	2
Otras Leguminosas	2
Parques	3
Prados siega	3
Puerros	3
Veza	2
Yeros	2
Zanahoria	3
Alfalfa	1
Areas pedregosas	3
Cebada	1
Colza	3
Coníferas	3
Cultivos forrajeros	3
Fronosas caducifolias	3
Fronosas perennifolias	3
Frutales	3
Frutales cáscara	3
Girasol	1
Guisante	2
Maíz	3
Matorral	3
Olivar	1
Otros Cereales	1
Pastizal	1
Patata	2
Remolacha	2
Suelo Desnudo	2
Superficies artificiales	2
Trigo	1
Viñedo	3

#### 4.1.2 Modalidad de cultivo (secano/ regadío)

Las zonas de preferencia de la avutarda son los campos agrícolas gestionados mediante sistemas tradicionales. La intensificación agrícola, junto con la transición del cultivo en secano al regadío, constituyen las dos causas principales de destrucción de su hábitat.

Se busca obtener una capa en formato ráster de categorización binaria de las zonas de regadío y secano dentro del ámbito de estudio para los distintos años analizados, asignando los valores 10 y 20, respectivamente (Tabla 13). Para ello, se han empleado procedimientos distintos según el año de análisis, debido a la diversidad en las fuentes de información.

Tabla 13- Codificación de las categorías de la variable modalidad de cultivo.

Modalidad de cultivo	
Código	Descripción
10	Secano
20	Regadío

#### Año 2016

La estimación del regadío se ha realizado en base al *Mapa de Cultivos y Superficies Naturales de Castilla y León en 2016* (ITACyL, 2017). Se han reclasificado las diferentes coberturas presentes en dos categorías, secano y regadío, dando como resultado imagen ráster binaria.

Se trata de una estimación bastante precisa, siendo su resultado muy similar al *Mapa Binario de Regadío efectivo en Castilla y León en 2020, 2021 o 2022*, propuesto por la Junta de Castilla y León.

La Tabla 14 recoge la clasificación de coberturas en las categorías de secano y regadío.

Tabla 14- Clasificación de las coberturas en secano y regadío.

Cobertura	Clasificación (secano (10)/ regadío (20))
Alfalfa	10
Alfalfa regadío	20
Áreas pedregosas	10
Aromáticas	10
Cebada	10
Cebada regadío	20
Colza	10
Coníferas	10
Forrajeras	10
Fronosas caducifolias	10
Fronosas perennifolias	10
Frutales	20
Frutales cáscara	20
Girasol	10
Girasol regadío	20
Guisantes	10
Hortícola	20
Lámina agua	20
Maíz	20
Matorral	10
Olivar	10
Otras leguminosas grano	10
Otros cereales	10
Otros cereales regadío	20
Otros cultivos industriales	20
Pastizal	10
Patatas	20
Remolacha	20
Suelo desnudo	10
Superficies artificiales	10
Trigo	10
Trigo regadío	20
Viñedo	20

### Año 2020

Para el año 2020, se ha utilizado el *Mapa Binario de Regadío efectivo en Castilla y León en 2020 (ITACyL, 2021)*, publicado por la junta de Castilla y León. Se trata de una cartografía en formato ráster y resolución espacial de 10 m, que clasifica su superficie en secano y regadío efectivo.

Solo requiere de reclasificación para adecuar la codificación de la capa.

### Año 2024

Para el año 2024, al no contar con las fuentes de información utilizadas en los años anteriores, se ha recurrido a la cartografía de parcelas agrícolas, obtenida mediante la descarga municipio por municipio a través del complemento *SIGPAC Downloader* en el programa QGIS. Esta cartografía, en formato vectorial y con geometría de tipo polígono,

incluye el campo *coef\_regadio*, que indica el coeficiente de regadío asociado a cada parcela para el año 2024. Este presenta valores porcentuales entre 0 y 100, donde 0 corresponde a parcelas gestionadas en condiciones de secano y 100 a parcelas con riego total. Los valores intermedios reflejan situaciones mixtas, como la presencia de zonas en barbecho o la combinación de cultivos en regadío y secano dentro de la misma parcela.

Esta información fue procesada en ArcGIS Pro utilizando el módulo *ModelBuilder*. En primer lugar, las capas vectoriales correspondientes a cada municipio se unieron mediante la herramienta *Merge*. Posteriormente, se rasterizaron con la herramienta *Polygon to Raster*, empleando como campo de prioridad el coeficiente de regadío. Finalmente, se reclasificaron mediante la herramienta *Reclassify* para obtener una capa ráster binaria que representa la distribución del regadío y el secano en el ámbito de estudio.

Se ha establecido que las parcelas con un coeficiente de regadío superior al 50 % se clasifiquen como regadío real, mientras que aquellas con un valor igual o inferior se consideren como secano. Esta decisión tiene como objetivo evitar la sobreestimación de las superficies de regadío frente a las de secano.

#### 4.1.3 Pendiente del terreno

Las avutardas habitan preferentemente en campos abiertos con pendientes bajas o moderadas, evitando zonas con pendientes pronunciadas que limitan su movilidad y capacidad de detección de depredadores.

Para determinar las zonas de pendiente favorable dentro del área de estudio, se ha utilizado el *Modelo Digital del Terreno de Segunda Cobertura (MDT02)* del Instituto Geográfico Nacional (IGN, 2015), correspondiente al periodo 2015-actualidad, con paso de malla de 2 metros. A partir de este modelo se ha generado una capa en formato ráster de pendientes, clasificada en tres categorías según su compatibilidad con la especie:

- Pendiente óptima (0–5 %): pendiente ideal para la habitabilidad de la avutarda.
- Pendiente compatible (5–10 %): pendiente admisible para la especie, aunque con menor preferencia.
- Pendiente incompatible (>10 %): pendiente desfavorable, evitada por la especie debido a sus limitaciones ecológicas.

Cabe destacar que se asume que la pendiente del terreno permanece constante durante los diferentes años del estudio. La codificación de las categorías de pendiente se muestra en la Tabla 15.

Tabla 15- Codificación de las categorías de la variable pendiente.

Pendiente	
Código	Descripción
100	Pendiente óptima
200	Pendiente compatible
300	Pendiente incompatible

## 4.2 Definición y clasificación de elementos fragmentadores

Las avutardas son aves principalmente terrestres, con hábitos caminadores. Solo vuelan cuando se sienten amenazadas, ya que tienen gran capacidad para desplazarse rápidamente a pie. Los elementos fragmentadores, son aquellos que limitan la conectividad de su hábitat y poblaciones. Estos se encuentran recogidos en 2 categorías:

- Elementos de restricción de paso: aquellas infraestructuras que no evitan el paso de la avutarda, pero si lo dificultan.
- Elementos fragmentadores permanentes: aquellos elementos o infraestructuras que imposibilitan el paso de las avutardas.

Se pretende obtener cartografía en formato ráster que divida el ámbito en las siguientes categorías:

- Zonas sin presencia de elementos fragmentadores.
- Zonas de restricción de paso: presencia únicamente de elementos de restricción de paso.
- Zonas de fragmentación permanente: presencia de elementos fragmentadores permanentes o elementos de restricción de paso y fragmentadores permanentes.

Los valores asignados a cada una de ellas vienen recogidos en la Tabla 16.

Tabla 16- Codificación de las categorías de área con presencia de elementos fragmentadores.

Elementos fragmentadores	
Código	Descripción
0	Sin presencia de elementos fragmentadores
40	Áreas de restricción de paso
50	Áreas de fragmentación permanente

La obtención de la imagen ráster objetivo se realizará utilizando el programa ArcGIS Pro, mediante superposición de las capas compuestas por los elementos de restricción de paso, y los elementos fragmentadores permanentes. Estos valores variarán a lo largo de los años de estudio, debido a la construcción de nuevos parques eólicos y fotovoltaicos desde el año 2016.

### 4.2.1 Elementos de restricción de paso

Se definen como aquellos elementos o infraestructuras que evitan o dificultan, pero no impiden completamente, el paso de la avutarda. En esta categoría se incluyen las infraestructuras lineales sin vallado perimetral que presentan tránsito de vehículos o peatones.

Para determinar las zonas de restricción de paso, se ha seguido el siguiente procedimiento:

En primer lugar, se ha realizado la selección de elementos de restricción de paso. Se han seleccionado diferentes elementos incluidos en la Base Topográfica Nacional del Instituto Geográfico Nacional, en base al criterio del autor del estudio. Los elementos seleccionados junto con su tipología de geometría se recogen en la Tabla 17.

Tabla 17- Selección de elementos de restricción de paso.

Elemento	Geometría (Punto/ Línea/ Polígono)
Cortafuegos	Línea
Carretera	Línea
Urbana	Línea
Camino	Línea
Senda	Línea
Carril bici	Línea
Itinerario	Línea

En segundo lugar, se procede a la determinación del radio de influencia de cada elemento. Se ha estimado su radio de influencia en base a su tamaño y nivel de tránsito (Tabla 18).

Tabla 18- Radio de influencia elementos de restricción de paso.

Elemento	Radio de influencia (m)
Cortafuegos	5
Carretera	10
Urbana	5
Camino	5
Senda	5
Carril bici	5
Itinerario	5

En tercer lugar, y a partir del radio de influencia se construye el área buffer o zona de influencia. Se genera un polígono de anchura igual al doble del radio de influencia fijado.

Tras la obtención de las zonas de influencia de cada elemento, se procede su unión, para posteriormente ser rasterizada, dando como resultado una imagen ráster que incluye todas las zonas buffer. Finalmente se reclasifica los valores de la imagen para que estos queden codificados según la Tabla 19.

Tabla 19- Codificación imagen ráster de elementos de restricción de paso.

Elementos de restricción de paso	
Código	Descripción
0	Sin presencia de elementos fragmentadores
40	Áreas de restricción de paso

#### 4.2.2 Elementos fragmentadores permanentes

Se definen como elementos o infraestructuras que impiden de forma permanente el paso de la avutarda aquellos que presentan una ocupación fija y continua del territorio. En esta categoría se incluyen infraestructuras urbanas o edificaciones permanentes, instalaciones industriales o de servicios, infraestructuras de transporte y comunicación, instalaciones recreativas y deportivas, construcciones energéticas aisladas, construcciones hidrográficas o elementos naturales artificializados, así como infraestructuras lineales con vallado perimetral.

Para su detección se han utilizado las siguientes fuentes cartográficas:

- Base Topográfica Nacional (escala: 1:2.000 – 1:25.000) (IGN)
- Parques eólicos activos (escala 1:100.000) (MITECO).
- Superficie ocupada por nuevos parques solares fotovoltaicos (Catastro).

Toda la cartografía se encuentra en formato vectorial, con geometría tipo línea, punto o polígono.

El procedimiento para la determinación de las áreas de fragmentación permanente será similar al aplicado en las áreas de restricción de paso.

En primer lugar, se seleccionarán los elementos con geometría tipo línea y punto. Para cada uno de ellos se definirá un radio de influencia y se generará la correspondiente zona buffer. La Tabla 20 muestra los elementos seleccionados, su fuente de información y el radio de influencia asignado.

*Tabla 20- Selección de elementos causantes de fragmentación permanente con geometría tipo punto y línea.*

<b>Nombre</b>	<b>Geometría (Punto/ Línea)</b>	<b>Fuente</b>	<b>Radio de influencia (m)</b>
Cerramiento	Línea	BTN	5
Presa	Línea	BTN	5
Ferrocarril alta velocidad	Línea	BTN	15
Ferrocarril convencional	Línea	BTN	10
Torre de alta tensión	Punto	BTN	15
Parques eólicos activos	Punto	MITECO	40

En segundo lugar, se seleccionarán los elementos con geometría tipo polígono. Al tener ya su área de influencia definida por su propia superficie, no será necesario generar una zona buffer. La Tabla 21 recoge la selección de elementos de geometría tipo polígono junto con su fuente.

Tabla 21- Selección de elementos causantes de fragmentación permanente con geometría tipo polígono.

Nombre	Geometría	Fuente
Río	Polígono	IGN
Cauce artificial	Polígono	IGN
Laguna	Polígono	IGN
Almacenamiento de agua	Polígono	IGN
Entidad de población	Polígono	IGN
Agrupación de edificios	Polígono	IGN
Edificación	Polígono	IGN
Instalación industrial	Polígono	IGN
Edificio religioso	Polígono	IGN
Molino	Polígono	IGN
Cementerio	Polígono	IGN
Explotación minera	Polígono	IGN
Construcción histórica	Polígono	IGN
Yacimiento arqueológico	Polígono	IGN
Zona verde	Polígono	IGN
Instalación deportiva	Polígono	IGN
Instalación recreativa	Polígono	IGN
Construcción hidrográfica	Polígono	IGN
Almacén de residuos	Polígono	IGN
Depósito general	Polígono	IGN
Infraestructura de transporte	Polígono	IGN
Estación de ferrocarril	Polígono	IGN
Central eléctrica	Polígono	IGN
Transformación eléctrica	Polígono	IGN
Parques fotovoltaicos activos	Polígono	MITECO
PSF Grijota I	Polígono	Catastro
PSF Grijota II	Polígono	Catastro
PSF Grijota III	Polígono	Catastro
PSF Grijota IV	Polígono	Catastro
PSF Grijota V	Polígono	Catastro
PSF Grijota VI	Polígono	Catastro
PSF Almendro Solar	Polígono	Catastro

Finalmente, se unirán las zonas buffer de los elementos tipo línea y punto con los elementos tipo polígono. El resultado se rasterizará y se reclasificará según el código indicado en la Tabla 22.

Tabla 22- Codificación imagen ráster de elementos de fragmentación permanente.

Elementos fragmentadores permanentes	
Código	Descripción
0	Sin presencia de elementos fragmentadores
50	Áreas de fragmentación permanente

Cabe señalar que los elementos fragmentadores permanentes pueden variar a lo largo del periodo estudiado. Mientras que los elementos incluidos en la BTN se mantienen constantes, la presencia de parques eólicos y solares se modifica en función de su año de construcción. La Tabla 23 recoge el año en el que se incluirán las diferentes infraestructuras energéticas.

Tabla 23- Año de incorporación de las infraestructuras energéticas al análisis. Notas: Las siglas PE y PSF corresponden a parque eólico y parque solar fotovoltaico, respectivamente.

Elemento	Infraestructura	Año de incorporación al análisis
Grijota	PE	2016
Becerril	PE	2016
Alto del Pocillo	PE	2016
Las Canteras	PE	2016
Monte de Villajimena	PE	2016
Becerril II	PE	2024
PSF Grijota I	PSF	2024+
PSF Grijota II	PSF	2024+
PSF Grijota III	PSF	2024+
PSF Grijota IV	PSF	2024+
PSF Grijota V	PSF	2024+
PSF Grijota VI	PSF	2024+
PSF Almendro Solar	PSF	2024+

### 4.3 Zonificación del ámbito

Tras la definición de variables de selección de hábitat y elementos fragmentadores, estos servirán para estudiar la superficie y distribución de las áreas compatibles con la avutarda. Para ello se va a seguir los siguientes pasos:

1. Zonificación preliminar del ámbito.
2. Integración de elementos fragmentadores.

Este proceso será realizado para cada uno de los años de estudio.

#### 4.3.1 Zonificación preliminar del ámbito

Se pretende sectorizar el ámbito en las 3 siguientes zonas, teniendo solo en cuenta las variables de selección de hábitat:

1. Zonas óptimas: se trata de las zonas de preferencia por parte de las avutardas. Son zonas que presentan usos de suelo óptimos, cultivados en secano junto con una pendiente baja.
2. Zonas habitables: se trata de zonas compatibles con la habitabilidad de las avutardas, aunque presente características no óptimas para su presencia. Incluye zonas en secano, que presentan un uso de suelo óptimo junto con pendiente moderada, un uso de suelo compatible y una pendiente baja o, un uso de suelo compatible y una pendiente moderada.
3. Zonas no habitables: son zonas no compatibles debido a presencia de suelo incompatible, producción en condiciones de regadío o pendiente elevada.

Mediante la superposición de las variables, se obtendrá la distribución las zonas óptimas, habitables y no habitables en el ámbito. El proceso será realizado con ArcGis Pro. Se utilizará la herramienta *Raster calculator*, y se sumaran los valores presentes en las capas correspondientes a las diferentes variables (Tabla 24).

Tabla 24- - Valores de las categorías presentes en las capas ráster de las variables uso de suelos, modalidad de riego y pendientes.

Usos de suelo	
Código	Descripción
1	Cobertura óptima
2	Cobertura compatible
3	Cobertura incompatible
Modalidad de cultivo	
10	Secano
20	Regadío
Pendiente	
100	Pendiente óptima
200	Pendiente compatible
300	Pendiente incompatible

Tras la suma de los diferentes valores, se obtienen diferentes códigos que serán reclasificados. Los diferentes códigos resultantes, junto a la correspondiente zona a la que corresponde viene recogido en la Tabla 25. El color verde representa las zonas óptimas, el amarillo las zonas habitables y el gris las no habitables. Finalmente, para corregir los valores atípicos o celdas aisladas, se aplicará dos filtros de mayoría.

Tabla 25- Clasificación de códigos obtenidos tras superposición de variables de selección de hábitat.

Código	Descripción			Preliminar	
	Uso de suelo	Modalidad de cultivo	Pendiente	Código	Zona
111	(1) Cobertura óptima	(10) Secano	(100) Pendiente óptima	1	Óptima
112	(2) Cobertura compatible	(10) Secano	(100) Pendiente óptima	2	Habitable
113	(3) Cobertura incompatible	(10) Secano	(100) Pendiente óptima	3	No habitable
121	(1) Cobertura óptima	(20) Regadío	(100) Pendiente óptima	3	No habitable
122	(2) Cobertura compatible	(20) Regadío	(100) Pendiente óptima	3	No habitable
123	(3) Cobertura incompatible	(20) Regadío	(100) Pendiente óptima	3	No habitable
211	(1) Cobertura óptima	(10) Secano	(200) Pendiente compatible	2	Habitable
212	(2) Cobertura compatible	(10) Secano	(200) Pendiente compatible	2	Habitable
213	(3) Cobertura incompatible	(10) Secano	(200) Pendiente compatible	3	No habitable
221	(1) Cobertura óptima	(20) Regadío	(200) Pendiente compatible	3	No habitable
222	(2) Cobertura compatible	(20) Regadío	(200) Pendiente compatible	3	No habitable
223	(3) Cobertura incompatible	(20) Regadío	(200) Pendiente compatible	3	No habitable
311	(1) Cobertura óptima	(10) Secano	(300) Pendiente incompatible	3	No habitable
312	(2) Cobertura compatible	(10) Secano	(300) Pendiente incompatible	3	No habitable
313	(3) Cobertura incompatible	(10) Secano	(300) Pendiente incompatible	3	No habitable
321	(1) Cobertura óptima	(20) Regadío	(300) Pendiente incompatible	3	No habitable
322	(2) Cobertura compatible	(20) Regadío	(300) Pendiente incompatible	3	No habitable
323	(3) Cobertura incompatible	(20) Regadío	(300) Pendiente incompatible	3	No habitable

### 4.3.2 Integración de los elementos fragmentadores

Tras la división del ámbito, se procede a incluir/ integrar los elementos fragmentadores. Se utilizará un procedimiento similar a la zonificación preliminar. Los elementos fragmentadores solo afectarán a las zonas óptimas y habitables.

Se procederá a la superposición de la capa zonificación preliminar y elementos fragmentadores, mediante su suma de sus valores (Tabla 26).

Tabla 26- Valores categorías capas ráster zonificación preliminar y elementos fragmentadores.

Zonificación preliminar	
Código	Descripción
1	Zonas óptimas
2	Zonas habitables
3	Zonas no habitables
Elementos fragmentadores	
0	Sin presencia de elementos fragmentadores
40	Áreas de restricción de paso
50	Áreas de fragmentación permanente

Los resultados obtenidos (Tabla 27), se someten a reclasificación, quedando finalmente el ámbito dividido en 5 categorías:

- Zonas óptimas: se trata de las zonas de preferencia por parte de las avutardas
- Zonas habitables: espacios compatibles con la habitabilidad de la avutarda.
- Zonas no habitables: zonas incompatibles con la habitabilidad de la avutarda.
- Zonas de restricción de paso: zonas potencialmente óptimas o habitables, que presentan elementos de restricción de paso.
- Zonas de fragmentación permanente. Zonas potencialmente óptimas o habitables, que se encuentran ocupadas por elementos fragmentadores permanentes.

Tabla 27- Categorías de la zonificación del ámbito de estudio.

Código	Descripción		Final	
	Zonificación preliminar	Elementos fragmentadores	Código	Zona
1	(1) Cobertura óptima	(0) Sin elementos fragmentadores	1	Óptima
2	(2) Cobertura compatible	(0) Sin elementos fragmentadores	2	Habitable
3	(3) Cobertura incompatible	(0) Sin elementos fragmentadores	3	No habitable
41	(1) Cobertura óptima	(40) Elementos de restricción de paso	4	Restricción de paso
42	(2) Cobertura compatible	(40) Elementos de restricción de paso	4	Restricción de paso
43	(3) Cobertura incompatible	(40) Elementos de restricción de paso	3	No habitable
51	(1) Cobertura óptima	(50) Elementos fragmentadores permanentes	5	Fragmentación permanente
52	(2) Cobertura compatible	(50) Elementos fragmentadores permanentes	5	Fragmentación permanente
53	(3) Cobertura incompatible	(50) Elementos fragmentadores permanentes	3	No habitable

#### 4.4 Cálculo de índices de fragmentación

Tras la zonificación del ámbito de estudio, se pretende analizar la evolución del estado de fragmentación, mediante el cálculo de índices de fragmentación, con el objetivo de determinar el impacto potencial que tendrá la construcción de los nuevos parques solares fotovoltaicos.

Para ello, se ha utilizado el programa Fragstats, un software especializado en el cálculo de diferentes métricas que permiten evaluar la heterogeneidad espacial de un área delimitada. Estas métricas pueden clasificarse en dos grandes grupos:

- Estructurales: analizan la estructura del paisaje sin tener en consideración ningún proceso u organismo ecológico concreto.

- Funcionales: analizan la estructura del paisaje considerando su importancia funcional para el proceso u organismo a estudiar.

Las métricas pueden analizarse a tres niveles: parche, clase y paisaje. Un parche o polígono se define como un grupo de celdas contiguas que pertenecen a la misma categoría. Una clase corresponde al conjunto de todos los parches que comparten esa categoría. Las distintas clases identificadas en el análisis coinciden con las categorías establecidas en la zonificación inicial. El paisaje se entiende como la totalidad del área de estudio, considerada como una única unidad espacial.

Previo a la selección de los índices, se ha procedido a la configuración del modelo en Fragstats. Se han introducido las capas a estudiar en formato ráster, correspondientes a la zonificación de los años 2016, 2020, 2024 y 2024+ (esta última incluye la incorporación de parques solares), junto con los siguientes elementos, cuyos valores y coeficientes han sido definidos por el autor del estudio.

- Matriz de contraste de bordes: aplica un coeficiente que representa el grado de diferenciación entre clases. Su valor varía entre 0 y 1, donde 0 indica ausencia de diferencia y 1 diferencia máxima. La Tabla 28 presenta la matriz de contraste utilizada.

Tabla 28- Matriz de contraste entre zonas. Notas: los encabezados de filas y columnas hacen referencia a las categorías de la zonificación: zonas óptimas (1); zonas habitables (2); zonas no habitables (3); zonas de restricción de paso (4); zonas de fragmentación permanente (5).

	1	2	3	4	5
1	0	0,2	0,6	0,8	1
2	0,2	0	0,5	0,7	1
3	0,6	0,5	0	0,7	1
4	0,8	0,7	0,7	0	1
5	1	1	1	1	0

- Matriz de profundidad de borde: establece el valor de profundidad del borde entre clases, expresado en metros (Tabla 29).

Tabla 29- Matriz de profundidad de bordes. Notas: los encabezados de filas y columnas hacen referencia a las categorías de la zonificación: zonas óptimas (1); zonas habitables (2); zonas no habitables (3); zonas de restricción de paso (4); zonas de fragmentación permanente (5).

	1	2	3	4	5
1	0	0	5	20	30
2	0	0	5	20	30
3	5	5	0	0	0
4	20	20	0	0	0
5	30	30	0	0	0

- Matriz de similitud: define el grado de similitud entre categorías. Su rango también oscila entre 0 (similitud nula) y 1 (similitud total). Los valores se presentan en la Tabla 30.

Tabla 30- Matriz de similitud entre zonas. Notas: los encabezados de filas y columnas hacen referencia a las categorías de la zonificación: zonas óptimas (1); zonas habitables (2); zonas no habitables (3); zonas de restricción de paso (4); zonas de fragmentación permanente (5).

	1	2	3	4	5
1	1	0,8	0,2	0,5	0
2	0,8	1	0,2	0,5	0
3	0,2	0,2	1	0	0
4	0,5	0,5	0	1	0
5	0	0	0	0	1

Se han seleccionado índices para analizar los siguientes aspectos estructurales del área de estudio, a nivel de clase:

- Área y borde
- Forma
- Área interior
- Contraste
- Agregación

#### Área y borde

- Área total (CA): cuantifica la superficie total ocupada por cada clase dentro del paisaje, expresada en ha.
- Índice parche de mayor tamaño (LPI): expresa, en porcentaje, la proporción del paisaje ocupada por el parche más extenso dentro de cada clase. Un valor elevado de LPI indica baja fragmentación, al reflejar el dominio espacial de un único parche de gran tamaño dentro del paisaje. Asimismo, valores bajos de LPI evidencian una mayor fragmentación del hábitat.

#### Forma

- Dimensión fractal perímetro-área (PAFRAC): utilizado para medir la complejidad de la forma de los parches de una clase del paisaje, cuantificando la relación entre el perímetro y el área.  
Es un índice adimensional cuyos valores oscilan entre 1 y 2.  
Valores cercanos a 1 indican formas simples y compactas, mientras que valores cercanos a 2 reflejan una mayor complejidad e irregularidad en los bordes de los parches.

#### Área interior

- Área interior total (TCA): indica el área total efectiva sin efecto borde o zona interior en ha. Cuanto mayor sea la fragmentación, mayor será la reducción superficie efectiva respecto al área total.

- ii) Número de áreas núcleo disyuntas (NDCA): indica el número de núcleos o parches separados sin conexión directa. Existe correlación positiva entre el número de núcleos independientes y el grado de fragmentación.

### **Contraste**

- i) Densidad de bordes ponderada por contraste (CWED): expresa la densidad de bordes ponderada por el contraste entre coberturas. Se calcula mediante la suma de las longitudes (en m) de cada segmento de borde asociado al tipo de parche correspondiente, multiplicada por el peso de contraste respectivo, fijado en la matriz de contraste, y dividida entre el área total de la clase (ha). Expresado en m/ha, una alta CWED indica más bordes con alto contraste, reflejo de una fragmentación intensa.
- ii) Índice de contraste total de bordes (TECI): expresado en porcentaje, indica la proporción de borde total que presenta alto contraste. Valores altos reflejan mayor fragmentación del territorio.

### **Agregación**

- i) Distancia Euclidiana al Vecino Más Cercano (ENN): mide la mínima distancia en línea recta al parche más cercano de la misma clase. Expresada en m, a mayor valor, mayor grado de aislamiento mostrarán los parches de cada clase.

## **4.5 Análisis de la evolución**

Se analizará la evolución temporal de los índices seleccionados para determinar cómo ha variado la fragmentación del paisaje entre 2016 y el escenario 2024+, siguiendo la serie temporal.

Este análisis permitirá entender la tendencia de la zona y cuantificar el impacto potencial de la construcción de los nuevos parques solares fotovoltaicos.

## **5 Resultados**

En este apartado, se presentan los resultados obtenidos a partir de la metodología previamente descrita. Estos han sido organizados y analizados con el objetivo de facilitar su interpretación.

### **5.1 Evolución de las variables de selección de hábitat**

Para interpretar adecuadamente la zonificación del ámbito y el estado de fragmentación del territorio, es necesario comprender cómo han evolucionado las variables asociadas a la selección de hábitat por parte de la avutarda. En este punto se analiza dicha evolución en los años 2016, 2020 y 2024, excluyéndose la situación proyectada de 2024+.

#### **5.1.1 Usos de suelo por el ser humano**

La variable usos de suelo hace referencia a las distintas coberturas presentes en el ámbito de estudio.

Se trata de una zona principalmente agrícola, aunque con presencia de vegetación natural. La Figura 27 muestra la evolución de las coberturas según su compatibilidad con la avutarda.

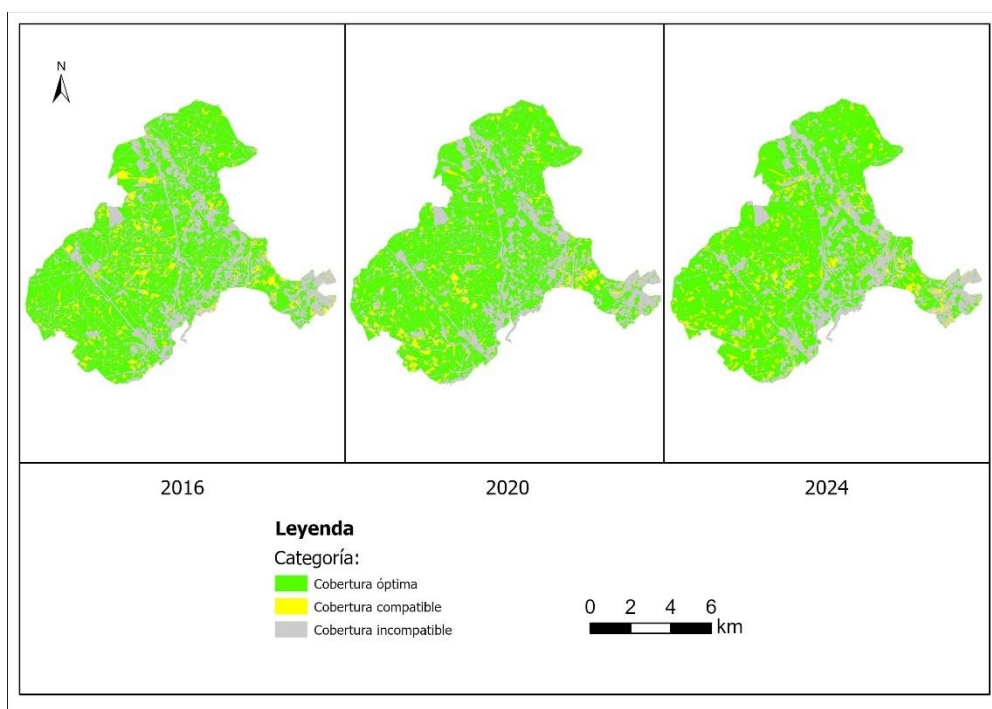


Figura 27- Evolución de la distribución de las categorías de coberturas según su compatibilidad con la avutarda (2016-2024). Sistema de referencia: ETRS89 UTM Zona 30N. Elaboración propia.

En los tres años analizados, el área de estudio está mayoritariamente ocupada por usos de suelo óptimos, correspondientes a la categoría de cobertura óptima. Se aprecian ligeras variaciones en las coberturas compatibles, probablemente debidas a la rotación de cultivos. Las coberturas incompatibles se mantienen relativamente estables.

Para una visión más detallada, la Tabla 31 recoge la extensión de cada tipo de cobertura junto con su proporción respecto al total.

Tabla 31- Superficie y proporción de coberturas óptimas, compatibles e incompatibles (2016–2024).

Categoría	Superficie (ha)			Proporción respecto al total (%)		
	2016	2020	2024	2016	2020	2024
Cobertura óptima	19.548	20.123	20.113	65	67	67
Cobertura compatible	2.118	1.847	2.546	7	6	8
Cobertura incompatible	8.326	8.021	7.332	28	27	24

En términos generales, no se observan cambios drásticos en la ocupación del territorio. La tendencia es positiva en las coberturas óptimas y compatibles, con aumentos de 565 ha y 428 ha, respectivamente, entre 2016 y 2024. Por el contrario, la cobertura incompatible disminuye en 993 ha.

La categoría mayoritaria (cobertura óptima), incluye diferentes usos de suelo cuya presencia varía en el tiempo. La evolución de estos se detalla numéricamente en la Tabla 32 y de forma gráfica en la Figura 28.

Tabla 32- - Evolución superficie ocupada por usos de suelo óptimos (2016-2024).

Cobertura	Superficie total (ha)		
	2016	2020	2024
Alfalfa	4.339	3.596	3.520
Trigo	6.424	7.473	6.944
Cebada	4.121	5.351	4.037
Otros cereales	1.981	1.053	1.675
Girasol	1.534	1.604	3.441
Pastizal	1.147	1.043	496
Olivar	2	3	1

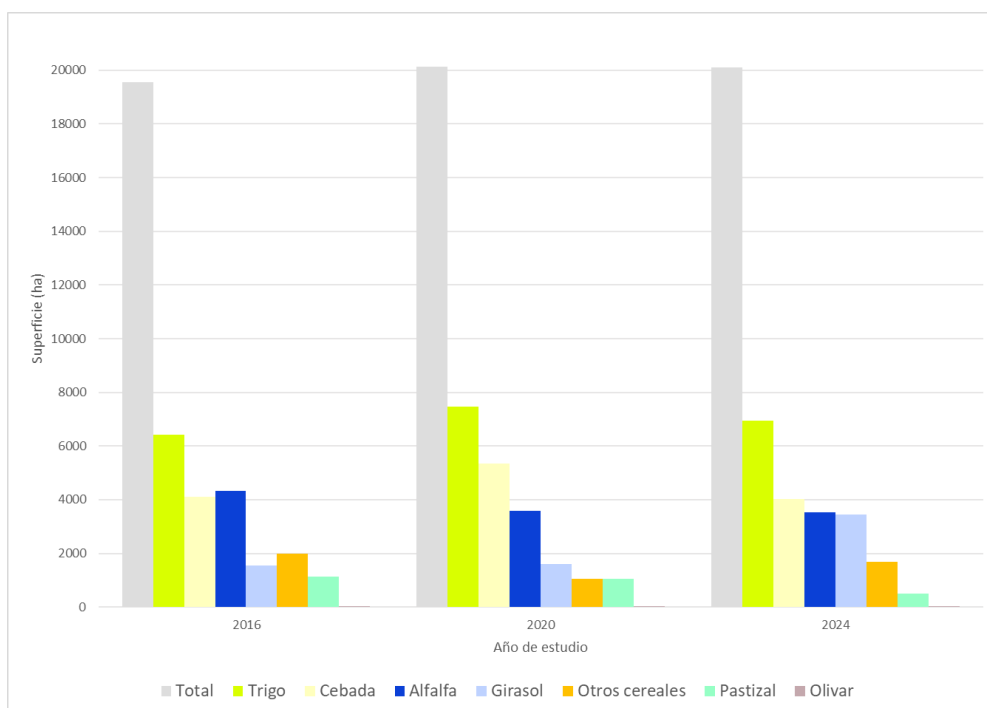


Figura 28- Evolución de la superficie de usos de suelo óptimos (2016-2024).

La evolución de las coberturas óptimas muestra un patrón dinámico entre los distintos cultivos analizados. Se identifican las siguientes tendencias:

- Trigo: registra un incremento notable entre 2016 (6.424 ha) y 2020 (7.473 ha), seguido de una ligera reducción en 2024 (6.944 ha). Aun así, se mantiene como el cultivo mayoritario dentro de las coberturas óptimas.
- Cebada: muestra una trayectoria creciente entre 2016 y 2020, donde alcanza su valor máximo, aunque desciende ligeramente en 2024. Aun con esta bajada, se mantiene por encima del valor inicial.
- Alfalfa: experimenta una clara disminución entre 2016 y 2020, seguida de una recuperación en 2024, donde vuelve a valores cercanos al nivel inicial.
- Girasol: presenta una expansión muy significativa, duplicando prácticamente su superficie entre 2016 y 2024.

- Otros cereales (avena y centeno): reducen su superficie de forma abrupta entre 2016 (1.981 ha) y 2020 (1.053 ha), aunque en 2024 (1.675 ha) muestran una recuperación parcial
- Pastizal (único tipo de cobertura natural): única cobertura natural clasificada como óptima, sigue una tendencia claramente regresiva. Pasa de 1.147 ha en 2016 a tan solo 496 ha en 2024, lo que implica una pérdida de más del 50 %.
- Olivar: mantiene una presencia muy baja a lo largo del periodo, sin mostrar una tendencia clara.

Su distribución a lo largo del periodo de estudio se representa en la Figura 29. Estos se encuentran repartidos de forma generalizada por el territorio, por lo que no se pueden individualizar cambios con claridad.

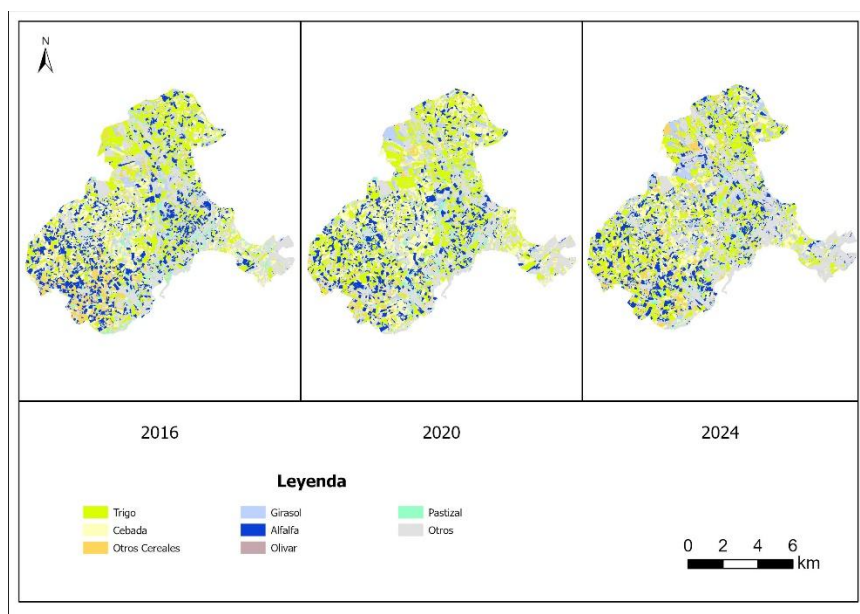


Figura 29- Distribución de cultivos y usos de suelo óptimos (2016-2024) (Junta de Castilla y León). Sistema de referencia: ETRS89 UTM Zona 30N. Elaboración propia.

### 5.1.2 Modalidad de cultivo

La modalidad de cultivo distingue entre la superficie dedicada al cultivo en condiciones de regadío y secano. Se han generado mapas binarios de su distribución, cuya evolución puede observarse en la Figura 30.

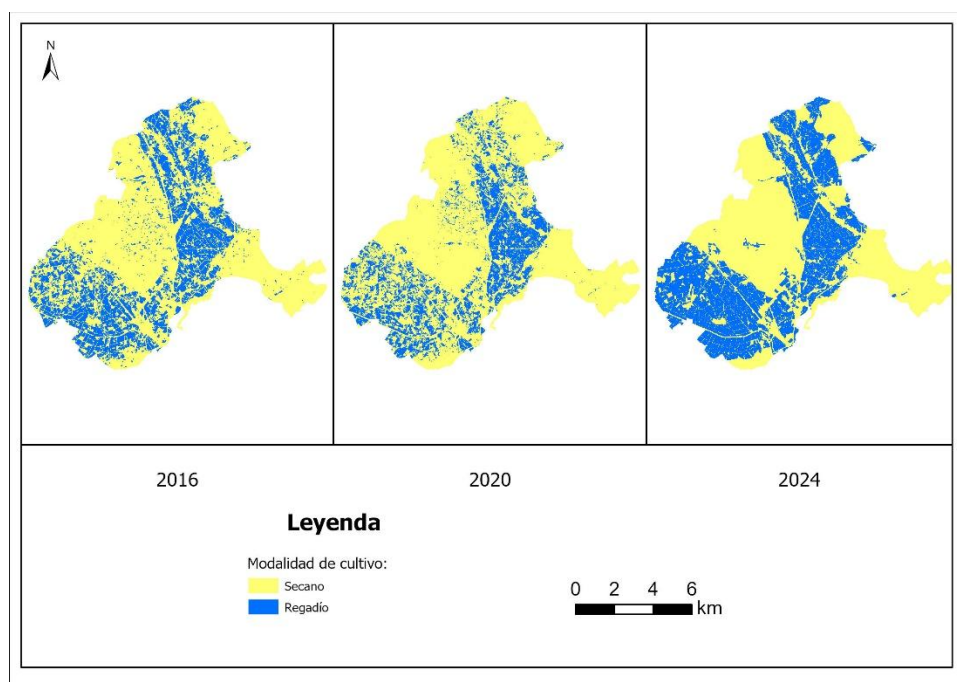


Figura 30- Evolución espacial de la distribución de las modalidades de cultivo regadío y secano (2016-2024).  
Sistema de referencia: ETRS89 UTM Zona 30N. Elaboración propia.

El secano (color amarillo) es dominante en las zonas periféricas durante todo el periodo, mientras que el regadío (color azul) se concentra en la franja central y sur, principalmente cerca de cursos de agua. La distribución es similar en 2016 y 2020, pero en 2024 se detecta un claro aumento del regadío, probablemente por intensificación agrícola.

La Tabla 33 recoge la superficie y proporción de ambas modalidades.

Tabla 33- Superficie (ha) y proporción (%) de cultivo en regadío y secano (2016-2024).

Modalidad de cultivo	Superficie (ha)			Proporción respecto al total (%)		
	2016	2020	2024	2016	2020	2024
Secano	20783	22648	19781	69	76	66
Regadío	9208	7343	10210	31	24	34

Entre 2016 y 2020, el regadío disminuye significativamente (de 9.208 ha a 7.343 ha). Este descenso, posiblemente influido por sequías o por la pandemia. En 2024, alcanza su valor máximo en la serie temporal (10.210 ha y 34 %). El secano se mantiene como modalidad predominante, aunque su proporción baja respecto a 2020.

También se ha analizado la modalidad de cultivo de los cultivos óptimos, recogida en la Tabla 34.

Tabla 34- Superficie en regadío (ha) y proporción respecto al total (%) por cultivo (2016–2024).

Cultivo	Superficie en regadío (ha)			Proporción de regadío (%)		
	2016	2020	2024	2016	2020	2024
Alfalfa	3.229	1.967	2.203	74	55	63
Trigo	2.102	2.492	4.001	33	33	58
Cebada	439	352	1.141	11	7	28
Otros cereales	1.735	419	848	88	40	51
Girasol	693	429	1.134	45	27	33
Olivar	0	2	0	0	48	0

Estos presentan la siguiente evolución:

- Alfalfa: se produjo una reducción marcada en la superficie regada entre 2016 y 2020, seguida de una recuperación parcial en 2024. La proporción de superficie regada respecto al total también reflejó esta dinámica, descendiendo del 74 % al 55 % en 2020, y subiendo al 63 % en el último año.
- Trigo: muestra una tendencia claramente creciente tanto en superficie regada como en proporción de riego. Se duplicó prácticamente el área bajo riego entre 2016 y 2024, pasando de 2102 ha a 4001 ha, lo que se traduce en un incremento de la proporción del 33 % al 58 %.
- Cebada: la superficie regada se redujo inicialmente, pero experimentó un aumento importante hacia 2024. Aunque su superficie total disminuyó ligeramente, el uso del riego aumentó en términos relativos, pasando de un 11 % en 2016 a un 28 % en 2024.
- Otros cereales (combinación de avena y centeno): presentaron una caída pronunciada en la superficie regada en 2020, con una recuperación posterior. La proporción de regadío bajó del 88 % al 40 % y se estabilizó en torno al 51 % en 2024.
- Girasol: también muestra una recuperación del riego después de una caída inicial. Aunque la superficie total se duplicó en 2024, el uso del riego creció en menor proporción, pasando del 45 % en 2016 al 33 % en 2024.
- Olivar: como se ha mencionado previamente, tiene una presencia escasa en el ámbito y no presenta una tendencia clara.

## 5.2 Evolución de la zonificación territorial

En este epígrafe se va a incluir la siguiente información:

- Resultados anuales de la zonificación explicada en la metodología
- Evolución de los índices de fragmentación obtenidos en Fragstats
- Impacto de la construcción de los nuevos PSF sobre las zonas óptimas y habitables para las avutardas

Se incorporará información de la serie temporal completa, es decir, se recopila la información correspondiente a los años 2016, 2020, 2024 y 2024 +.

### 5.2.1 Zonificación territorial: imágenes obtenidas

La zonificación territorial realizada permite visualizar de forma clara la transformación del paisaje entre los años 2016 y 2024, así como el impacto que tendría la construcción de nuevos parques solares fotovoltaicos en el escenario proyectado de 2024+ sobre las zonas óptimas y habitables para la avutarda.

Siguiendo la metodología previamente descrita, se ha clasificado el ámbito de estudio en cinco categorías distintas según su compatibilidad con la avutarda:

- Zonas óptimas
- Zonas habitables
- Zonas no habitables
- Zonas de restricción de paso
- Zonas de fragmentación permanente

En este apartado se analiza la distribución espacial de estas categorías y se comenta la tendencia visual observada en cada una. La cuantificación detallada y la estimación de la fragmentación del territorio se desarrollarán en el epígrafe 5.2.2.

Las Figuras 31 muestran la evolución de la distribución de cada categoría. Se aprecia una clara tendencia hacia la pérdida de zonas óptimas y habitables, acompañada de un aumento de las zonas no habitables y de fragmentación permanente.

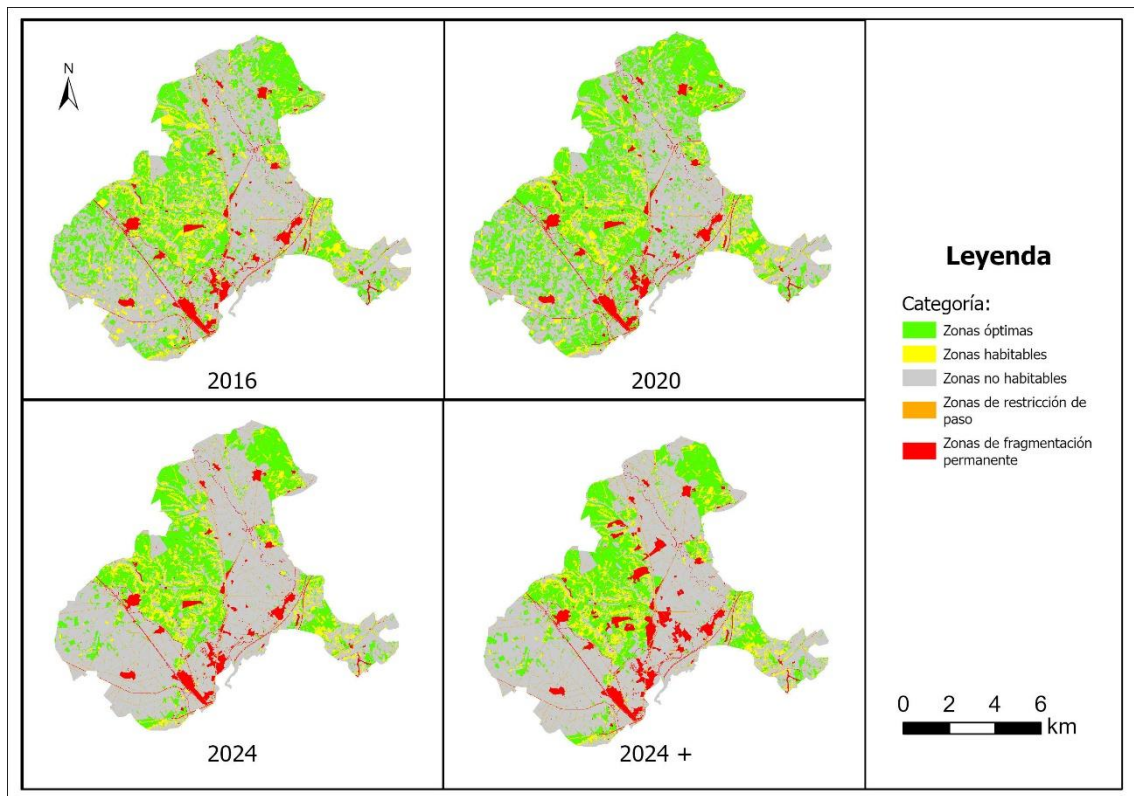


Figura 31- Evolución de la zonificación territorial según la habitabilidad de la avutarda (2016–2024+). Sistema de referencia: ETRS89 UTM Zona 30N. Elaboración propia.

Con mayor detalle, las Figuras 32 a 35 muestran la distribución de las zonas por año.

En 2016 (Figura 32) predominan las zonas óptimas y habitables, especialmente en la zona central del ámbito. Las principales barreras estructurales se localizan al sur (infraestructura vial) y al oeste (vía ferroviaria), mientras que al este destaca el río Carrión como elemento natural de fragmentación.

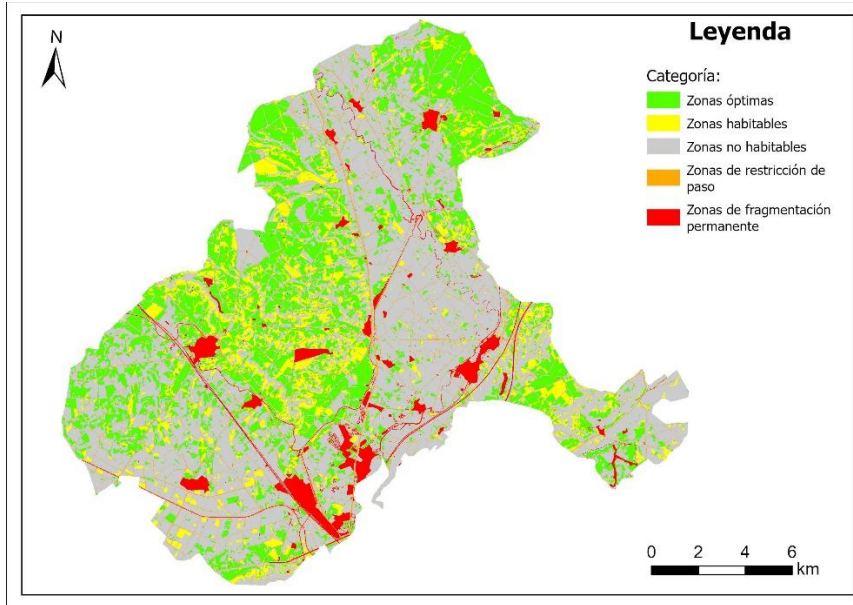


Figura 32- Zonificación del ámbito de estudio según la habitabilidad de la avutarda en 2016. Sistema de referencia: ETRS89 UTM Zona 30N. Elaboración propia.

En 2020 (Figura 33), se detecta un ligero aumento de zonas óptimas y habitables, principalmente en el noreste y suroeste, relacionado con una reducción del regadío y un aumento de cultivos favorables. Las zonas de restricción de paso y fragmentación permanente se mantienen estables.

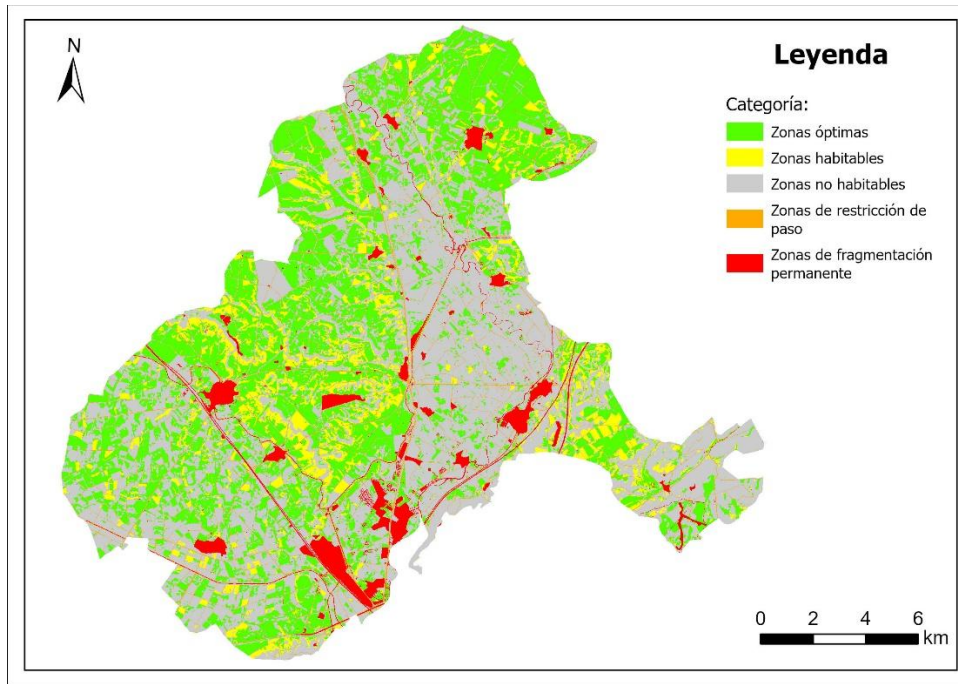


Figura 33- Zonificación del ámbito de estudio según la habitabilidad de la avutarda en 2020. Sistema de referencia: ETRS89 UTM Zona 30N. Elaboración propia.

En 2024 (Figura 34), las zonas óptimas y habitables se reducen notablemente, concentrándose en núcleos aislados, aunque de mayor tamaño. Esta disminución está directamente relacionada con la intensificación del regadío, que transforma coberturas anteriormente compatibles.

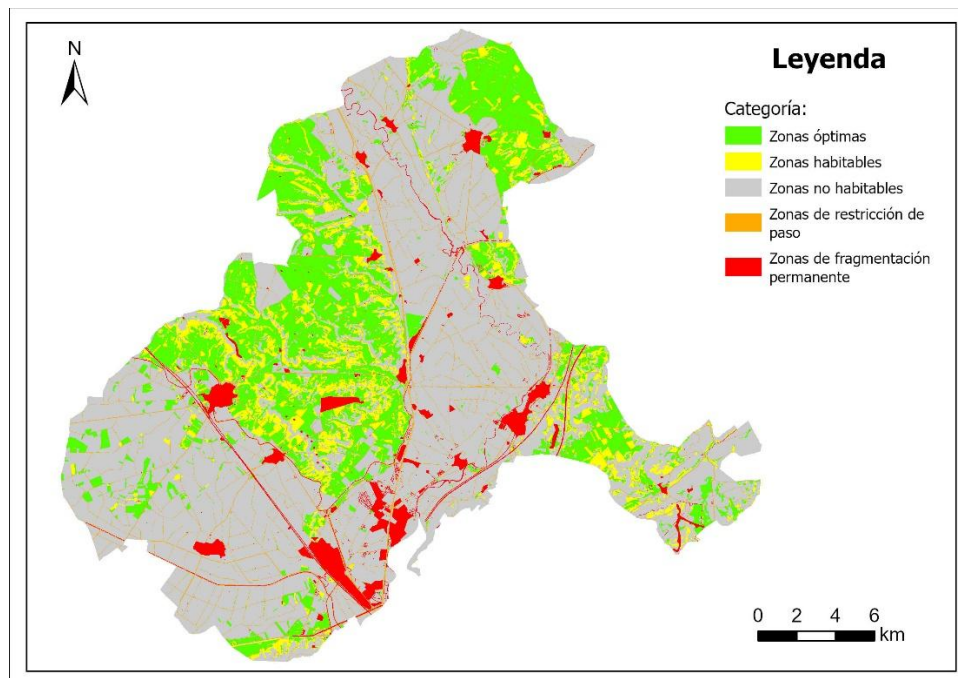


Figura 34- Zonificación del ámbito de estudio según la habitabilidad de la avutarda en 2024. Sistema de referencia: ETRS89 UTM Zona 30N. Elaboración propia.

El escenario proyectado 2024+ (Figura 35), con la introducción de nuevos parques solares, presenta un aumento notable, de la superficie ocupada por zonas de fragmentación permanente. Estas afectan directamente al principal bloque de habitabilidad en el centro del ámbito, reduciendo la conectividad ecológica y provocando una pérdida de hábitat efectiva.

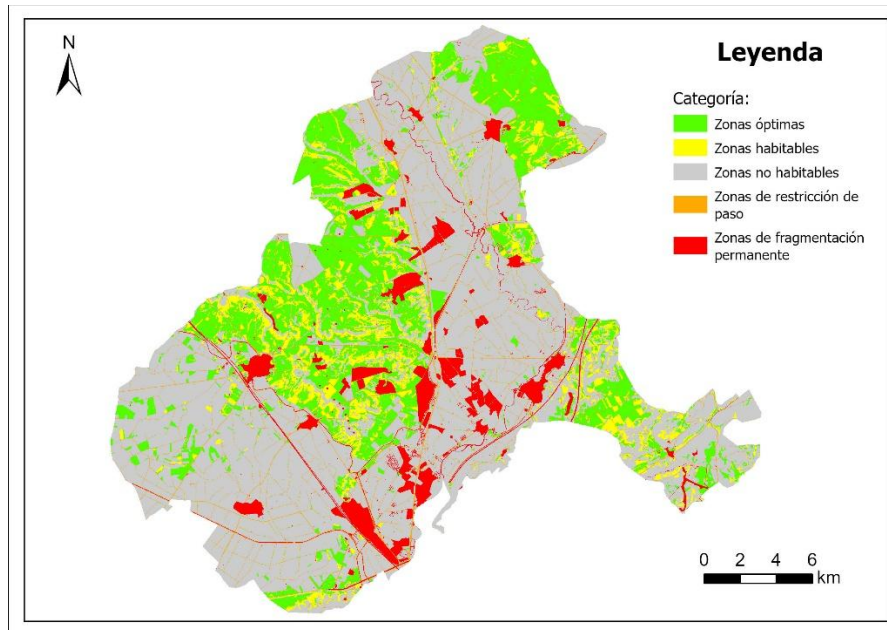


Figura 35- Zonificación del ámbito de estudio con la proyección de infraestructuras fotovoltaicas (2024+). Sistema de referencia: ETRS89 UTM Zona 30N. Elaboración propia.

### 5.2.2 Análisis de los índices de fragmentación

En este epígrafe se analizan los valores y la evolución de los diferentes índices de fragmentación definidos en la metodología, con el objetivo de evaluar el estado de fragmentación, la dinámica del territorio y el impacto generado por la construcción de los nuevos parques fotovoltaicos. El análisis se centra exclusivamente en las categorías de zonas óptimas y zonas habitables.

Los índices utilizados se agrupan en cinco bloques:

- Área y borde
- Forma
- Área interior
- Contraste
- Agregación

A continuación, se detallan los resultados obtenidos para cada grupo de índices.

#### a) Área y borde

Los tres índices seleccionados para el estudio de la evolución de área y borde son los siguientes:

- Área total (CA)

- Porcentaje de paisaje (PLAND)
- Índice de parche más grande (LPI)

**i) Área total (CA)**

El índice de área total (CA) representa la superficie total ocupada por cada categoría de cobertura dentro del ámbito de estudio. Se trata de único índice en el que incluyen resultados de las 5 clases presentes en el ámbito. Su análisis permite identificar la evolución de los distintos tipos de cobertura y valorar la pérdida o ganancia de espacio.

Los resultados obtenidos vienen recogidos en la Tabla 35.

Tabla 35- Área total (CA) ocupada por cada categoría de zonificación (2016-2024 +).

Categoría	Área total (CA) (ha)			
	2016	2020	2024	2024 +
Zonas óptimas	8.012	10.549	6.715	6.502
Zonas habitables	3.295	2.872	2.736	2.639
Zonas no habitables	16.079	13.964	17.940	17.614
Zonas de restricción de paso	1.116	1.116	1.109	1.101
Zonas de fragmentación permanente	1.482	1.483	1.484	2.128

La Figura 36 ilustra la evolución de este.

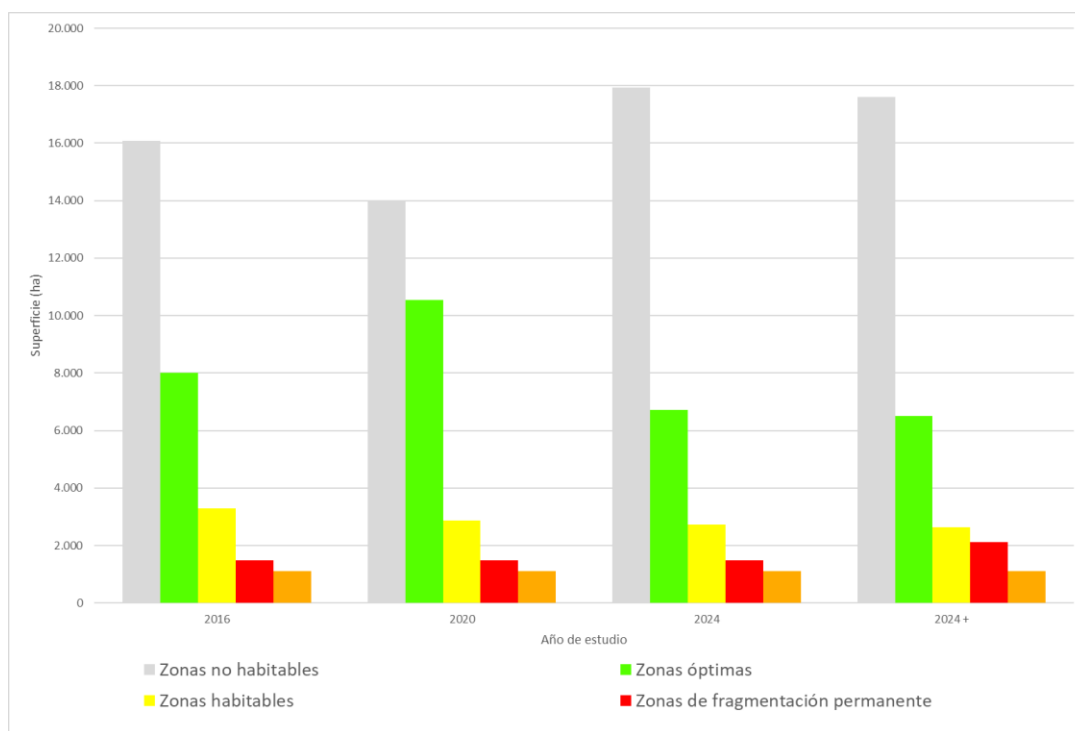


Figura 36- Evolución del área total ocupada por cada categoría de zonificación (2016-2024+).

La superficie de zonas óptimas muestra una variabilidad significativa a lo largo del periodo. En 2016 alcanzaban las 8.012 ha, aumentando considerablemente en 2020 hasta 10.549 ha, debido principalmente a la reducción de regadío y el incremento temporal de cultivos óptimos. Sin embargo, en 2024 se produce una reducción brusca hasta 6.715 ha.

En la situación 2024 +, la construcción de nuevos PSF significa una pérdida de unas 200 ha de zonas óptimas (6502 ha presentes).

Respecto a las zonas habitables, se observa una pérdida continua de esta categoría a lo largo del periodo: desde 3.295 ha (2016) a 2.639 ha en 2024+, lo que representa una reducción cercana al 20 %. Esta disminución refleja una progresiva degradación del paisaje agrario tradicional y la conversión de áreas marginales en usos no compatibles.

Las zonas no habitables presentan una reducción inicial considerable (de 16.079 ha en 2016 a 13.964 ha en 2020), seguida de un incremento muy notable, causado potencialmente por el aumento del regadío. Tras la proyección de los nuevos parques solares se reduce ligeramente, al convertirse en zonas de fragmentación permanente, evidentemente no habitables.

Las zonas de restricción de paso no presentan variación significativa a lo largo de los años de estudio al no introducirse nuevos elementos que dificulten el posible paso de las avutardas.

Esta categoría experimenta una clara tendencia al alza, pasando de 1.482 ha en 2016 a 2.128 ha en el escenario 2024+. El incremento más notable ocurre entre 2024 y 2024+, directamente relacionado con la implantación prevista de PSF. Estas infraestructuras consolidan barreras permanentes que fragmentan el territorio de forma estructural, afectando severamente a la movilidad y viabilidad de la avutarda.

## ii) Índice parche de mayor tamaño (LPI)

El índice LPI (%) indica el porcentaje del paisaje ocupado por el parche más grande de una categoría, proporcionando información sobre la concentración o dispersión de esta.

Los valores obtenidos por año se recogen en la Tabla 36.

Tabla 36- Evolución índice parche de mayor tamaño (LPI) (2016-2024+).

Categoría	Índice parche de mayor tamaño (LPI)			
	(%)			
	2016	2020	2024	2024 +
Zonas óptimas	0,66	0,85	2,83	2,83
Zonas habitables	0,16	0,15	0,32	0,32

En las zonas óptimas, el LPI muestra un incremento notable desde 0,66 % en 2016 y 0,85 % en 2020 hasta 2,83 % en 2024 y 2024+, lo que indica que el parche más grande de zona óptima se ha consolidado, concentrando una mayor proporción de superficie. Este aumento sugiere una concentración de esta categoría, aunque no necesariamente implica mejor conectividad general, ya que puede tratarse de un solo gran bloque aislado.

Respecto a las zonas habitables, también se observa un incremento, aunque más moderado. El LPI pasa de 0,16 % en 2016 a 0,32 % en 2024, manteniéndose en ese valor en 2024+. A pesar del aumento, el valor sigue siendo muy bajo, lo que indica que los parches habitables continúan siendo pequeños y dispersos, principalmente relacionados a las zonas óptimas.

## b) Forma

Para el estudio de la forma se ha utilizado el siguiente índice:

### Dimensión fractal perímetro-área (PAFRAC)

El índice PAFRAC (Dimensión Fractal Perímetro-Área) evalúa la complejidad morfológica de los parches, indicando en qué medida su forma se aleja de la compacidad. Su rango de valores es entre 1 y 2. Valores más altos (cerca de 2) reflejan formas más irregulares, mayor cantidad de borde y, por tanto, una posible mayor fragmentación estructural.

Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 37.

Tabla 37- Evolución del índice dimensión fractal perímetro- área (PAFRAC) (2016-2024 +)

Categoría	Dimensión fractal perímetro-área (PAFRAC)			
	2016	2020	2024	2024 +
Zonas óptimas	1,23	1,25	1,28	1,28
Zonas habitables	1,26	1,26	1,31	1,31

En las zonas óptimas, los valores se mantienen entre 1,23 en 2016 y 1,28 en 2024, con un ligero incremento progresivo. La construcción de nuevas granjas solares no presenta un efecto significativo tampoco sobre este índice. No obstante, esta variación es mínima y no significativa.

En las zonas habitables, la evolución del índice sigue un patrón similar. Ha pasado de 1,26 en 2016 a 1,31 en 2024+, con una ligera tendencia ascendente. A pesar del incremento, la magnitud del cambio sigue siendo reducido, por lo que no puede interpretarse como un indicio claro de fragmentación estructural.

En general, los valores obtenidos para ambas categorías se mantienen dentro de un rango bajo de variación y próximos a formas regulares, lo que indica que no se han producido cambios morfológicos significativos a lo largo del periodo analizado. Esto sugiere una baja fragmentación estructural en términos morfológicos.

## c) Área interior

Para la métrica de área interior se han utilizado los siguientes índices:

- Área interior total (TCA):
- Número de áreas núcleo disyuntas (NDCA)

### i) Área interior total (TCA)

El índice Área interior total (TCA) representa la superficie interior efectiva de los parches, es decir, aquella porción del hábitat no influenciada por el efecto de borde. Se utiliza para evaluar la calidad funcional del hábitat,

Los resultados obtenidos se recogen en la Tabla 38.

Tabla 38- Evolución de área interior total (TCA), para las categorías de zonas óptimas y habitables (2016-2024 +).

Categoría	Área interior total (TCA) (ha)			
	2016	2020	2024	2024 +
Zonas óptimas	7.549	9.735	6.026	5.801
Zonas habitables	3.150	2.692	2.474	2.370

La evolución del índice TCA está relacionada con la superficie total de cada categoría, aunque aporta una medida más ajustada de la funcionalidad real del hábitat. En ambas categorías (zonas óptimas y habitables), se observa un aumento del área interior en 2020 respecto a 2016, seguido de una reducción progresiva en 2024 y 2024+.

Sin embargo, la diferencia entre el área total y el área interior no es constante, lo que indica una variación en el grado de afectación por el efecto de borde a lo largo del tiempo. Esto se refleja en los valores recogidos en la Tabla 39.

Tabla 39- Porcentaje de hábitat afectado por efecto borde (2016-2024 +).

Categoría	Habitat afectado por efecto borde (%)			
	2016	2020	2024	2024 +
Zonas óptimas	6	8	10	11
Zonas habitables	4	6	10	10

Los datos muestran un aumento progresivo del efecto borde desde 2016 hasta 2024+, tanto en zonas óptimas como en zonas habitables. En el caso de las zonas óptimas, el porcentaje de hábitat afectado pasa del 6 % en 2016 al 11 % en 2024+. Para las zonas habitables, la afectación se duplica, pasando del 4 % al 10 %.

Este incremento está directamente relacionado con la implantación de infraestructuras como parques solares y eólicos, que provocan la fragmentación de los parches y la pérdida de superficie interior útil. Como consecuencia, disminuye la proporción de hábitat realmente funcional.

## ii) Número de áreas núcleo disyuntas (NDCA)

El índice Número de áreas núcleo disyuntas (NDCA) contabiliza la cantidad de núcleos de hábitat interior separados entre sí, es decir, aquellas áreas funcionales que no están conectadas dentro de la misma categoría.

Los resultados obtenidos se recogen en la Tabla 40.

Tabla 40- Evolución del número de áreas núcleo disyuntas (2016-2024 +).

Categoría	Número de áreas núcleo disyuntas (NDCA)			
	2016	2020	2024	2024 +
Zonas óptimas	3.723	4.731	2.383	2.335
Zonas habitables	3.746	3.750	2.981	2.866

De forma general, en ambas categorías se observa un aumento del número de núcleos entre 2016 y 2020, posiblemente relacionado con el incremento de superficie global en

ese periodo. A partir de 2020, el número de núcleos se reduce significativamente, reflejando una concentración del hábitat en bloques menos fragmentados o la pérdida de parches pequeños.

En el caso de las zonas óptimas, la reducción del número de núcleos posterior al 2020 es clara, y puede atribuirse a la concentración del regadío en el ámbito, que elimina o transforma zonas previamente incluidas en esta categoría. En el escenario proyectado con parques solares (2024+), no se aprecian diferencias significativas respecto a la situación sin ellos (2024), por lo que su impacto sobre el número de núcleos, al menos desde el punto de vista cuantitativo, no parece relevante en esta categoría.

En el caso de las zonas habitables, el número de núcleos es similar entre 2016 y 2020, con una reducción posterior en 2024 y 2024+. Aunque presentan una mayor proporción de núcleos respecto a su superficie, lo que sugiere un mayor grado de fragmentación, esto no supone un problema relevante, ya que la mayoría de estas áreas habitables están relacionadas o incluidas dentro de zonas óptimas.

#### **d) Contraste**

Para cuantificar el contraste presente en la zona junto a su evolución se han usado los siguientes índices

- Densidad de bordes ponderada por contraste (CWED)
- Índice de contraste total de bordes (TECI)

##### **i) Densidad de bordes ponderada por contraste (CWED)**

El índice CWED expresa la cantidad de borde, en m/ha, entre parches, ponderada según el contraste entre clases adyacentes.

Los resultados obtenidos se recogen en la Tabla 41.

*Tabla 41- Evolución de la densidad de bordes ponderada por contraste (CWED) (2016-2024+).*

Categoría	Densidad de bordes ponderada por contraste (CWED) (m/ha)			
	2016	2020	2024	2024 +
Zonas óptimas	43	62	30	30
Zonas habitables	30	18	30	18

El valor del índice CWED alcanza su máximo en 2020 (62 m/ha), lo que evidencia un momento de mayor dispersión de los núcleos de zonas óptimas y, en consecuencia, un incremento en la fragmentación del paisaje. En 2024 y 2024+, los valores descienden notablemente (30 m/ha), como resultado de la concentración de superficie en esta categoría. Sin embargo, este descenso no implica necesariamente una reducción de la fragmentación, sino más bien un reordenamiento o pérdida de pequeñas unidades, que disminuye la longitud relativa de bordes.

Las diferencias entre los valores correspondientes a 2024 y el escenario 2024+ con nuevos parques solares fotovoltaicos no reflejan el incremento esperado en el CWED. Esto podría explicarse porque, aunque estas infraestructuras afectan directamente a la superficie de zonas óptimas, las nuevas áreas de fragmentación permanente se sitúan en

contacto principalmente con otras clases (como zonas no habitables o zonas de restricción de paso), lo que limita la generación de bordes contrastados con zonas óptimas y, por tanto, su repercusión en el índice.

En el caso de las zonas habitables, los valores muestran una evolución inversa. En 2016 se parte de un valor de 30 m/ha, que desciende a 18 m/ha en 2020, coincidiendo con un mayor aislamiento de estas zonas. En 2024, CWED vuelve a situarse en 30 m/ha, lo que podría reflejar un mayor contacto con zonas no habitables. Finalmente, en 2024+, se repite el valor de 18 m/ha, posiblemente porque las zonas habitables permanecen contenidas dentro de bloques de zonas óptimas, limitando el borde real expuesto a alto contraste.

## ii) Índice de contraste total de bordes (TECI)

El índice TECI expresa el grado medio de contraste entre los bordes de una categoría y las clases adyacentes, con valores que oscilan entre 0 % (sin contraste) y 100 % (máximo contraste).

Los resultados obtenidos se recogen en la Tabla 42.

Tabla 42- Evolución del índice de contraste total de bordes (TECI) (2016-2024+).

Categoría	Índice de contraste total de bordes (TECI)			
	(%)			
	2016	2020	2024	2024 +
Zonas óptimas	50	54	48	49
Zonas habitables	37	37	36	37

Para ambas categorías, los valores del índice TECI se mantienen estables: alrededor del 50 % en zonas óptimas y 37 % en zonas habitables. Estos valores se interpretan como contraste medio-alto y contraste medio, respectivamente. En el caso de las zonas óptimas, este nivel indica una transición relativamente fuerte hacia coberturas adyacentes, lo que puede afectar negativamente a la funcionalidad del hábitat y aumentar la vulnerabilidad a procesos de fragmentación. En las zonas habitables, el contraste medio refleja una transición más suave, coherente con su inclusión parcial dentro de zonas óptimas

## e) Agregación

Para cuantificar el grado de agregación y su evolución temporal, se ha utilizado el siguiente índice:

### Distancia euclidiana al vecino más cercano (ENN)

El índice Distancia euclidiana al vecino más cercano mide la distancia media, en metros, entre cada parche de una misma categoría y su parche más cercano. Este valor representa el grado de aislamiento espacial de los elementos del paisaje. A mayor valor, mayor aislamiento espacial.

Se han obtenido diversos parámetros respecto a las zonas óptimas y habitables. Los resultados se recogen en las Tablas 43 y 44, respectivamente.

Tabla 43- Evolución del índice distancia euclidiana al vecino más cercano en zonas óptimas (2016–2024+).

Zonas óptimas				
Estadísticos descriptivos	Distancia euclidiana al vecino más cercano (ENN)			
	(m)			
	2016	2020	2024	2024 +
Media	54	42	65	66
Desviación estándar	49	31	76	77
Coficiente de variación	90	74	117	118

En las zonas óptimas, se observa una reducción en la distancia media entre parches entre 2016 (54 m) y 2020 (42 m), lo que indica una mayor conectividad o proximidad durante ese periodo. A partir de 2020, la media se incrementa hasta los 65 m en 2024, reflejando un aumento del aislamiento entre núcleos óptimos, posiblemente por la pérdida de superficie y la desaparición de parches intermedios.

La desviación estándar y el coeficiente de variación también se incrementan en ese periodo, alcanzando en 2024 valores de 76,1 m y 117 %, respectivamente. Esto sugiere una distribución más fragmentada de los parches.

Entre 2024 y 2024+, el cambio es mínimo. Esta escasa variación sugiere que la implantación de nuevas infraestructuras de fragmentación permanente no genera nuevos parches adicionales dentro de esta categoría, sino que se superpone o se integra dentro de los ya existentes, sin modificar significativamente la distribución de las distancias euclidianas entre núcleos.

Tabla 44- Evolución del índice distancia euclidiana al vecino más cercano en zonas habitables (2016–2024+).

Zonas habitables				
Estadísticos descriptivos	Distancia euclidiana al vecino más cercano (ENN)			
	(m)			
	2016	2020	2024	2024 +
Media	60	61	64	65
Desviación estándar	64	63	92	94
Coficiente de variación	105	103	143	144

En las zonas habitables, la distancia media entre parches se mantiene relativamente constante a lo largo del periodo analizado: 60 m en 2016, 58 m en 2020, 64 m en 2024 y 65 m en 2024+.

Por el contrario, la desviación estándar y el coeficiente de variación muestran una tendencia claramente ascendente: la desviación pasa de 60 m en 2016 a 93 m en 2024+, y el coeficiente de variación sube de 100 % a 144 %. Este incremento refleja una distribución más fragmentada de las distancias, con parches que tienden a estar más dispersos y con separación irregular.

Sin embargo, el efecto de este aislamiento podría ser menos relevante desde el punto de vista funcional, ya que muchas zonas habitables se encuentran incluidas o asociadas espacialmente a zonas óptimas.

## 6 Conclusiones

En este estudio se ha analizado la evolución del paisaje agrario y su repercusión sobre la calidad del hábitat potencial para la avutarda en el ámbito de estudio en el periodo comprendido entre 2016 y 2024. A través de la zonificación territorial, el análisis temporal de las variables de selección de hábitat por parte de la avutarda y el cálculo de métricas de fragmentación, se ha podido cuantificar el estado de fragmentación y grado de transformación del territorio. Además, se ha planteado un escenario proyectado (2024+) que permite estimar el impacto producido por la construcción de nuevas infraestructuras fotovoltaicas sobre la configuración espacial del hábitat.

A continuación, se exponen las siguientes conclusiones organizadas en:

- Tendencias en el paisaje agrario y modalidad de cultivo
- Estado de fragmentación del territorio
- Impacto de la construcción de las nuevas infraestructuras fotovoltaica

Previo al desarrollo de las conclusiones, conviene señalar que algunos resultados podrían estar condicionados por limitaciones en la calidad de los datos empleados:

- El año 2020 presenta un comportamiento excepcional, probablemente asociado al impacto de la pandemia sobre la dinámica agraria.
- En el caso de la detección de superficies en regadío, la utilización de fuentes de información diversas puede haber generado inconsistencias en su delimitación y dificultado la comparación espacial precisa entre los distintos años analizados.

### 6.1 Tendencias en el paisaje agrario y modalidad de cultivo

Se observa una evolución estable en cuanto a la proporción de coberturas óptimas y compatibles para la avutarda, con variaciones atribuibles principalmente a la rotación de cultivos. Esta dinámica agrícola permite conservar la diversidad del mosaico agrario, sin implicar cambios significativos en el paisaje.

Los cultivos principales (trigo, cebada, alfalfa, girasol y otros cereales) presentan variaciones en su presencia a lo largo del tiempo, derivadas más del manejo productivo que de una tendencia clara de sustitución. Este comportamiento es coherente con los sistemas de producción agraria característicos del ámbito de estudio.

Por otro lado, se observa una intensificación progresiva del regadío, que tiende a concentrarse espacialmente junto a los principales cursos de agua. Esta concentración reduce la superficie de coberturas compatibles y provoca el aislamiento de parches habitables, lo que limita la conectividad ecológica de estos.

### 6.2 Estado de fragmentación del territorio

El análisis de los índices de fragmentación revela un deterioro progresivo en la configuración del paisaje agrario, caracterizado por una pérdida de conectividad y una reducción de la superficie total y funcional del hábitat disponible para la avutarda.

Los índices de área total (CA) y del parche más grande (LPI) reflejan un proceso combinado de pérdida de superficie favorable y concentración del hábitat en menos núcleos. Aunque el aumento del LPI podría interpretarse como mayor cohesión, en realidad responde a la desaparición de parches secundarios, lo que genera una red menos distribuida y más vulnerable a procesos de aislamiento.

El índice de forma (PAFRAC) muestra valores estables a lo largo del tiempo, lo que indica que la fragmentación no se ha manifestado en un aumento de la complejidad geométrica de los parches, sino en la modificación de su distribución espacial. Es decir, los parches se mantienen su geometría, aunque aumenta su dispersión.

Este patrón se confirma con el índice de distancia euclidiana al vecino más cercano (ENN), que evidencia un incremento del aislamiento entre núcleos óptimos, acompañado de un aumento de la variabilidad en las distancias.

El índice de área interior total (TCA) señala una disminución de superficie no afectada por borde, mientras que el porcentaje de hábitat influenciado por efecto borde se incrementa progresivamente. Esto implica una pérdida de hábitat funcional, ya que una mayor proporción de superficie se encuentra afectada por espacios contiguos con elevado contraste.

Los índices de contraste (CWED y TECI) muestran que las zonas favorables mantienen un contacto constante con coberturas menos compatibles, lo que intensifica la fragmentación.

Finalmente, el número de áreas núcleo disyuntas (NDCA) presenta una dinámica de expansión inicial, seguida de una contracción posterior. Esto refleja una simplificación en la estructura del paisaje favorable. En las zonas habitables, aunque la fragmentación es mayor, su inclusión dentro o en proximidad a zonas óptimas reduce parcialmente el impacto ecológico de su aislamiento.

En conjunto, los resultados evidencian un proceso de fragmentación progresiva que se manifiesta en la pérdida de superficie funcional, el aumento del aislamiento entre núcleos y una menor continuidad del hábitat. Estas transformaciones suponen un riesgo para la conservación de las poblaciones de avutarda en el ámbito, al limitar la conectividad y reducir la viabilidad ecológica del entorno.

### **6.3 Impacto de la construcción de las nuevas infraestructuras fotovoltaicas**

Se ha planteado un escenario proyectado (2024+) que contempla la implantación de siete parques solares fotovoltaicos de nueva construcción. El análisis de esta situación permite anticipar su efecto directo sobre la estructura del paisaje, especialmente en lo relativo al incremento de las zonas de fragmentación permanente y a la pérdida de continuidad ecológica entre núcleos de habitabilidad.

Si bien no todas las métricas de fragmentación reflejan cambios significativos entre 2024 y 2024+, esto se debe en gran medida a que muchas de las nuevas infraestructuras se sitúan en contacto con clases ya no habitables, lo que limita su efecto desde un punto de vista cuantitativo. No obstante, el impacto sobre la superficie funcional interior y la

conectividad visual es evidente. Se pierde hábitat efectivo y se consolidan barreras permanentes que afectan directamente al principal núcleo de zonas óptimas del ámbito de estudio.

El impacto estimado alcanza aproximadamente 300 hectáreas de superficie favorable, y la proximidad entre los diferentes parques proyectados genera una barrera de paso significativa para la avutarda, con consecuencias directas sobre sus desplazamientos y uso del territorio.

Este impacto se ve agravado por la tendencia del paisaje hacia la fragmentación, marcada por la concentración y el aislamiento progresivo de los parches habitables, lo que aumenta la vulnerabilidad del hábitat. En este contexto, la implementación de medidas de mitigación y planificación territorial se vuelve fundamental para reducir los efectos negativos sobre la conectividad ecológica y la viabilidad del hábitat de la especie.

## **7 Propuesta de medidas para la protección del hábitat y control de impactos**

El análisis territorial realizado pone de manifiesto alteraciones en la configuración del hábitat potencial para la avutarda, derivadas tanto de los cambios de la modalidad de cultivo como de la proyección de nuevas infraestructuras fotovoltaicas. En este contexto, se proponen a continuación una serie de medidas orientadas a mitigar el impacto asociado a la construcción de los nuevos parques solares, así como actuaciones destinadas a mejorar la calidad y funcionalidad del hábitat en el ámbito de estudio.

La propuesta se ha elaborado a partir de la selección y adaptación de distintas actuaciones recogidas en el documento *Estrategia de conservación de aves amenazadas ligadas a medios agro-esteparios en España* (MITECO, 2022).

### **7.1 Medidas de mitigación ante la implantación de nuevas plantas solares fotovoltaicas**

El escenario proyectado 2024 + contempla la construcción de siete nuevas plantas solares fotovoltaicas dentro del ámbito de estudio, con una afección directa sobre aproximadamente 300 ha clasificadas como zonas óptimas o habitables. Su localización dentro del principal núcleo funcional del paisaje lo convierte en un elemento crítico de fragmentación territorial.

Para reducir su efecto sobre el hábitat potencial de la avutarda, se proponen las siguientes medidas correctoras y de contención:

- a) Restauración ecológica en los márgenes de los parques

Establecimiento de zonas tampón perimetrales con vegetación favorable para amortiguar el efecto borde y reducir la fragmentación funcional. Se propone la introducción de barbecho en verde con especies mejorantes como alfalfa o esparceta, especies ya presentes en el ámbito.

- b) Mejora de la conectividad del hábitat

Delimitación de franjas sin ocupación entre instalaciones próximas (corredores de tránsito) y asegurar la presencia de especies favorables en ellas, manteniendo continuidad visual y espacial entre manchas de hábitat.

- c) Revisión de cerramientos:

Asegurarse de sustituir posibles vallados opacos o completos por vallado permeable para las avutardas.

- d) Medidas administrativas externas

Creación de acuerdos de gestión extensiva en parcelas colindantes no afectadas: barbechos, siembra de cereal de secano, reducción de agroquímicos.

- e) Plan de seguimiento y corrección

Desarrollo de un plan de seguimiento ambiental postimplantación, con indicadores específicos que permitan evaluar la evolución del uso del espacio por parte de la avutarda y aplicar medidas correctoras si fuese necesario.

## **7.2 Actuaciones para la mejora y conservación del hábitat potencial de la avutarda**

Más allá del impacto directo de las nuevas infraestructuras, el análisis temporal del ámbito de estudio muestra una progresiva transformación del paisaje, con pérdida de superficie funcional y aumento del aislamiento entre parches favorables. En este contexto, se plantean las siguientes actuaciones enfocadas a la recuperación y conservación del hábitat:

### **a) Conservación del mosaico agrario extensivo**

Buscar el mantenimiento de la diversidad de cultivos herbáceos de secano en rotación, evitando su intensificación y transformación en regadío.

Combinar con el fomento de prácticas agrícolas como el barbecho prolongado que aporta espacios de alimentación y refugio a las avutardas.

### **b) Regulación del regadío**

Establecer zonas de exclusión para nuevos desarrollos de regadío en áreas que actúan como conectores o núcleos de hábitat prioritario. Promover el uso de regadío sostenible solo en áreas ya consolidadas, con baja o nula presencia de avutardas.

### **c) Recuperación de espacios naturales favorables**

Buscar la recuperación de zonas de pastizal que ya presentes en el ámbito. Estos espacios, característicos de los medios agro-esteparios, representan áreas de alto valor ecológico para la avutarda, al ofrecer zonas de alimentación, descanso y cría con baja perturbación antrópica.

### **d) Prácticas agrarias compatibles con la presencia de la avutarda**

Fomentar la aplicación de prácticas agrícolas compatibles con la presencia de avutardas en parcelas situadas dentro de zonas con alta ocupación o uso habitual por parte de la especie. Estas medidas incluyen:

- Reducción de las intervenciones agronómicas durante el periodo reproductor.
- Mantenimiento de los rastrojos tras la cosecha.
- Retraso de la recolección mecanizada de cultivos hasta el 20 julio, para que se minimice el riesgo de afección directa sobre nidos o pollos.

## 8 Bibliografía

- Alonso, J. C. (2022). *La población mundial de avutarda eurasiática desciende un 35% en 15 años*. <https://www.mncn.csic.es/es>. Recuperado el 18 de junio de 2025, de <http://www.mncn.csic.es/es/Comunicaci%C3%B3n/la-poblacion-mundial-de-avutarda-eurasiatica-desciende-un-35-en-15-anos>
- Alonso, J. C., y Palacín, C. (2015). Avutarda- Otis tarda Linnaeus, 1758. In A. Salvador, & L. M. Bautista (Eds.), *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Museo Nacional de Ciencias Naturales. [https://digital.csic.es/bitstream/10261/110456/1/otitar\\_v1.pdf](https://digital.csic.es/bitstream/10261/110456/1/otitar_v1.pdf)
- Instituto Geográfico Nacional (IGN)(2015). *Modelo Digital del Terreno - MDT02*. Recuperado el 6 de mayo de 2025 de <http://centrodedescargas.cnig.es>
- Instituto Geográfico Nacional (IGN) (2018). *CORINE Land Cover*. Recuperado el 6 de mayo de 2025 de <http://centrodedescargas.cnig.es>
- Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACyL) (2021a). *Mapa Binario de Regadío efectivo en Castilla y León en 2020*. Recuperado el 10 de junio de 2025 de <https://mcsncyl.itacyl.es/descarga>
- Instituto tecnológico agrario de Castilla y León (ITACyL) (2017). *Mapa de cultivos y superficies naturales en 2016*. Recuperado el 10 de junio de 2025 de <https://mcsncyl.itacyl.es/descarga>
- Instituto tecnológico agrario de Castilla y León (ITACyL) (2021b). *Mapa de cultivos y superficies naturales en 2020*. Recuperado el 10 de junio de 2025 de <https://mcsncyl.itacyl.es/descarga>
- Instituto tecnológico agrario de Castilla y León (ITACyL) (2025). *Mapa de cultivos y superficies naturales en 2024*. Recuperado el 10 de junio de 2025 de <https://mcsncyl.itacyl.es/descarga>
- Jimsan, M. A. *Datos de Temperatura- Precipitación*. Recuperado el 6 de mayo de 2025 de <https://miguelangeljimsan.users.earthengine.app/view/seriesmesesprecipitempera5chirps>
- Junta de Castilla y León (2012). *Edafología*. Recuperado el 10 de junio de 2025 de [https://datosabiertos.jcyl.es/web/jcyl/RISP/es/Plantilla100Detalle/1284162055979/\\_/1284225647057/OpenData](https://datosabiertos.jcyl.es/web/jcyl/RISP/es/Plantilla100Detalle/1284162055979/_/1284225647057/OpenData)

- Junta de Castilla y León. (2022a). *RESOLUCIÓN de 21 de diciembre de 2022, del Servicio Territorial de Industria, Comercio y Economía de Palencia, por la que se otorga la autorización administrativa (autorización administrativa previa) y se aprueba el proyecto de ejecución (autorización administrativa de construcción) de la instalación de producción de energía eléctrica por tecnología fotovoltaica denominada «Fv Grijota II» (Expte.: FV-872). Boletín Oficial de Castilla y León.* <https://bocyl.jcyl.es/html/2023/04/28/html/BOCYL-D-28042023-25.do>
- Junta de Castilla y León. (2022b). *RESOLUCIÓN de 21 de diciembre de 2022, del Servicio Territorial de Industria, Comercio y Economía de Palencia, por la que se otorga la autorización administrativa (autorización administrativa previa), se aprueba el proyecto de ejecución (autorización administrativa de construcción) y se declara la utilidad pública de la instalación de producción de energía eléctrica por tecnología fotovoltaica denominada «Grijota III» (Expte.: FV-874). Boletín Oficial de Castilla y León* <https://bocyl.jcyl.es/html/2023/01/03/html/BOCYL-D-03012023-20.do>
- Junta de Castilla y León. (2022c). *RESOLUCIÓN de 27 de diciembre de 2022, del Servicio Territorial de Industria, Comercio y Economía de Palencia, por la que se otorga la autorización administrativa (autorización administrativa previa), se aprueba el proyecto de ejecución (autorización administrativa de construcción) y se declara la utilidad pública de la instalación de producción de energía eléctrica por tecnología fotovoltaica denominada «Grijota I» (Expte.: FV-871) Boletín Oficial de Castilla y León.* <https://bocyl.jcyl.es/html/2023/01/09/html/BOCYL-D-09012023-16.do>
- Junta de Castilla y León. (2022d). *RESOLUCIÓN de 27 de diciembre de 2022, del Servicio Territorial de Industria, Comercio y Economía de Palencia, por la que se otorga la autorización administrativa (autorización administrativa previa), se aprueba el proyecto de ejecución (autorización administrativa de construcción) y se declara la utilidad pública de la instalación de producción de energía eléctrica por tecnología fotovoltaica denominada «Grijota V» (Expte.: FV-876). Boletín Oficial de Castilla y León.* <https://bocyl.jcyl.es/html/2023/01/05/html/BOCYL-D-05012023-7.do>
- Junta de Castilla y León. (2023a). *RESOLUCIÓN de 10 de enero de 2023, del Servicio Territorial de Industria, Comercio y Economía de Palencia, por la que se otorga la autorización administrativa (autorización administrativa previa), se aprueba el proyecto de ejecución (autorización administrativa de construcción) y se declara la utilidad pública de la instalación de producción de energía eléctrica por tecnología fotovoltaica denominada «Grijota IV (Expte.: FV-875). Boletín Oficial de Castilla y León.* <https://bocyl.jcyl.es/html/2023/01/19/html/BOCYL-D-19012023-5.do>

- Junta de Castilla y León. (2023b). *RESOLUCIÓN de 12 de abril de 2023, del Servicio Territorial de Industria, Comercio y Economía de Palencia, por la que se otorga la autorización administrativa (autorización administrativa previa), se aprueba el proyecto de ejecución (autorización administrativa de construcción) y se declara la utilidad pública de la instalación de producción de energía eléctrica por tecnología fotovoltaica denominada «Almendo Solar» (Expte.: FV-869). Boletín Oficial de Castilla y León.* <https://bocyl.jcyl.es/html/2023/04/28/html/BOCYL-D-28042023-25.do>
  
- Junta de Castilla y León. (2023c). *RESOLUCIÓN de 15 de septiembre de 2023, del Servicio Territorial de Industria, Comercio y Economía de Palencia, por la que se otorga la autorización administrativa (autorización administrativa previa), se aprueba el proyecto de ejecución (autorización administrativa de construcción) y se declara la utilidad pública de la instalación de producción de energía eléctrica por tecnología fotovoltaica denominada «Grijota VI». Expte.: FV-1014.* <https://bocyl.jcyl.es/html/2023/09/28/html/BOCYL-D-28092023-13.do>
  
- Junta de Castilla y León (2025). *Instalaciones Fotovoltaicas en Castilla y León.* <https://energia.jcyl.es/>. Recuperado el 15 de junio de 2025 de <https://energia.jcyl.es/web/jcyl/Energia/es/Plantilla100Detalle/1285269661566/1285269661566/1285269661566>
  
- Junta de Castilla y León (2005). *Mapa Geológico de Castilla y León: Litología.* Recuperado el 15 de junio de 2025 de <https://datosabiertos.jcyl.es/web/jcyl/RISP/es/Plantilla100Detalle/1284162055979/1284688150618/OpenData>
  
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2021). *Calendario de siembra, recolección y comercialización 2014-2016. Castilla y León.* [https://www.mapa.gob.es/dam/mapa/contenido/estadisticas/temas/estadisticas-agrarias/2.agricultura/8.-calendarios\\_siembras-recoleccion/calendario-2014-2016/01-calendariosiembra-nuevo-sencilla-1.pdf](https://www.mapa.gob.es/dam/mapa/contenido/estadisticas/temas/estadisticas-agrarias/2.agricultura/8.-calendarios_siembras-recoleccion/calendario-2014-2016/01-calendariosiembra-nuevo-sencilla-1.pdf)
  
- Ministerio de Transición Ecológica y Reto Demográfico (MITECO) (2025). *Red Natura 2000 (RN2000).* Recuperado el 10 de junio de 2025 de <https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacios-prottegidos/red-natura-2000.html>
  
- MITECO, & AEMET. (2018). *Mapas Climáticos de España (1981-2010) y ETO (1996-2016).*

[https://www.aemet.es/documentos/es/conocermas/recursos\\_en\\_linea/publicaciones\\_y\\_estudios/publicaciones/MapasclimaticosdeEspana19812010/MapasclimaticosdeEspana19812010.pdf](https://www.aemet.es/documentos/es/conocermas/recursos_en_linea/publicaciones_y_estudios/publicaciones/MapasclimaticosdeEspana19812010/MapasclimaticosdeEspana19812010.pdf)