

INFORME

**ESTUDIO DE BIODIVERSIDAD DE AVES Y OTRAS
ESPECIES DE FAUNA EN CINCO INSTALACIONES
SOLARES FOTOVOLTAICAS**

Primavera de 2024



ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	4
2.- METODOLOGÍA.....	6
2.1.- AVIFAUNA.....	6
2.2.- OTRAS ESPECIES. MAMÍFEROS.....	10
3.- ALCANCE DEL ESTUDIO.....	11
4.- DESARROLLO	13
5.- RESULTADOS.....	15
5.1.- Aves:	15
5.2.- Fototrampeo. Mamíferos. Especies detectadas	23
6.- RESUMEN Y CONCLUSIONES	24
7.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y DOCUMENTALES	30

Consultoría ambiental



Equipo de EMAT s.l.

Octubre de 2024

1.- INTRODUCCIÓN

El presente informe recoge los resultados obtenidos en el año 2024 del estudio que la Unión Española Fotovoltaica (UNEF) ha encargado a EMAT s.l. y que tiene por objeto valorar la biodiversidad presente en diferentes instalaciones solares fotovoltaicas utilizando como bioindicador principal la avifauna.

Estudios similares se realizaron en 2021, 2022 y 2023 en tres, cuatro y cuatro instalaciones fotovoltaicas respectivamente, algunas de las cuales se han vuelto a analizar en este informe.

En 2024 se han estudiado cinco emplazamientos de plantas solares fotovoltaicas, alguno de ellos conformado por más de una instalación.

Las plantas solares fotovoltaicas sobre suelo ocupan cada vez superficies más extensas, modificando las condiciones naturales y de uso del territorio. Estos cambios dan lugar a su vez a repercusiones sobre la biodiversidad y en particular sobre los vertebrados.

Durante la fase de construcción de una planta fotovoltaica la intensidad de las labores constructivas y de la presencia de personal y maquinaria generan durante su ejecución una alteración notoria de las condiciones de habitabilidad de los emplazamientos.

Pero una vez superada esta fase se recuperan unas condiciones de tranquilidad y habitabilidad que facilitarán la instalación de una comunidad faunística adaptada a las nuevas condiciones.

Por razones obvias, las grandes plantas fotovoltaicas se han de situar en terrenos despejados que suelen corresponderse con terrenos de cultivo o de pastos. Más raramente ocupan espacios con superficies de matorral o con arbolado disperso tipo dehesa. En ellos los usos agrícolas, ganaderos y cinegéticos suelen ser los dominantes.

Una vez se procede a la construcción de la planta, las áreas que ocupan las instalaciones se transforman en su mayor parte en herbazales sombreados parcialmente por los paneles solares y cuyo crecimiento se gestiona habitualmente con ganado ovino y con medios mecánicos. Dentro del perímetro de la planta es práctica habitual respetar espacios que tengan algún tipo de valor medioambiental (manchas de monte, charcas, hábitats de singular interés, etc.) y, dependiendo del diseño de la planta, queda un espacio más o menos extenso sin ocupar por las instalaciones.

En cuanto a los usos, la actividad en las plantas queda supeditada a la primordial, esto es, la explotación y mantenimiento de las instalaciones, quedando restringida la caza y la agricultura intensiva, así como cualquier otra actividad que pueda incidir o ser un riesgo para la instalación. Se permite sin embargo la ganadería de ovino para el control de la vegetación, la apicultura o, en ocasiones, ciertas experiencias en el ámbito de la agricultura sostenible. Además, las instalaciones se vallan por motivos de seguridad, usualmente con mallas de tipo cinegético.

Por último, y en función de las condiciones establecidas por las autoridades ambientales en la autorización de la planta o por la propia iniciativa de la empresa titular, se suelen poner en práctica medidas que contribuyen a la conservación o recuperación de la flora y fauna, tales como instalación de niales y refugios, recuperación de hábitats, reforestaciones, preservación de espacios naturales, eliminación de puntos negros para las aves, entre otras.

Todos estos cambios descritos a grandes rasgos suponen una modificación de los hábitats al que la comunidad faunística responde adaptándose a las nuevas condiciones. Llegados a este punto resulta de especial interés conocer cómo se traducen esos cambios en la biodiversidad, y si las plantas fotovoltaicas son o no lugares adecuados para favorecerla.

Para ello se están llevando estudios, como el que se expone en este informe, que pretenden, por un lado, valorar la comunidad faunística presente en las plantas fotovoltaicas, determinando su composición y riqueza. Y, por otro, ponerla en relación con la comunidad que había en el lugar antes de la instalación de la planta y de este modo evaluar también los cambios producidos y el sentido de los mismos.

En este cuarto año de estudios a través de la UNEF se han ofrecido a colaborar las empresas titulares de 5 instalaciones fotovoltaicas con distinta antigüedad y ubicación, donde se han desarrollado los trabajos de campo y toma de datos entre los meses de abril y junio de 2024. Esto determina el alcance de los resultados y conclusiones que se exponen a continuación y que, por lo tanto deben considerarse como una nueva aportación a la cuestión planteada.

2.- METODOLOGÍA

2.1.- AVIFAUNA

La avifauna es un grupo bioindicador especialmente cualificado para evaluar la biodiversidad de una zona. Ello es debido a dos factores. Por un lado, es un grupo muy diverso y representativo porque coloniza todo tipo de hábitats y porque se presenta a todos los niveles de la cadena trófica. Por otro lado, las aves son abundantes y relativamente fáciles de detectar e identificar a través de la mera observación, sin precisar métodos que resulten invasivos para las especies o los hábitats. Son, por tanto, un grupo idóneo para testar la salud y la diversidad de ecosistemas y hábitats.

Para las aves se ha enfocado el estudio con el objeto de caracterizar la comunidad presente en las instalaciones fotovoltaicas y de compararla con la que pudiera estar presente en ese emplazamiento previamente a su implantación. Para este segundo fin se ha seleccionado en un entorno cercano a la instalación solar un espacio de similares características y dimensiones, llamado “zona testigo”, donde se ha realizado la misma caracterización de la avifauna que en la planta fotovoltaica.

Para caracterizar las comunidades de aves que son propias de los espacios abiertos donde se implantan las instalaciones fotovoltaicas las metodologías más apropiadas son aquellas que permiten determinar las especies presentes y su número, esto es la riqueza, y las que permiten cuantificar las poblaciones o, al menos, su densidad relativa a través de índices kilométricos de abundancia (Tellería, 1984).

Estos métodos permiten además comparaciones en el tiempo y entre distintos espacios.

Considerando las diferencias de comportamiento o detectabilidad de las distintas especies de aves que era esperable encontrar, para este estudio se han utilizado las siguientes metodologías:

- Transectos, que consiste en establecer un recorrido representativo del territorio a prospectar para ser realizado lentamente a pie y durante el cual se registran todos los datos de los especímenes que se puedan identificar, bien visualmente o bien por sus cantos o reclamos. En el transecto se tiene en cuenta la distancia al observador para establecer una franja dentro de la que se puede determinar un índice kilométrico de abundancia (IKA) para cada especie o conjunto de especies.

En este estudio los transectos se han diseñado de 1 kilómetro de recorrido para ser completados en un tiempo aproximado de una hora. Uno de los transectos se ha establecido en el interior de la planta fotovoltaica y otro en la zona testigo.

Los transectos se han repetido 2 o 3 veces en un día según cada caso, llevándolos a cabo a primera hora de la mañana (al poco de amanecer), a media mañana, y, si lo permite la instalación, a última hora de la tarde (antes de que la falta de luz impidiera una adecuada identificación de las especies observadas).

Se han realizado uno en la planta y otro en la zona testigo, en condiciones de meteorología y visibilidad análogas y en días consecutivos o cercanos si los realiza un solo observador o simultáneamente en el mismo día con dos observadores.

Para establecer los IKA se han considerado sólo las observaciones habidas en una banda de 50 metros respecto de la línea de recorrido, 25 a cada lado de la ruta.

- Puntos de observación y escucha de aves (POEA), que consiste en seleccionar puntos concretos del terreno donde la persona que realiza el estudio permanece durante un tiempo determinado para tomar nota de todas las observaciones que realice, sean visuales o auditivas.

En este estudio los POEA se han ubicado en lugares representativos y dominantes en donde se permanecía al menos 30 minutos. Se han localizado POEA dentro de la planta y otros en la zona testigo. Desarrollándose en sendas tandas por zona. Se realizaron tras el transecto matinal y tras el vespertino, en este caso, ya en horario nocturno.

Complementariamente a las tomas de datos en los transectos y POEA, en los intervalos de tiempo entre ellas se han realizado recorridos a pie y en coche para completar el listado de especies que se pudieran observar.

De cada una de las observaciones se fue tomando nota de los siguientes datos:

- Fecha y hora
- Especie observada.
- Número de ejemplares observados.
- Ubicación de la observación / detección sobre plano.
- Distancia del observador a los ejemplares observados.

- Edad y sexo de los ejemplares observados.
- Comportamiento de los ejemplares observados: alimenticio, territorial, reproductor, etc.
- Tipo de hábitat en el que se produjo la observación.

PARÁMETROS E ÍNDICES

Al objeto de objetivar y comparar los resultados del estudio se han considerado los siguientes parámetros e índices al uso en este tipo de estudios.

- Índices kilométricos de abundancia (IKA), riqueza de especies y densidad

Mediante los índices kilométricos de abundancia (IKA) es posible obtener una medida del número y abundancia relativa de especies detectadas a lo largo de un recorrido predeterminado. Para ello se aplica la siguiente expresión:

$$IKA = \frac{N}{km}$$

Donde N es el número de individuos detectados en un recorrido concreto de una determinada especie o especies.

El cálculo del IKA se ha realizado exclusivamente para los individuos detectados dentro de la banda principal del transecto (25 metros a cada lado de la línea de progresión).

A partir de los datos colectados en los transectos, se ha calculado un índice de riqueza que permite ver de una manera muy sencilla y rápida hasta qué punto es más o menos extensa la comunidad de aves estudiada (número de especies detectadas por kilómetro de recorrido). Este cálculo también se ha realizado para las estaciones de observación.

Utilizando también los datos obtenidos dentro de la banda principal del transecto, se ha procedido a obtener un cálculo de densidad por hectárea de las especies presentes, teniendo en cuenta que al definirse transectos de 1 kilómetro con una banda principal de censo de 50 metros (25 a cada lado de la línea de progresión), en realidad se obtiene una imagen de las especies presentes dentro de un territorio que corresponde aproximadamente a 5 hectáreas. Con esta premisa, los IKA obtenidos para las diferentes especies se han dividido por 5, extrayéndose así la densidad relativa de aves por hectárea existente en el dominio del transecto. También se ha considerado la riqueza de especies, esto es, el número de especies totales avistadas.

- Índices de diversidad y similitud

Para completar y afinar en el conocimiento de la comunidad ornítica, la información obtenida en los transectos y estaciones de observación se ha procesado para realizar un cálculo de la diversidad y similitud de la comunidad de aves presente, tanto dentro de la planta FV como en el área testigo, gracias a lo cual se han obtenido valores numéricos comparables entre sí y comparables con los que resulten de los trabajos que puedan en futuras temporadas o en otras plantas fotovoltaicas.

A la hora de abordar este aspecto existen varios métodos cuantitativos que miden la diversidad específica, si bien nos hemos decantado por ser más apropiado al caso en estudio por el **índice de diversidad de Margalef**, que se corresponde con la siguiente expresión:

$$I = \frac{(S - 1)}{\ln N}$$

Donde:

I = Diversidad específica.

S = Número de especies detectadas (riqueza).

N = Número total de individuos de todas las especies detectadas.

Con este índice, si los valores obtenidos para I son menores que 2, se considera que la diversidad presente es baja; si el valor de I se sitúa entre 2 y 5 estamos ante una diversidad media y, finalmente, si el valor alcanzado por I es mayor que 5 se trata de una diversidad alta.

Para comprobar hasta qué punto son parecidas las comunidades de aves existentes en el interior de la planta fotovoltaica y en el área testigo, se ha aplicado un índice de similitud. Como en el caso anterior, existen multitud de expresiones matemáticas que miden el grado de similitud entre dos comunidades, pero, en este caso, se ha aplicado el **índice de similitud de Sorensen** ya que concede mayor importancia a las especies compartidas por las comunidades comparadas, lo que se ajusta mejor a la hipótesis de partida del trabajo (esto es, que las comunidades existentes en el área testigo y en el interior de la planta son, en origen, muy similares).

El índice de Sorensen se corresponde con la siguiente expresión:

$$S = \frac{(2c)}{a + b + 2c}$$

Donde:

c = Número de especies compartidas por las localidades comparadas (a y b).

a = Número de especies presentes de forma exclusiva en la localidad a.

b = Número de especies presentes de forma exclusiva en la localidad b.

Los valores que se obtienen con este método se sitúan entre 0 y 1, de manera que cuanto más próximo está el resultado a la unidad, mayor similitud existe entre las comunidades comparadas. No obstante, es más habitual expresar la similitud en porcentaje, por lo que el resultado obtenido hay que transformarlo de forma muy sencilla. Así, por ejemplo, si obtenemos un valor de 0,768 para el índice de Sorensen significa que ambas comunidades son similares en un 77%.

2.2.- OTRAS ESPECIES. MAMÍFEROS

Para completar el estudio se han tomado datos de otras especies no aves observadas o rastreadas durante la realización de los transectos, los POEA y los recorridos complementarios. Se ha prestado especial atención a mamíferos y para ellos además se han instalado 2 cámaras de fototrampeo en el interior de las plantas fotovoltaicas.

Los mamíferos, muy activos durante las horas nocturnas, son difíciles de observar por el día y sin este método, debido a la ausencia de luz, también por la noche. De manera que la instalación de cámaras de fototrampeo, activadas por movimiento y dotadas de sensores infrarrojos, resulta óptima para la determinación de las diferentes especies de mamíferos presentes en un entorno determinado.

En cada planta fotovoltaica se instalaron dos cámaras de fototrampeo dispuestas con atrayentes alimenticios y durante un periodo de aproximadamente un mes tras la primera visita de campo.

Los temporizadores de disparo de las cámaras se mantuvieron en continuo durante las 24 horas del día. Los ciclos de disparo se dispusieron de tal modo que, con intervalos de 30 segundos, las cámaras fueran capaces de hacer tres fotografías y un video.

Las cámaras se instalaron en dos puntos suficientemente distanciados para lograr una adecuada caracterización de la comunidad de mamíferos presentes en el conjunto de toda la planta fotovoltaica y en lugares que, previamente prospectados, fueron considerados óptimos para garantizar el éxito de los registros fotográficos y las filmaciones.

Una vez recogidas las cámaras, se procedió al visionado de las fotografías y filmaciones de video. Se realizó una clasificación de los fotogramas y vídeos exitosos y se nombraron las capturas conforme al siguiente formato de nomenclatura:

XXXXXXXX_FVXXXXXX_Especie_nº foto/video de la jornada_cámara X

Con estos registros se ha configurado un archivo clasificado por especies.

3.- ALCANCE DEL ESTUDIO

El estudio se ha realizado bajo las mismas premisas y metodología que en anteriores campañas pero en las siguientes instalaciones de la Tabla nº 1 y del mapa de la Figura nº 1.

Nombre de la planta	Titular	Año en servicio	Localización	Superficie(ha)/MW	Tipo de instalación
El Quintillo	Renovalia Energy Group	2008	Puertollano (Ciudad Real)	97,25 ha / 47,6 MW	Fijo
Magascona/Trujillo III	Q Energy	2007 2010	Trujillo (Cáceres)	100 ha / 20 MW 34 ha / 10 MW	Seguidor 1 eje Fijo
Talayuela Solar	Statkraft	2021	Talayuela (Cáceres)	820 ha / 300 MW	Seguidor 1 eje
Flotas de los Álamos	Enel Green Power España	2020	Totana (Murcia)	153 ha / 100 MW	Seguidor 1 eje
Calatrava 1 y 2, Ninobe, Iberelétrica	Enel Green Power España	2022	Manzanares (Ciudad Real)	185,75 ha / 66,84 MW	Seguidor 1 eje

Tabla nº 1. Plantas fotovoltaicas participantes en el estudio.

Las 5 zonas testigo evaluadas son todas ellas cercanas a las respectivas instalaciones y con unas características análogas a las que presentaba la zona de implantación de las plantas. En la tabla nº 2 se incluye un resumen de la descripción de las zonas testigo.

Nombre de la planta	Zona testigo	Características zona testigo	Usos actuales zona testigo
El Quintillo	Finca La Romera	Rañas con cultivos de cereal y dehesa rodeadas de monte mediterráneo. Algunas charcas de uso agroganadero y cinegético.	Agrícola y cinegético de menor y mayor
Magascona / Trujillo III	Dehesa Magasquilla	Llanuras con pastizales naturales con vaguadas, arroyos y charcas de escasa entidad.	Ganadería de vacuno y ovino y caza menor
Talayuela Solar	Cerroverde	Extensos pastizales abiertos y dehesa de encina y alcornoque	Ganadería de vacuno y ovino en y caza menor en terrenos abiertos.
Calatrava 1 y 2, Ninobe, Iberelétrica	Los Caballeros	Campos de cultivo de cereal de secano con algunas parcelas abandonadas, algo de matorral difuso con arbolado muy disperso.	Agricultura de secano, ganadería de ovino, caza menor en terrenos abiertos e infraestructuras cercanas (autovía, tren)
Flotas de los Álamos	Lomo de las Cabrerías	Llanura parcelada de cultivos de secano y regadío con charcas.	Agrícola de secano y regadío, ganadería y caza menor

Tabla nº 2. Zonas testigo seleccionadas para el estudio.



Figura nº 1. Localización de las plantas fotovoltaicas estudiadas.

4.- DESARROLLO

Se resumen a continuación las fechas y condiciones de realización de la toma de datos en campo.

Nombre de la planta	Fechas transectos y POEA	Meteorología
El Quintillo	17 y 18 de abril	Soleado, temperaturas medias, buena visibilidad.
	27 y 28 de mayo	Soleado, temperaturas medias ascendiendo, buena visibilidad.
Magascona/Trujillo III	3 de junio	Nublado con chubascos dispersos, temperaturas medias y buena visibilidad.
	28 y 29 de junio	Nublado con chubascos dispersos, temperaturas medias y buena visibilidad.
Talayuela Solar	18 de abril	Soleado con nubes altas, temperaturas medias, buena visibilidad.
	17 de mayo	Nubes y claros con nubes de evolución, temperaturas medias, buena visibilidad.
Calatrava 1 y 2, Ninobe, Iberelétrica	27 de mayo	Soleado, temperaturas altas, buena visibilidad.
	19 de junio	Soleado, temperaturas medias ascendiendo, buena visibilidad.
Flotas de los Álamos	23 y 24 de mayo	Soleado, temperaturas altas, buena visibilidad.
	19 y 20 de junio	Soleado, temperaturas altas, buena visibilidad.

Tabla nº 3. Fechas de realización y meteorología durante el estudio.

Las cámaras de fototrampeo se instalaron en la primera de las vistas y se retiraron en la segunda.

Mejoras aplicadas en las plantas y limitantes para la presencia de fauna.

Aparte de las cuestiones anteriores, otro aspecto a considerar es la presencia o no de mejoras o de limitantes que pudieran afectar a las condiciones de los hábitats y a la presencia o ausencia de especies en las zonas estudiadas. En el cuadro siguiente se resumen las que se han considerado más significativas.

Nombre de la planta	Control de la vegetación herbácea	Mejoras para la bdv	Limitantes
El Quintillo	Ganado ovino y siega mecánica	Conservación de charca y de zonas de dehesa arbolada dentro del perímetro de la instalación	Campos secos a comienzos de la primavera.
Magascona/Trujillo III	Ganado ovino y siega mecánica	Cajas anidaderas sobre postes ocupadas con éxito por distintas especies de aves	Campos muy secos a comienzos de la primavera.
Talayuela Solar	Ganado ovino y siega mecánica	Conservación de charcas y de extensas zonas de dehesa arbolada dentro del perímetro de la instalación	Campos muy secos a comienzos de la primavera.
Calatrava 1 y 2, Ninobe, Iberelétrica	Ganado ovino y siega mecánica	Cajas anidaderas sobre postes ocupadas con éxito por distintas especies de aves. Corredor ecológico para esteparias. Plantaciones recientes no desarrolladas todavía. Majanos y bebederos	Temperaturas altas en la primera visita y campos muy secos.
Flotas de los Álamos	Ganado ovino y siega mecánica	Cajas anidaderas sobre postes ocupadas con éxito por distintas especies de aves. Creación de un corredor ecológico para esteparias. Plantaciones de especies arbóreas y arbustivas. Bebederos para aves de reciente instalación.	Temperaturas altas en la primera visita y campos muy secos.

Tabla nº 4. Actuaciones de mejora y factores limitantes de la biodiversidad en las plantas fotovoltaicas participantes en el estudio.

5.- RESULTADOS

El desarrollo del estudio en cada una de las instalaciones y sus resultados ha sido objeto de informes individuales que se citan al final del informe. A continuación se resumen y valoran aquí los resultados obtenidos.

5.1.- Aves:

Índice de riqueza (número de especies detectadas)

Se han calculado los índices de riqueza en función del número de especies de aves detectadas a lo largo del desarrollo de los trabajos (riqueza total), bien sea sólo en los transectos (considerando dentro y fuera de banda) o bien sólo en los puntos de observación y escucha; recogiendo los resultados en la siguiente tabla.

Emplazamiento	Riqueza Fv TOTAL	Riqueza Z.Testigo TOTAL	Riqueza Fv Transecto	Riqueza Z.Testigo Transecto	Riqueza POA Fv	Riqueza POA ZT
El Quintillo	33	36	24	33	25	25
Magascona/Trujillo III	33	35	28	30	23	25
Talayuela Solar	46	47	34	43	36	31
Calatrava 1 y 2, Ninobe, Iberelétrica	21	13	19	11	13	10
Flotas de los Álamos	29	26	18	26	26	21

Tabla nº 5. Índices de riqueza en 2024 (número especies) de aves en plantas fotovoltaicas (FV) y zonas testigo (ZT).

La riqueza de especies obtenida es distinta según los emplazamientos y en las comparaciones con las zonas testigo.

En las plantas fotovoltaicas se han detectado en la primavera de 2024 entre 21 y 46 especies de aves, que, dado el periodo en el que se ha realizado el estudio, se encontraban en la época de reproducción. Fuera de ellas el rango ha sido entre 13 y 47 especies.

La instalación con más especies detectadas globalmente ha resultado ser la de Talayuela Solar, mientras que las que han presentado menor riqueza han sido las 4 de Manzanares, con una notoria diferencia respecto de la primera que tiene su base en

unas condiciones del hábitat muy favorable para la primera y mucho menor para la segunda, como también se ve reflejado en los datos de las respectivas áreas testigo.

La presencia de hábitats más propicios para la avifauna, como las charcas y zonas de dehesa arboladas o no pero bien desarrolladas, dentro de la planta o en su entorno inmediato parece ser el factor que ha influido más en la observación de una mayor diversidad en Talayuela Solar, Magascona/Trujillo III y El Quintillo.

En cuanto a la comparativa con las zonas testigo, se han dado distintas situaciones. Flotas de los Álamos y las de Manzanares han presentado una mayor riqueza total en la planta que en el área testigo. Mientras que en las tres restantes, aunque por poca diferencia, ha sido en el área testigo donde se ha observado algo más de riqueza.

En este año 2024, la primavera ha empezado muy seca, lo que ha impedido o retrasado el desarrollo de la vegetación y, con ella, la presencia de especies.

Se observa que las plantas solares han albergado una diversidad significativa de especies incluso mayor en algunos casos de la que estaba presente en la zona antes de la implantación y que, en todo caso, incluso cuando no hay un gran número de especies, albergan una comunidad de interés comparable a la que pueda haber en su exterior.

Factores como la ubicación de la planta, los hábitats disponibles dentro y en colindancia con ella, la antigüedad de la instalación, las mejoras ambientales, la época del año, la meteorología y el número de muestreos realizados han influido en los resultados.

Comparación con resultados anteriores

Entre 2021 y 2023 se realizaron estudios análogos al efectuado en este 2024. Comparando los resultados de riqueza indican que este año tanto en las instalaciones estudiadas como en las áreas testigo se han localizado menos especies (ver tablas 5 y 6). Pero que en algunos casos este año el diferencial con la zona testigo es más alto en favor de la planta solar.

Tabla nº 6. Índices de riqueza en años anteriores (número de especies detectadas) de aves en plantas fotovoltaicas y zonas testigo.

Emplazamiento	Riqueza Fv TOTAL	Riqueza Z.Testigo TOTAL	Riqueza Fv Transecto	Riqueza Z.Testigo Transecto	Riqueza POA Fv	Riqueza POA ZT
El Quintillo 2022	42	39	33	33	29	28
Magascona/Trujillo 2022	36	40	35	33	20	26
Talayuela Solar 2023	50	55	26	47	43	40
Calatrava 1 y 2, Ninobe, Iberelétrica 2023	23	19	16	16	11	5
Flotas de los Álamos 2023	31	30	24	28	12	6

Diversidad específica. Índice de Margalef

Para profundizar algo más en el análisis de la diversidad encontrada se ha calculado el índice de Margalef, que pondera la riqueza de especies con la abundancia de las mismas.

El resultado obtenido en las plantas ha sido el siguiente para el conjunto de los muestreos realizados en 2024:

EMPLAZAMIENTO	EN LA PLANTA FV
El Quintillo	3,82
Magascona/Trujillo	5,1
Talayuela Solar	5,7
Calatrava 1 y 2, Ninobe, Iberelétrica	3,19
Flotas de los Álamos	3,14

Tabla nº 7. Índices de diversidad específica de Margalef en plantas fotovoltaicas (primavera de 2024).

Como se puede observar la diversidad específica presenta unos rangos variables según instalaciones.

Similitud. Índice de Sorensen

Se ha comparado también el grado de similitud de la comunidad de aves dentro y fuera de la planta obteniéndose en 2024 un rango de resultados entre el 63 y el 69%.

En 2023 el rango de resultados fue entre el 61 y el 72 %, muy similar al encontrado en años anteriores (en 2022 fue entre el 64 % y el 73 %).

Es decir, dentro y fuera de las plantas se comparte una mayoría de especies, pero también hay diferencias en un tercio de las especies observadas.

Las plantas fotovoltaicas suelen coincidir con las áreas testigo en la presencia mayoritaria de especies de carácter estepario ligadas a los espacios de uso agro-ganadero, y difieren en las ligadas a determinados hábitats que pueden estar representados o no dentro y fuera de la planta o ser inmediatamente colindantes a las zonas estudiadas. También pueden diferir, y seguramente sea el caso de este año, según haya sido la respuesta de una u otras zonas a las condiciones meteorológicas extremas.

EMPLAZAMIENTO	GRADO DE SIMILITUD
El Quintillo	67%
Magascona/Trujillo	68%
Talayuela Solar	69%
Calatrava 1 y 2, Ninobe, Iberelétrica	69%
Flotas de los Álamos	63%

Tabla nº 8. Índice de grado de similitud de Sorensen entre plantas fotovoltaicas y sus zonas testigo respectivas (primavera de 2024).

IKA y abundancia relativa

El índice kilométrico de abundancia refleja la densidad relativa de ejemplares de aves encontrada durante la realización de los transectos Se han obtenido los IKA totales y el promedio considerando los distintos recorridos realizados dentro y fuera de la planta. Los resultados se muestran en la tabla siguiente.

Como se puede observar los IKA presentan gran variabilidad influida, sobre todo en los casos de índice más alto, por determinadas especies que se presentaron de forma masiva en ciertos puntos y circunstancias.

Emplazamiento	Mes	Promedio IKA Fv	Promedio IKA ZT
El Quintillo	ABRIL	27,3	49
	MAYO	109	101
Magascona/Trujillo III	JUNIO	13,7	27
	JUNIO	9,7	41,7
Talayuela Solar	ABRIL	22	63,7
	MAYO	21	51,7
Calatrava 1 y 2, Ninobe, Iberelétrica	MAYO	34,5	13
	JUNIO	106,5	60
Flotas de los Álamos	MAYO	28	36,5
	JUNIO	65,5	6

Tabla nº 9. Índices kilométricos de abundancia (IKA promedio) obtenidos en el estudio de primavera de 2024.

Comparando por ejemplo con los resultados de 2022 (ver Tabla nº 10) se observa que los IKA son muy variables de un año para otro y según las instalaciones y zonas testigo, por lo que su análisis no ofrece conclusiones claras, más allá de que no parece que sea la variabilidad de hábitats dentro y fuera de la planta el elemento más significativo para explicar sus variaciones. Hay otros factores que deben influir más en los IKA encontrados, por ejemplo, la situación concreta de los hábitats en el momento de censo o la presencia y fenología de las especies más gregarias.

Emplazamiento	Mes	Promedio IKA Fv	Promedio IKA ZT
Quintillo	ABRIL	33,7	38,3
	MAYO	55	173,3
Mula	ABRIL	30	175,3
	MAYO	22,7	30,7
Magascona/Trujillo III	ABRIL	104	37
	MAYO	90	57
Flotas de los Álamos	ABRIL	60,3	62,3
	MAYO	89,5	34,5

Tabla nº 10. Índices kilométricos de abundancia (IKA promedio) obtenidos en el estudio de 2022.

Especies de singular interés observadas dentro y fuera de las instalaciones.

De las observaciones de aves obtenidas durante la realización del estudio se han destacado las que se han considerado de especial interés, bien sea por tratarse de especies con grados de protección o amenaza especiales, bien por pertenecer a grupos de especies indicadoras de hábitats de especial valor o bien por concitar interés social o científico.

Con los registros se ha elaborado el listado de especies (Tabla nº 11) que permite también comparar las especies singulares detectadas dentro y fuera de las plantas.

La tabla muestra que los espacios ocupados por las plantas fotovoltaicas estudiadas en 2024 son lugares de avistamiento de una buena variedad de aves rapaces. Asimismo, en algunos casos, acogen taxones de interés asociados a los hábitats esteparios y agrarios de pastizal.

Dadas las características de las ubicaciones de las tres instalaciones, dos han sido más destacadas en la observación de rapaces (Talayuela Solar y Magascona/Trujillo III), mientras que en Flotas de los Álamos hay una mayor presencia de especies esteparias de interés, como el alcaraván, la carraca y la ganga ortega. En las plantas de Manzanares también se han avistado especies esteparias, como la carraca o la ganga ortega. Fuera de las plantas fotovoltaicas también se han avistado este tipo de especies de interés y en ocasiones algunas otras.

Emplazamiento	Fotovoltaica	Zona testigo
El Quintillo	Mochuelo común Alcaraván Chotacabras cuellirrojo Buitre leonado Autillo Tórtola común	Mochuelo común Cernícalo común Buitre leonado Ganga ortega Tórtola común
Magascona/Trujillo III	Buitre negro Águila ratonera Águila culebrera Carraca Cernícalo primilla Cernícalo común Águililla calzada Milano negro	Buitre negro Águila ratonera Mochuelo Garza imperial Águila culebrera Cernícalo primilla Cernícalo común Águililla calzada Avutarda Ganga ortega Milano negro Milano real
Talayuela Solar	Buitre negro Águila ratonera Mochuelo Garza imperial Águila ratonera Águila culebrera Cernícalo común Buitre leonado Aguilucho lagunero Milano negro Milano real	Buitre negro Águila ratonera Mochuelo Garza imperial Águila ratonera Águila culebrera Cernícalo común Elanio azul Buitre leonado Aguilucho lagunero Milano negro Milano real
Calatrava 1 y 2, Ninobe, Iberelétrica	Águila imperial ibérica Águila ratonera Cernícalo común Críalo Carraca Ganga común	Águila culebrera Cernícalo común

Flotas de los Álamos	Mochuelo común Alcaraván Chotacabras cuellirrojo Aguilucho lagunero Carraca Cernícalo primilla Cernícalo común Águililla calzada Ganga ortega	Mochuelo común Alcaraván Chotacabras cuellirrojo Cernícalo común Ganga ibérica o común Chova piquirroja
----------------------	---	--

Tabla nº 11. Especies de singular interés observadas en las plantas fotovoltaicas y en las zonas testigo en 2024.

Comportamientos observados (reproductor, alimentación, descanso)

Los comportamientos de las aves observados durante la realización del estudio son en su mayor parte de tipo alimenticio y reproductor. Las plantas solares son un espacio amplio y relativamente tranquilo donde es posible encontrar insectos y semillas, y también roedores, conejos, reptiles y otras aves susceptibles de convertirse en presa.

Una parte importante de estos comportamientos alimenticios se han observado en las lindes de los caminos y en terrenos donde aparecen plantas adventicias o donde puede haber restos de matorral, o incluso de arbolado disperso, así como en las lindes del vallado. Ello da una idea de la importancia que pueden llegar a tener los espacios libres y los ecotonos que puedan conservarse o desarrollarse dentro y en el perímetro de la planta, así como la del manejo que se realice de la vegetación dentro de la instalación.

También se han observado comportamientos reproductores en algunas especies, que han aprovechado herbazales y las propias instalaciones para ubicar sus nidos.

Una parte de los comportamientos alimenticios encontrados, dada la época del año en la que se realizó el estudio, deben considerarse asociados también al proceso reproductivo, ya que lo obtenido en la planta servía para cebar en los nidos o a los pollos ya volantones.

Otro porcentaje importante de observaciones lo fue de aves en paso, trasladándose en vuelo por encima de la planta. Este es el caso habitual de las grandes rapaces (buitres y águilas). Observándose el caso también de que algunas de ellas, por ejemplo el buitre leonado, o el águila culebrera, han empleado los postes de alguna línea eléctrica de evacuación como posaderos.

En otras épocas diferentes a la de realización de este estudio sería bastante probable que se observe la presencia de dormideros de aves en paso o en invernada que empleen el interior o la proximidad de las instalaciones.

Las plantas fotovoltaicas aportan por tanto un hábitat que puede ser propicio para distintas fases y comportamientos del ciclo vital de las aves, funcionalidad que,

además, se podría potenciar con éxito introduciendo mejoras como, entre otras, la instalación de cajas anidaderas, bebederos o charcas.

5.2.- Fototrampeo. Mamíferos. Especies detectadas

Como entre 2021 y 2023 la instalación de cámaras de fototrampeo ha arrojado unos resultados acordes con el escaso tiempo que se han podido mantener instaladas las cámaras (un mes), aunque los mismos ha resultado ser interesantes y esperanzadores en relación a la aptitud de las plantas fotovoltaicas para alojar mamíferos terrestres.

Las cámaras sólo han estado colocadas un promedio de un mes y distintos sucesos han condicionado la presencia de las especies objetivo para esta actuación. Así, por ejemplo, la presencia de gatos domésticos o ganado con perros han sido factores negativos para la detectabilidad y presencia de mamíferos terrestres salvajes.

Un estudio de fototrampeo mantenido a lo largo del año daría sin duda mayores resultados de presencia de otras especies de carnívoros. Máxime si se adoptaran algunas medidas para facilitar su presencia y la transitabilidad hacia las plantas.

En la tabla nº 12 se incluyen las especies fotografiadas en 2024 y en los respectivos informes adjuntos se incluye una muestra de las fotografías obtenidas.

Emplazamiento	Especies
El Quintillo	Ciervo rojo y jabalí
Magascona/ Trujillo III	(sin resultados)
Talayuela Solar	Zorro, jabalí, tejón, lirón careto, mochuelo, abubilla
Calatrava 1 y 2, Ninobe, Iberelétrica	Gato doméstico, liebre, conejo, zorro y urraca
Flotas de los Álamos	Conejo (observado zorro y liebre)

Tabla nº 12. Especies detectadas en el fototrampeo en las plantas fotovoltaicas del estudio (2024) y otras detectadas en la realización de los trabajos.

6.- RESUMEN Y CONCLUSIONES

Desarrollo del estudio

- A propuesta de UNEF y con la colaboración de las empresas propietarias se han estudiado en 2024 cinco instalaciones de plantas solares fotovoltaicas para valorar la biodiversidad presente en las mismas utilizando como bioindicador principal las aves.
- Las plantas estudiadas han sido, El Quintillo en la provincia de Ciudad Real, Magascona/Trujillo III y Talayuela Solar en Cáceres, un conjunto de 4 plantas aledañas en Manzanares provincia de Ciudad Real (Calatrava 1 y 2, Ninobe y Ibereléctrica). Y Flotas de los Álamos en la provincia de Murcia Las empresas titulares de las mismas son Q Energy, Renovalia, Statkraft y Enel Green Power España.
- Las plantas fotovoltaicas son de mediano y notable tamaño, según el caso (ocupando superficies de 144, 153, 820 y 185 hectáreas respectivamente.
- Tienen diferentes fechas de construcción que abarcan desde 2007 hasta el 2022.
- De las cinco tres disponen los paneles sobre seguidores de un eje y dos (El Quintillo y Trujillo III) los disponen fijos.
- Para disponer de una referencia comparativa de la presencia de especies se han seleccionado unas zonas testigo cercanas y de características similares a la que tendría la de implantación de cada planta.
- El estudio se ha llevado a cabo entre abril y junio de 2024, coincidiendo con la fase central del periodo reproductor de las aves.
- La meteorología ha resultado favorable, si bien debido a la ausencia de precipitaciones habidas a lo largo del invierno y comienzo de la primavera, los campos estaban especialmente secos y faltos de vegetación al comienzo de los trabajos.
- Para caracterizar la presencia de aves se han tenido en cuenta cuatro parámetros e índices, la riqueza, esto es el número de especies detectadas, el índice kilométrico de abundancia, una medida de densidad relativa del número de ejemplares por kilómetro dentro de una banda de 50 metros, la diversidad específica del índice de Margalef y el índice de Sorensen para el grado de similitud.
- Para obtener los datos precisos para calcular estos parámetros se establecieron transectos de un kilómetro de longitud y puntos de observación y escucha, que se llevaron a cabo tanto dentro de la planta como en la zona testigo. Asimismo, para completar la información, se realizaron otras observaciones a lo largo del día.

- De cara al análisis de resultados se ha tenido en cuenta la incidencia de la puesta en práctica de medidas de gestión de la vegetación y de mejora para las especies, así como los factores limitantes que se pudieran dar.
- Complementariamente al estudio de la comunidad de aves se han hecho rastreos de otras especies no aves y se han instalado dos cámaras de fototrampeo que por periodo de un mes estaban colocadas con la intención de registrar mamíferos y otras especies terrestres.

Resultados obtenidos

- Los resultados del estudio llevado a cabo en 2024 difieren en cierta medida de los obtenidos en años anteriores. Ello ha sido debido a distintos factores:
 - Las adversas condiciones del terreno, acumuladas con la de años anteriores.
 - Algunas plantas son de reciente inauguración entre 2020 y 2022, por lo que todavía no se ha recuperado bien la vegetación tras las obras y no ha dado tiempo a que fructifiquen las medidas de mejora ambiental.
- La riqueza de especies encontrada en las plantas fotovoltaicas ha alcanzado valores notables en Talayuela Solar, algo menor en Magascona/Trujillo III y El Quintillo, y algo más bajos en las plantas de Manzanares y Flotas de los Álamos.
- Las plantas con mayor riqueza han sido las que presentan mejor estado de los hábitats y puntos con agua (charcas) cercanos. Tal vez por ese motivo hayan respondido mejor a las malas condiciones meteorológicas encontradas.
- En comparación con las zonas testigo en este estudio y época del año Flotas de los Álamos y Manzanares han mostrado una riqueza total mayor mientras que en las restantes la riqueza ha sido pareja, aunque algo menor en la planta que fuera de ella.
- A nivel de riqueza y considerando la superficie que ocupan y los tipos de hábitats presentes en las plantas fotovoltaicas, los datos de Talayuela Solar ($r=46$) han sido comparables a los estimados como promedio en cuadrículas de 50x50 km en esas zonas según lo publicado en el Atlas de la Aves Reproductoras de España (Carrascal, L.M. y Lobo, J. en: Martí, R y Del Moral, J.C. 2003). Mientras que en El Quintillo ($r=33$), Magascona/Trujillo III ($r=33$), Flotas de los Álamos ($r=29$), y Manzanares ($r=21$) los resultados han sido menores. En las áreas testigo la comparación con la riqueza potencial es similar a la descrita dentro de las plantas.

En la publicación de Carrascal et al. (2003) la riqueza de especies reproductoras en dichas cuadrículas (mucho más extensas y con mayor diversidad de hábitats) se

promedió en 48 en la zona de Murcia, 68 especies en la zona de Olmedilla (Cuenca) y Manzanares (Ciudad Real) y 71 en el área de la provincia de Cáceres.

- El índice de Margalef ha ofrecido distintos resultados según las plantas. Sólo Talayuela presentó un dato mayor, siendo medio o bajo en las dos restantes.

- La similitud de las comunidades orníticas dentro y fuera de la planta es alta (índice de Sorensen), entre el 63 y el 69 %, pero hay un tercio de especies en promedio que diferencia unas zonas de otras.

- Los índices kilométricos de abundancia calculados en las plantas fotovoltaicas ofrecen unos resultados diversos muy influidos por la presencia de especies oportunistas y gregarias que alcanzan alto número de ejemplares en determinadas circunstancias.

- En cuanto a especies de interés singular por encontrarse protegidas o ser representantes de hábitats amenazados, en las plantas fotovoltaicas estudiadas se ha observado una notable presencia, normalmente en vuelo, pero también en posada o alimentándose, de aves rapaces (buitres, águilas, milanos, aguiluchos, águilas, etc.). Dadas las características de los hábitats se han encontrado especies de aves esteparias sobre todo en Flotas de los Álamos (alcaraván, carraca, ganga ortega, cernícalos) y Manzanares (carraca, ganga ortega).

- La aplicación de medidas de protección y mejora ambiental está dando resultados positivos en la presencia de especies, entre ellas algunas singulares. Por ejemplo, la instalación de niales ha dado buenos resultados para la carraca o el cernícalo común. El mantenimiento de corredores ecológicos suficientemente amplios está siendo resultando beneficioso para algunas especies esteparias, como la ortega y el sisón. La preservación de manchas de arbolado y matorral permite mejorar la biodiversidad global.

- Por su parte, el empleo para el control de la vegetación herbácea en las plantas fotovoltaicas de ganado o de medios mecánicos en lugar de productos fitosanitarios genera un ambiente libre de contaminantes que beneficia a la biodiversidad.

- En comparación con las zonas testigo, las especies de interés localizadas son muy similares. Si bien la disponibilidad de mejores hábitats ha conllevado que, por ejemplo, en el exterior de las plantas de la provincia de Cáceres se hayan observado más especies de rapaces.

- El fototrampeo, aun estando limitado por el escaso periodo de permanencia de las cámaras, ha ofrecido resultados interesantes de presencia de varias especies de mamíferos terrestres en Talayuela Solar. Dentro de los recintos es posible la presencia abundante de especies presa, como el conejo o la liebre; de ungulados, como el jabalí o el ciervo; o de carnívoros, como el zorro o el tejón.

- Los resultados del estudio se deben de interpretar en el contexto de su realización por las características y ubicación de las plantas, las fechas de las salidas de campo, la meteorología y la intensidad y periodicidad de los muestreos. Es por ello que, de ampliarse a distintas épocas del año, o si se diversificaran las instalaciones analizadas, los resultados en cuanto a diversidad encontrada en las plantas serían más significativos.

Aptitud de las instalaciones solares fotovoltaicas como refugio de fauna

- A la vista de los resultados de los estudios llevados a cabo entre 2021 y 2024 resulta indudable que una vez puesta en marcha una instalación fotovoltaica su espacio resulta apto para la presencia de un buen número de especies de aves, de invertebrados y de otros vertebrados. Además, pueden albergar especies de interés facilitando un espacio seguro incluso para su reproducción. Pueden contribuir por tanto a la protección y conservación de especies, incluidas las protegidas.

- La aptitud como refugio de fauna de las plantas fotovoltaicas se sustenta en la presencia de un hábitat dominante que se puede considerar seminatural, de tipo estepario, con formaciones de plantas adventicias o de pastizal, que suelen controlarse con medios de bajo impacto (ganado ovino o mecánicos). A ello se pueden añadir, según las instalaciones, espacios libres con matorral o arbolado disperso, así como tramos de lindes vegetadas, sobre todo en el vallado, y pequeños humedales, como charcas y arroyos.

- A las condiciones de los hábitats se añade como revulsivo para la presencia de especies la tranquilidad y ausencia de otros impactos derivadas de excluir el interior de los recintos de las actividades agrarias intensivas, de las cinegéticas o de otras actividades recreativas. También el no emplear fitosanitarios da lugar a que la ausencia de contaminantes agroquímicos ayude sustancialmente a la biodiversidad.

- Se ha observado que algunas medidas de mejora ambiental pueden tener un rápido y positivo impacto en la biodiversidad, especialmente si se introduce variedad en los hábitats y en la vegetación, si se dejan espacios libres de placas o se respetan corredores ecológicos y si se instalan puntualmente cajas-nido o bebederos y charcas donde no las hubiera.

- Dadas las características de las plantas fotovoltaicas hay especies que no encuentran aquí su hábitat idóneo, y eso se ha puesto de manifiesto en la comparación con alguna de las zonas testigo. Pero por lo general, si se ha escogido bien el emplazamiento, evitando afectar a los espacios de más valor y especies más sensibles, y se hace un adecuado mantenimiento, en las plantas fotovoltaicas se podrá establecer a medio plazo una biodiversidad de fauna incluso superior a la preexistente.

Propuestas de mejora destinadas a la biodiversidad

- Los estudios realizados desde 2021 ponen de manifiesto como algunas sencillas mejoras, como la disposición de cajas anidaderas, puede generar un efecto muy favorable en las aves protegidas (caso, por ejemplo, de la carraca o el cernícalo común). Resultando obvio que en el amplio espacio de una instalación se pueden acometer medidas de mejora medioambiental que, sin afectar a la producción eléctrica, potencien cualidades que faciliten una mayor acogida de fauna y de biodiversidad en general.
- También se ha puesto de manifiesto como el espacio de la planta puede ser una fuente muy notable de recursos tróficos para las aves, como semillas e insectos, que se ven favorecidos por un control lo más tardío posible de la vegetación herbácea y por la correcta aplicación de medios mecánicos o del uso del ganado.
- A la vista de los datos dentro de las mejoras destinadas a la biodiversidad que se pueden poner en práctica, se consideran de especial relevancia las siguientes:
 - La protección y potenciación de los hábitats singulares y espacios de importancia para la fauna de los que ya disponga el terreno.
 - El correcto manejo del control de la vegetación empleando para ello solo ganado o medios mecánicos.
 - La potenciación de los espacios libres dentro de la instalación y la creación de corredores ecológicos.
 - La recuperación con técnicas de restauración ecológica de hábitats naturales en función de la vocación del terreno,
 - La mejora de la permeabilidad para el paso de la fauna
 - La disposición de elementos o intervenciones que favorezcan a especies o grupos de especies de singular interés (cajas anidaderas, majanos, refugios de insectos y de quirópteros, etc.).
- Resulta determinante para la mayor eficacia y credibilidad de las medidas de mejora de la biodiversidad que se pretendan implantar en una instalación fotovoltaica que desde la fase de localización y diseño de proyecto se tenga en cuenta este objetivo medioambiental, partiendo de la base de evitar emplazamientos en los que se pueda producir una importante afección, ya que la reparación de los impactos en la fauna y sus hábitats no son sólo de incierta eficacia, sino que suelen ser costosos y generar problemas de gestión.

Seguimiento y validación de resultados

- A todo lo anterior hay que añadir la importancia que tiene una monitorización estandarizada, constante y comprometida con el objetivo de proteger y mejorar la

biodiversidad. A través de ella no sólo se podrán validar los resultados a nivel técnico y científico, sino que se podrá trasladar a la sociedad una imagen real de confianza de la labor de las empresas en favor de la biodiversidad.

7.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y DOCUMENTALES

Carrascal, L.M. y Lobo, J. (2003). Respuestas a viejas preguntas con nuevos datos: estudio de los patrones de distribución de la avifauna española y su aplicación en conservación. En: Martí, R y Del Moral, J.C. 2003. Atlas de las aves nidificantes de España. Sociedad Española de Ornitología. Madrid: 651-668.

Tellería, J.L. (ed.) (1986) Manual para el censo de los vertebrados terrestres. Ed. Raíces. Madrid.

INFORMES DE CADA UNA DE LAS INSTALACIONES

- Informe Planta Fotovoltaica El Quintillo. EMAT s.l. 2024
- Informe Planta Fotovoltaica Magascona/Trujillo III. EMAT s.l. 2024
- Informe Planta Fotovoltaica Talayuela Solar. EMAT s.l. 2024
- Informe Plantas Solares Calatrava 1 y 2, Ninobe e Iberelétrica. EMAT s.l. 2024
- Informe Planta Fotovoltaica Flotas de los Álamos. EMAT s.l. 2024