



CÁTEDRA
STEPPE
FORWARD

METODOLOGÍAS DE SEGUIMIENTO COMPLEMENTARIO DE BIODIVERSIDAD PARA PROGRAMAS DE VIGILANCIA AMBIENTAL DE PLANTAS FOTOVOLTAICAS

Robert Manzano Rubio / David González del Portillo / Aida Sabaté
Ripollès / Júlia Gómez Catasús / Laura Solé Bujalance





C Á T E D R A
S T E P P E
F O R W A R D

**METODOLOGÍAS DE SEGUIMIENTO
COMPLEMENTARIO DE BIODIVERSIDAD
PARA PROGRAMAS DE VIGILANCIA
AMBIENTAL DE PLANTAS FOTOVOLTAICAS**

Robert Manzano Rubio / David González del Portillo / Aida Sabaté
Ripollès / Júlia Gómez Catasús / Laura Solé Bujalance



Título:

METODOLOGÍAS DE SEGUIMIENTO COMPLEMENTARIO DE BIODIVERSIDAD PARA PROGRAMAS DE VIGILANCIA AMBIENTAL DE PLANTAS FOTOVOLTAICAS

Redacción:

ROBERT MANZANO RUBIO¹ / DAVID GONZÁLEZ DEL PORTILLO² / AÏDA SABATÉ RIPOLLÈS¹
JÚLIA GÓMEZ CATASÚS² / LAURA SOLÉ BUJALANCE¹

1 Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya

2 Universidad Autónoma de Madrid

Coordinación:

GERARD BOTA¹, MANUEL B. MORALES²

1 Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya

2 Universidad Autónoma de Madrid

Revisión:

ELADIO GARCÍA DE LA MORENA¹

Comité científico de la Cátedra: BEATRIZ ARROYO², SANTI MAÑOSA³, DAVID SERRANO⁴,
SUSANA SUÁREZ SEOANE⁵

1 Biodiversity Node

2 Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos – CSIC

3 Universitat de Barcelona

4 Estación Biológica de Doñana – CSIC

5 Universidad de Oviedo – CSIC

Edita:

CÁTEDRA STEPPE FORWARD
www.steppeforward.eu

Diseño y maquetación: CTFC

1ª edición: Marzo de 2025

ISBN: 978-84-09-71672-2



CÁTEDRA
STEPPE
FORWARD

Índice

Índice

Introducción y objetivos	08
1 / Metodología de seguimiento	10
1.1. Introducción	11
1.2. Escala de paisaje	11
1.2.1 Mapeo del hábitat agrario de interés	11
1.3. Escala de planta solar fotovoltaica	16
1.3.1. Seguimiento de diversidad y abundancia de aves diurnas	17
1.3.2. Seguimiento de la vegetación	20
1.3.3. Seguimiento de abundancia de ortópteros	22
1.3.4. Seguimiento de abundancia y diversidad de insectos polinizadores	23
1.3.5. Seguimiento de la actividad y diversidad de quirópteros	24
1.3.6. Seguimiento de la diversidad y abundancia relativa de carnívoros	26
1.3.7. Seguimiento de colisiones de aves y quirópteros con los paneles fotovoltaicos y el vallado perimetral	28
1.4. Seguimientos específicos de medidas correctoras y compensatorias	32
1.4.1. Seguimiento de la ocupación de cajas nido y cajas refugio para aves y quirópteros	32
2 / Referencias	35
3 / Anexos	37
3.1. Anexo I. Especies de interés	37
3.2. Anexo II. Distribución temporal de los seguimientos	38
3.3. Anexo III. Fichas de campo	39
3.4. Anexo IV. Plantilla de porcentajes de vegetación	47

Introducción y objetivos

El presente documento describe metodologías de seguimiento de la biodiversidad, durante la fase de explotación, a aplicar dentro de los Programas de Vigilancia Ambiental ("PVA" en adelante) designados para plantas solares fotovoltaicas ("FV" en adelante), apartado que debe incluir de forma preceptiva los Estudios de Impacto Ambiental y las Declaraciones de Impacto Ambiental de acuerdo con la normativa vigente. Este documento se centra **en establecer una metodología estandarizada de seguimiento de la comunidad de aves y otros grupos taxonómicos en el interior de la FV**. Además, con el objetivo de complementar las guías y manuales existentes en esta materia, se cubren otros aspectos también considerados de importancia, **como por ejemplo el mapeo de hábitat agrario en el exterior de las FV**, aspecto esencial para entender la dinámica de las poblaciones de aves esteparias, **el seguimiento de colisiones con elementos de la FV, o el seguimiento de cajas refugio y nido** instaladas frecuentemente en el marco de las medidas compensatorias de los proyectos. El foco de estas metodologías es la biodiversidad esteparia, con especial énfasis en las aves esteparias, por ser uno de los grupos taxonómicos más vulnerables a los impactos potenciales derivados de proyectos fotovoltaicos. No obstante, se proponen metodologías de seguimiento de otros componentes de la biodiversidad, como los ortópteros, insectos polinizadores, quirópteros, mamíferos carnívoros o la vegetación. Por tanto, no se pretende cubrir todos los elementos ambientales susceptibles de recibir impactos de estos proyectos, ni todos los métodos de seguimiento exigidos en los PVA.

Aquí se excluyen métodos de seguimiento de fauna fuera de la FV, al considerarse que ya quedan bien cubiertos en otras publicaciones (MITECO 2021, MITECO 2022, MITECO, 2024) y, en todo caso, deberían ser definidos en el PVA diseñado en la fase previa a la construcción y explotación, es decir, durante la fase de Estudio de Impacto Ambiental, para facilitar la comparativa y permitiendo, así, una mejor evaluación de los impactos y de la efectividad de las medidas mitigadoras aplicadas (MITECO 2022).

En definitiva, **este documento pretende ser complementario a las directrices legales a cumplir en cada proyecto**, aportando información detallada de interés al PVA, que permita una mejor evaluación de la efectividad de las medidas y de la evolución de los elementos ambientales a lo largo de la vida de la FV, especialmente aquellas medidas aplicadas en su interior. Además, utilizar una única metodología **permite comparar y agrupar la información de varios proyectos**, facilitando la comprensión de los efectos de las FV sobre la biodiversidad a escalas espaciales grandes y de manera integral. En cualquier caso, este documento se ha elaborado teniendo en consideración las exigencias y recomendaciones de seguimiento ambiental más comunes y/o adecuadas de acuerdo con el conocimiento científico existente. Esta propuesta se irá actualizando acorde a los avances en el marco de la Cátedra Steppe Forward y de futuras publicaciones científicas.

Por último, cabe indicar que los elementos de las FV en los que se enfoca este documento son los paneles fotovoltaicos y su vallado perimetral y, por tanto, se excluyen aquellas infraestructuras destinadas al transporte de la electricidad, para las cuáles ya existe documentación detallada y experiencia contrastada.

A continuación, se detallan los elementos para los que realizar seguimientos, indicando la escala en la que se plantea realizarlo (Figura 1). En este sentido, se propone realizar distintos muestreos en función de la escala de estudio: **escala de paisaje, correspondiente a la superficie dentro de un radio de 5 km alrededor de la FV**, coincidiendo con las recomendaciones de las guías y manuales existentes (MITECO 2021, MITECO 2022, MITECO 2024), y **escala de FV** (dentro del vallado de la FV).

- **Escala de paisaje:**

- Hábitat agrario de interés para las aves esteparias

- **Escala de FV:**

- Vegetación
- Insectos polinizadores
- Ortópteros
- Aves diurnas

- Quirópteros

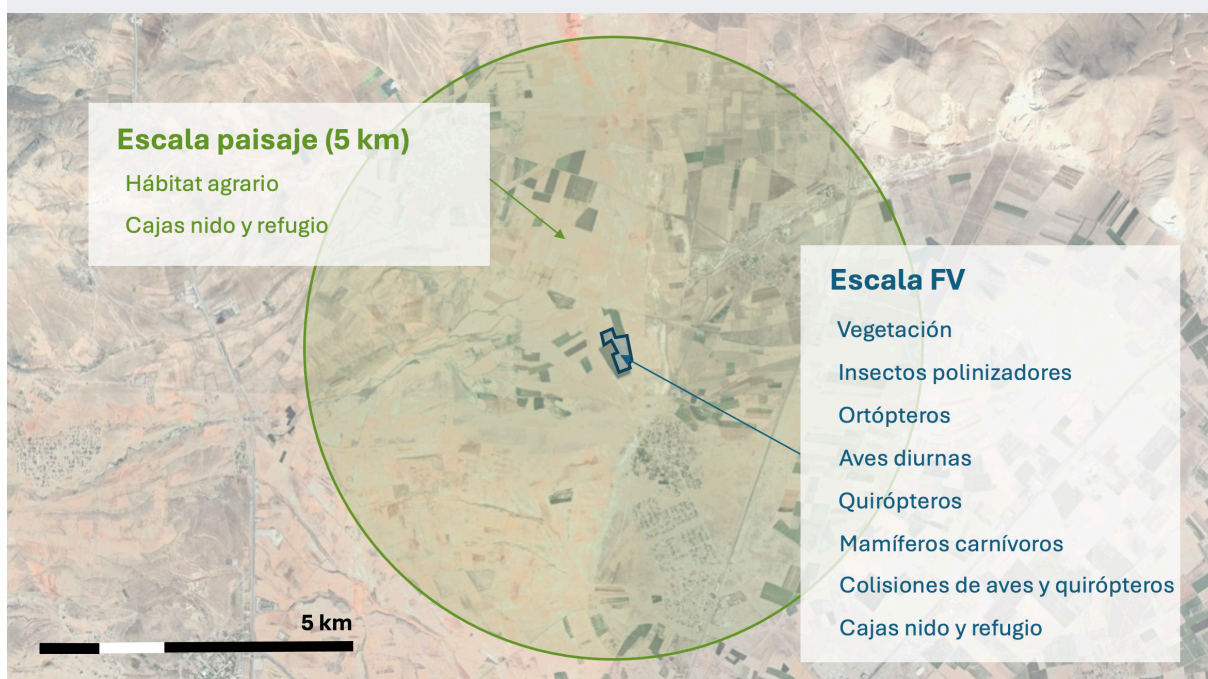
- Mamíferos carnívoros

- Colisiones de aves y quirópteros con los paneles fotovoltaicos

- **Seguimientos específicos de medidas correctoras y compensatorias (escala de FV y paisaje):**

- Cajas nido y cajas refugio para aves y quirópteros

Figura 1 / Representación espacial de los seguimientos ambientales propuestos, distinguiendo la escala de trabajo. FUENTE: Elaboración propia.





CÁTEDRA
STEPPE
FORWARD

1 /

Metodología
de seguimiento

1.1. Introducción

Los siguientes apartados definen y detallan los diferentes seguimientos propuestos. Para la recopilación de los datos en campo **se recomienda el empleo de aplicaciones móvil** como **Memento Database** (Memento DB Inc.) o **QField** (OPEN-GIS.ch), excepto para el muestreo de aves debido a la necesidad de recopilar información de manera especialmente ágil. No obstante, **en el Anexo III se presentan plantillas de fichas de campo** para realizar los muestreos con papel, excepto para aquellos muestreos de colocación de dispositivos (carnívoros y quirópteros).

Si bien para cada metodología se indica un período recomendado en el que realizar los muestreos, este deberá ser finalmente ajustado según la fenología local y el período óptimo de la zona concreta de aplicación, ya que esta varía en función de la altitud y la latitud.

1.2. Escala de paisaje

1.2.1 Mapeo del hábitat agrario de interés

Objetivo

El mapeo de hábitat agrario consiste en la **caracterización de cada parcela según el uso del suelo** que se le esté dando en el momento de la observación, focalizando los esfuerzos en **mapear únicamente las categorías de hábitats naturales y seminaturales con especial relevancia para las aves esteparias** consideradas de interés (Anexo I. Especies de interés). Esto permite ob-

tener la superficie de hábitat disponible para las especies esteparias en diferentes momentos del año, información clave para entender las tendencias poblacionales y distribuciones de especies observadas en los muestreos que se realicen en el PVA (no descritos en este documento). Los hábitats agrarios prioritarios que se deberán muestrear son los siguientes:

Figura 2 / Ejemplos de barbecho con cubierta vegetal. FUENTE: CTFC.



• **Barbecho con cubierta vegetal (Figura 2):** parcela de cultivo con vegetación arvense en más de un 5% de su superficie, sin presencia de plantas arvenses leñosas. Son parcelas de cultivo que en el momento del mapeo se encuentran en un período de descanso, generalmente de varias semanas, meses o años. También, según la climatología, parcelas labradas tan sólo unos días antes ya pueden presentar más de un 5% de cobertura vegetal y, por

tanto, también se consideran barbecho. Esta categoría incluye: rastros sin labrar de temporadas agrícolas anteriores, cultivos herbáceos sin cosechar de temporadas agrícolas anteriores y cultivos cosechados y labrados de la misma temporada o de temporadas anteriores, siempre y cuando tengan una cubierta vegetal superior al 5%.

Figura 3 / Ejemplos de erial. FUENTE: CTFC.



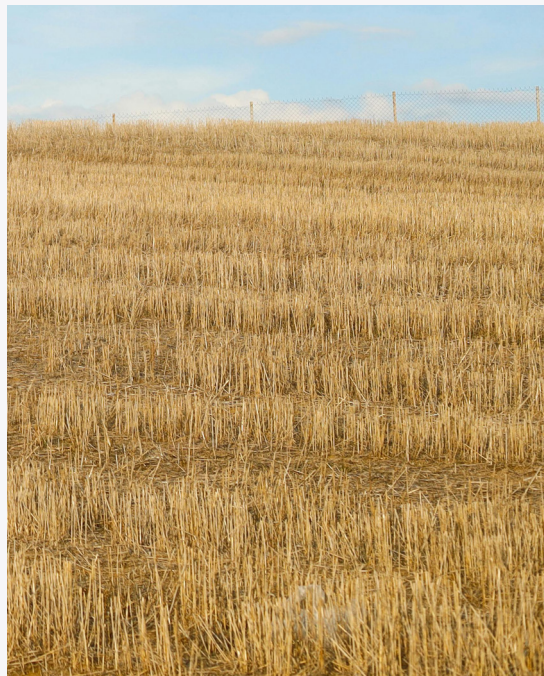
• **Erial (Figura 3):** parcela con vegetación natural en un estadio de la sucesión vegetal más evolucionado que el barbecho, con presencia de plantas leñosas (arbustos o matas leñosas, por ejemplo retama, tomillo, romero o jara) y plantas herbáceas más dependientes de suelos menos alterados. Aquí se incluyen los siguientes tipos:

- barbechos viejos o antiguos: parcelas dentro del ciclo agrícola (sí se cultivan) pero que llevan años sin cultivarse o, directamente, se han abandonado.
- pastizales: parcelas fuera del ciclo agrícola (no se cultivan) dónde existe una gestión ganadera extensiva, que mantiene la vegetación natural abierta.
- terrenos yermos: parcelas fuera del ciclo agrícola que por las condiciones edáficas u orográficas nunca

se han cultivado y contienen una vegetación natural. Aquí se excluyen los matorrales densos, es decir, terrenos con una cobertura y altura de la vegetación leñosa que no es apta para la mayoría de las especies esteparias, por ejemplo, romerales y coscojares densos. Un tomillar, en cambio, debido a su baja altura que lo hace apto para algunas especies de aves esteparias, sí que se considera erial.

Debido a que la vegetación leñosa puede ser escasa, es importante también fijarse en la vegetación herbácea, con presencia de plantas que necesitan suelos sin perturbaciones recientes (por ejemplo el fenazo o lastón *Brachypodium retusum*) y estando ausentes las plantas espontáneas típicas de suelos cultivados recientemente (por ejemplo la rabaniza blanca *Diplotaxis eruroides*).

Figura 4 / Ejemplos de rastrojo. FUENTE: www.pexels.com.



• **Rastrojo (Figura 4):** parcela con cultivo herbáceo ya cosechado en la misma temporada agrícola que el mapeo y que aún no ha sido labrado. Este rastrojo puede contener vegetación arvense, pero se seguirá considerando rastrojo porque, en términos generales, presentará unas condiciones de suelo y vegetación diferentes al barbecho con cubierta vegetal. No obstante, un rastrojo observado en diciembre se considerará barbecho, debido a que proviene de la temporada agrícola anterior (generalmente finalizada en agosto-septiembre) y por tanto ya presenta unas condiciones de suelo y vegetación más similares al barbecho con cubierta vegetal.

• **Cultivo de leguminosas:** parcelas con plantas leguminosas sembradas (no espontáneas) en la misma temporada agrícola que el muestreo.

Figura 5 / Ejemplos de labrado. FUENTE:CTFC.



- **Labrado (Figura 5):** parcela sin vegetación arvense o con presencia en menos de un 5% de su superficie, sin importar el tiempo transcurrido desde el momento de labrarse. También, el labrado se conoce como “barbecho blanco”.

A parte de estos hábitats prioritarios, sería **recomendable mapear las parcelas con cultivo de cereal** (excluyendo el maíz por no presentar condiciones aptas para las especies esteparias) sembrado en la misma temporada agrícola y aún sin cosechar. No obstante, el esfuerzo necesario para realizar este muestro es mucho mayor que los hábitats indicados como prioritarios y, por tanto, se deberá valorar en función de los recursos existentes. También, es importante mencionar que **la información sobre el tipo de cultivo anual (Declaración Única Agraria) ya esté digitalizada y pueda que sea accesible previa solicitud a la administración pública** para algunas comunidades autónomas, o incluso estar disponible de manera pública y georreferenciada (por ejemplo, en Catalunya, a través del Mapa de cultivos DUN-SIGPAC). En estos casos, el mapeo de este hábitat no es necesario realizarlo en las visitas de campo.

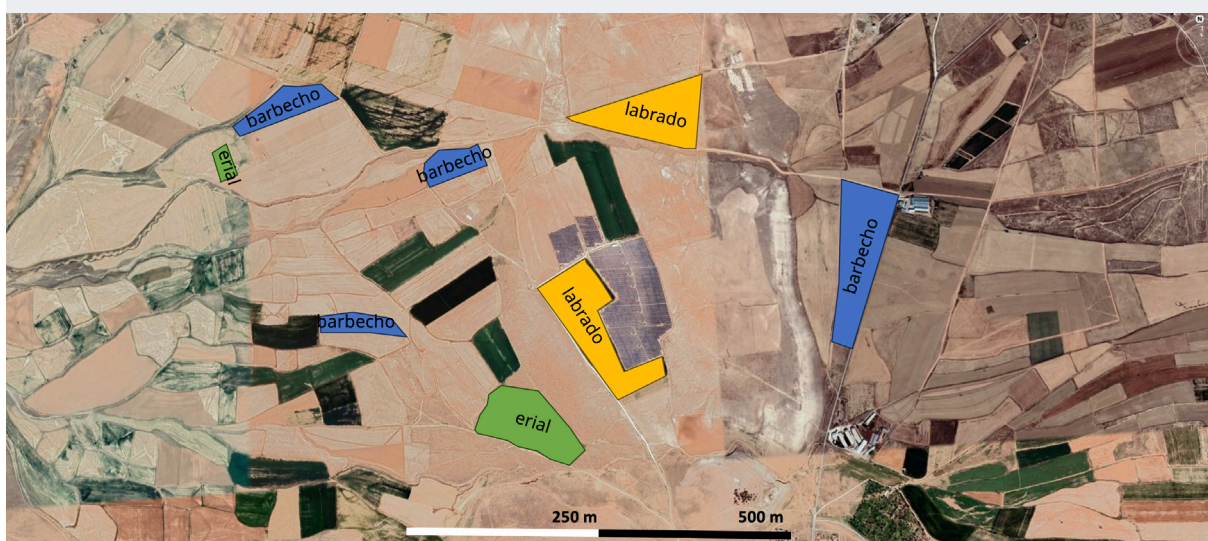
Metodología

- Previamente al trabajo de campo, **se descargará la capa digital georreferenciada del parcelario agrícola** de la zona, donde se muestren las parcelas en polígonos. Por ejemplo, esta capa se puede obtener de la Sede Electrónica del Catastro o de la Infraestructura de Datos Espaciales de España. Antes de realizar el trabajo de campo, **a esta capa de parcelario se añadirá una variable de texto nueva**, que se utilizará posteriormente en el campo para apuntar la información sobre el tipo de hábitat agrario. Esta capa se cargará en la aplicación de móvil o tablet a llevar a campo.
- **En cada visita, se realizará un recorrido en vehículo** por caminos y carreteras que cubra toda la superficie agrícola de la zona de estudio de 5 km alrededor de la FV. Por tanto, no es necesario recorrer zonas urbanas, montañosas, forestales o de matorral denso y extenso. No es necesario realizar los mapeos en ninguna hora concreta del día ni acabar el recorrido en un mismo día. La longitud del recorrido dependerá de la disponibilidad de caminos y carreteras, pero en todo caso debe ser tal que **permita muestrear la totalidad de la zona de estudio**.
- Como mínimo, **se recomienda realizar una visita por cada época fenológica en el que se realicen segui-**

mientos de aves a escala de paisaje como parte del PVA definido, excepto en época reproductora que se recomienda realizar dos visitas, una al inicio y otra al final de los muestreos de aves. En primavera, debido a que la vegetación arvense crece más rápidamente, se tiende a labrar más frecuentemente, por lo que la disponibilidad de barbechos con cubierta vegetal puede cambiar más rápidamente.

- Durante el recorrido, **se indicará a qué hábitat corresponde cada parcela detectada**, en la nueva variable creada de la capa digital georreferenciada (Figura 6). Por tanto, tan sólo se apuntará información para aquellas parcelas con alguno de estos hábitats. Para las parcelas con un hábitat diferente a los indicados (por ejemplo, cultivos leñosos de olivares o viñedos), no se registrará ningún dato. También, es posible que sea necesario modificar la parcela para ajustarla a la superficie real, por ejemplo, unificando dos parcelas o segmentando una ya existente.
- Por cada visita realizada, se guardará la capa digital georreferenciada generada con la información obtenida en el campo, indicando también la fecha de realización del mapeo. De esta manera, se obtendrán tantas capas como visitas se hayan realizado.

Figura 6 / Ejemplo de capa digital georreferenciada resultante del mapeo del hábitat agrario, con información sobre las parcelas detectadas que contienen barbecho con cubierta vegetal (azul), labrado (amarillo) o erial (verde). FUENTE: Elaboración propia.



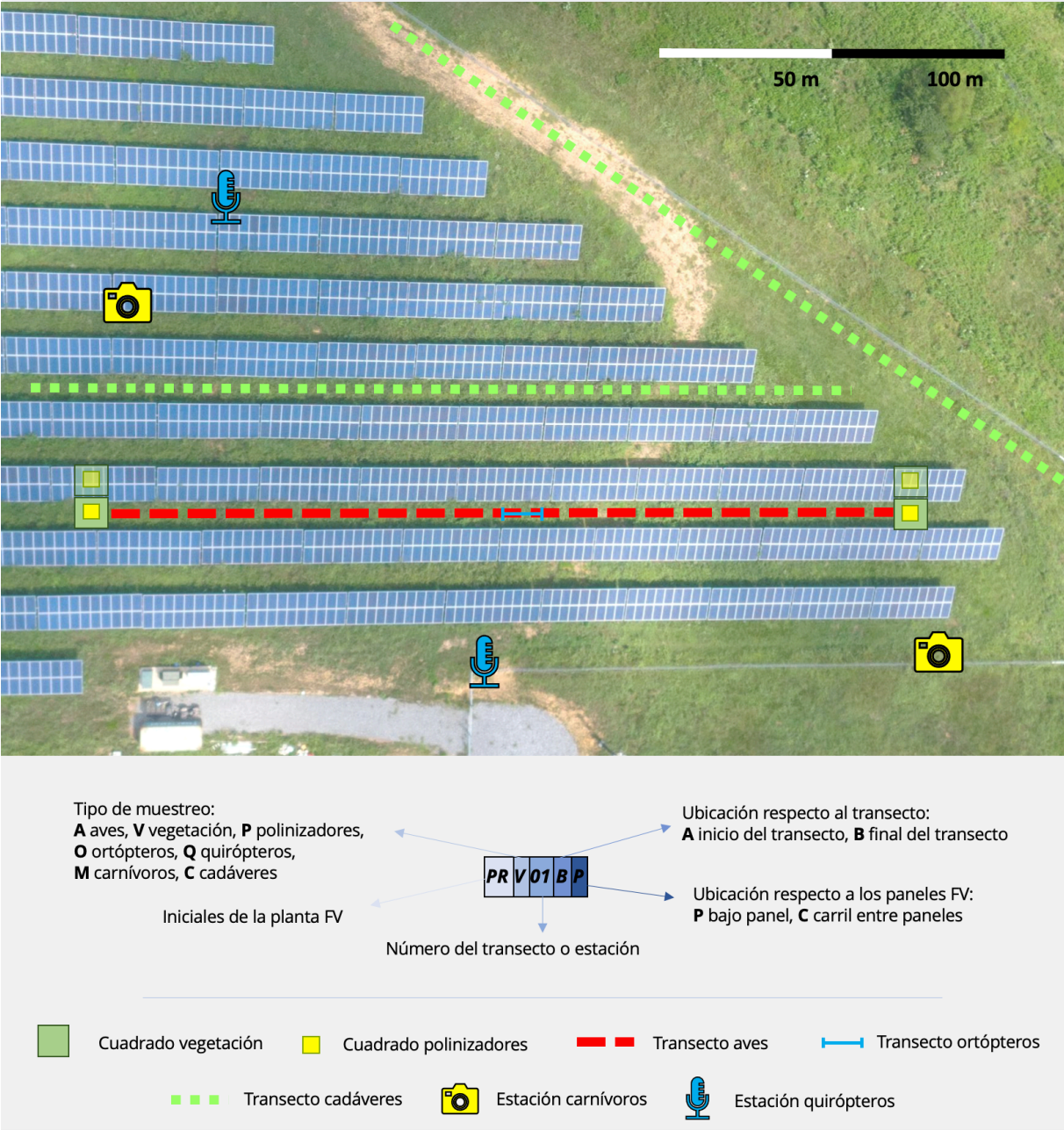
1.3. Escala de planta solar fotovoltaica

Se llevará a cabo un seguimiento de la fase de explotación del proyecto dentro de los límites de las FV. Este estudio estará enfocado a distintos grupos taxonómicos relacionados estrechamente entre sí, con el fin de poder detectar cambios a pequeña escala que puedan tener un efecto en niveles tróficos superiores.

A continuación, se describen las metodologías propuestas para el seguimiento de los principales grupos taxonómicos (**Figura 7**).

Figura 7 / Esquema de los muestreos descritos a escala FV para aves, vegetación, ortópteros e insectos polinizadores, con el código de ejemplo PRV01AC. Para facilitar la visualización, el esquema no se ha representado a escala. Se indica también la codificación recomendada para las unidades de cada muestreo.

FUENTE: Elaboración propia.



1.3.1 Seguimiento de diversidad y abundancia de aves diurnas

Objetivo del método

Monitorizar la evolución de la diversidad y abundancia de la comunidad de aves diurnas presente dentro de la FV.

Especies objetivo

Toda la comunidad de aves diurnas: especies de passeriformes y no passeriformes.

Metodología

- Se realizarán **transectos en línea recta a pie de 250 m**, o el máximo posible en caso de que el diseño de la FV no permita llegar a estos 250 m en línea recta.
 - El horario de transecto será por la mañana, generalmente entre la salida del sol y 3 horas después, si bien se ajustará a la climatología de cada zona y época para evitar muestrear con temperaturas excesivamente bajas al inicio del día o excesivamente altas a media mañana.
 - Los transectos seguirán los **carriles o espacios entre seguidores o filas de paneles fotovoltaicos** y se distribuirán regularmente en toda la FV, manteniendo siempre **una separación mínima entre transectos de 300 m**, para reducir las posibilidades de doble conteo (Figura 8).
 - Se realizará **1 transecto por cada 20 ha de FV**, para maximizar la cantidad de datos recopilados pero respetando la separación mínima entre transectos.
 - En cada transecto, y dentro de una **distancia de 100 m a cada lado** de este para evitar dobles conteos entre transectos, **se anotará el número de individuos de todas las especies detectadas dentro de la FV**, ya sean vistos u oídos, distinguiendo el carril dónde están los individuos. No se anotarán aquellos individuos detectados fuera del vallado perimetral. También se distinguirá el carril para aquellos individuos detectados en vuelo (el carril sería el que sobrevuelan en el momento de detectarlos) y que estén utilizando la FV o muestren signos de atracción por ella, por ejemplo:
 - Rapaces en vuelo bajo y en vuelo de búsqueda de alimento (caza o forrajeo).
 - Golondrinas, aviones, abejarucos o vencejos en vuelo directo, ya que se alimentan durante el vuelo activo.
 - Paseriformes volando a poca altura y que no podemos descartar con seguridad que provengan o se paren dentro de la zona de muestreo del transecto.
- Los individuos en vuelo que no estén utilizando la FV o no muestren atracción por ella se anotarán en una columna específica de “En Vuelo”, por ejemplo:
- Rapaces en vuelo directo en migración activa o volando a gran altura, que no muestran signos de estar atraídas por la FV.
 - Córvidos, garzas o gaviotas que vienen de un dormidero fuera de la FV, se dirigen a un punto de alimentación situado fuera esta (p.ej. un vertedero) y no se paran dentro de esta ni desvían su vuelo por haber detectado algo dentro de esta.
 - Paseriformes volando que se puede confirmar con total seguridad que no pueden hacer uso de ningún hábitat presente dentro de la FV. Por ejemplo, un piquituerto común (*Loxia curvirostra*) sobrevolando FV.
- Para aquellos individuos detectados consecutivamente en dos transectos cercanos, tan sólo se anotarán en el primer transecto detectado. Por ejemplo, un cernícalo vulgar que caza sobre un transecto, dónde es detectado y anotado y luego vuela hacia otro transecto dónde es detectado de nuevo y, por tanto, no se anota. En caso de duda, se anotarán en ambos.
 - Se realizarán **tres visitas por cada período fenológico** (reproductor, dispersión/migración postnupcial e invernada/migración prenupcial). Las fechas concretas se definirán en base a la fenología de la zona de estudio, La diferencia entre visitas debe ser de al menos de 15 días.

Figura 8 / Ejemplo de transectos de aves diurnas de 250 m de longitud (líneas rojas discontinuas) con la separación mínima de 300 m entre estos. En este caso, el tamaño de la FV sólo permite realizar tres transectos. FUENTE: Elaboración propia.

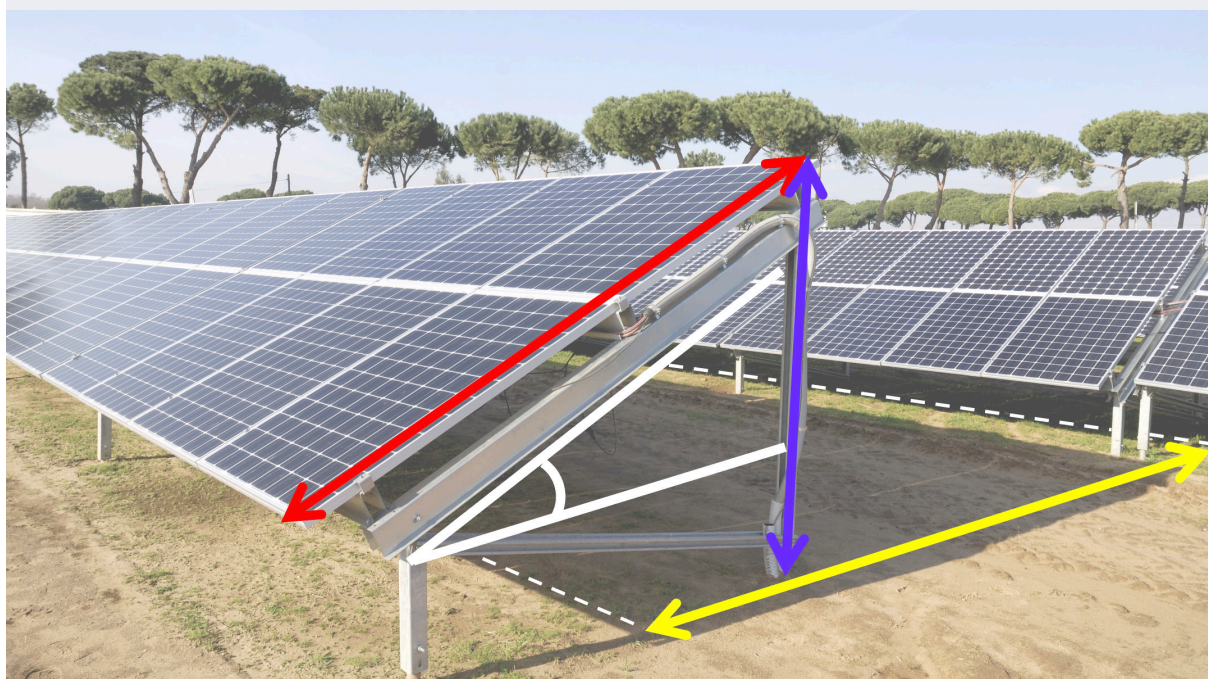


Variables a recopilar

- Metadatos de unidad de muestreo
 - **ID_transecto:** código del transecto. Como sugerencia, el código de cada transecto se indicará en base la siguiente lógica: dos primeras letras del nombre de la FV + A (Aves) + número de transecto con dos dígitos. Por ejemplo, el transecto de aves 1 dentro de la FV llamada "Prados del Castillo" tendrá el código PRA01.
 - **FV:** nombre de la FV.
 - **Provincia:** provincia de la FV.
 - **Coordenadas_ini:** coordenadas geográficas iniciales proyectadas en el datum WGS84 en grados decimales.
 - **Coordenadas_fin:** coordenadas geográficas finales proyectadas en el datum WGS84 en grados decimales.
 - **Long_m:** longitud del transecto en metros. Por defecto, serán 250 metros, a excepción de aquellas FV dónde su forma no lo permita.
- **Anchura_ejes_m:** anchura del carril (distancia entre ejes) (Figura 9).
- **Anchura_paneles_m:** anchura de los paneles fotovoltaicos (Figura 9).
- Metadatos de visita:
 - **ID_transecto:** ver metadatos de unidad de muestreo.
 - **Fecha:** fecha del muestreo (formato DD/MM/AAAA).
 - **Hora_ini:** hora de inicio del muestreo (formato HH:MM).
 - **Hora_fin:** hora de fin del muestreo (formato HH:MM).
 - **Temp:** temperatura en °C.
 - **Nubes:** cobertura de nubes en %.
 - **Viento_F:** fuerza del viento en escala Beaufort 1-12.
 - **Lluvia:** Sí, no o en algún momento del período de muestreo.

- o **Angulo_paneles:** Ángulo de inclinación en el que se encuentran los paneles en el momento del muestreo, siendo 0° el valor mínimo (posición horizontal al suelo) y 90° el valor máximo (posición perpendicular al mismo) (Figura 9).
- o **Altura_panel_m:** altura máxima de los paneles en el momento del muestreo (Figura 9).
- o **Observador/a:** nombre de la persona observadora. Sugerencia: código de 3 letras con las iniciales del observador/a.
- o **Notas.**
- Observaciones:
 - o **Especie:** Nombre de la especie. Sugerencia: nombre científico abreviado de seis letras.
 - o **Carril:** carril donde se encuentra el ave detectada, siendo carril 1 el del transecto.
- o **N_ind:** Número de individuos.
- o **Sexo (sólo para especies de interés, indicadas en Anejo 1):** macho, hembra, indeterminado.
- o **Edad (sólo para especies de interés):** En código EURING¹ o, en caso de dificultad: adulto, subadulto (ave con plumaje diferente al del juvenil y del adulto), juvenil (ave con el primer plumaje ya crecido), pollo (juvenil, pero con el plumaje aún en crecimiento, nacido el año presente).
- o **Sustrato (sólo para especies de interés):** sobre panel FV, bajo panel FV, en vuelo, carril entre paneles, margen/Vallado, cable/ torre, camino/vial de acceso, canal de agua, balsa o acuático, edificación, otros (especificar).
- o **Coordenadas (sólo para especies de interés):** coordenadas geográficas proyectadas en el datum WGS84 en formato grados decimales.

Figura 9 / Medidas de los paneles y carriles a realizar para los transectos de aves diurnas: anchura del carril (flecha amarilla), anchura del panel (flecha roja), altura máxima del panel (flecha azul) y ángulo del panel (ángulo blanco). La línea discontinua blanca indica el centro o eje de los paneles. FUENTE: Elaboración propia.



¹ <https://euring.org/files/documents/E2020ExchangeCodeV201.pdf>

1.3.2 Seguimiento de la vegetación

Objetivo del método

Monitorizar la evolución de la cubierta vegetal y la disponibilidad de recursos vegetales dentro de la FV, por su papel determinante en el ecosistema.

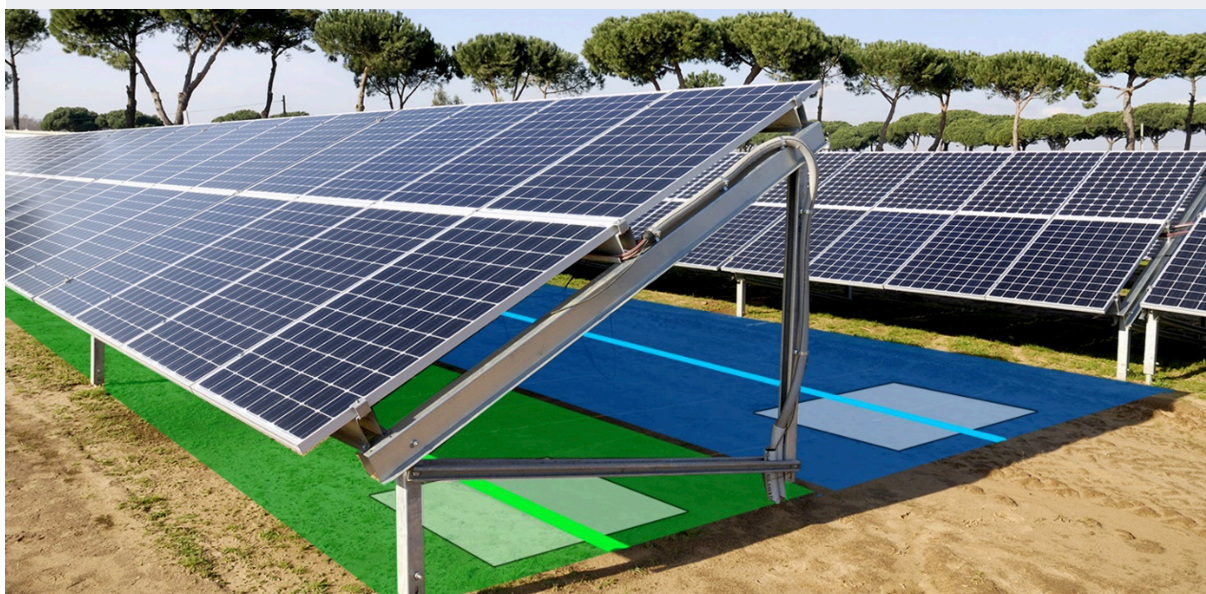
Grupos objetivo

Gramíneas, leguminosas y crucíferas.

Metodología

- Se muestrearán **4 superficies cuadradas de 2 x 2 m en cada transecto de ave realizado**. Concretamente, un par de cuadrados estará ubicado al principio del transecto de aves y el otro par de cuadrados al final de este.
- Debido al efecto que pueda tener la protección que ofrecen los paneles fotovoltaicos del sol, viento y lluvia sobre la vegetación, por cada par de cuadrados de muestreo, un cuadrado estará ubicado debajo del eje central del seguidor o fila de paneles fotovoltaicos (zona de sombra) y el otro estará ubicado en el centro del carril o espacio entre seguidores o filas de paneles fotovoltaicos (zona soleada; Figura 10).
- Para cada cuadrado, se obtendrán **medidas de cobertura y altura de gramíneas, leguminosas, crucíferas y cobertura del suelo desnudo**. La cobertura se obtendrá comparando con plantillas de porcentajes de recubrimiento normalmente utilizadas en botánica (ver Anejo IV).
- Si los paneles fotovoltaicos están codificados, el código del panel fotovoltaico situado a la altura de los cuadrados se puede utilizar como referencia de la ubicación exacta de estos. Se recomienda, si es posible, realizar una marca visual en la misma infraestructura del panel fotovoltaico (por ejemplo, atar una cuerda roja en el poste). Además, la ubicación exacta del cuadrado deberá ser ():
 - Cuadrado del carril entre seguidores: punto central del carril, situado a la misma distancia de los límites de los paneles fotovoltaicos de ambos lados del carril.
 - Cuadrado de debajo del panel: punto central del suelo cubierto por el panel en vista cenital, situado a la misma distancia de ambos límites del panel, es decir, bajo el eje del panel.
- **Se realizarán 2 visitas**, una en cada extremo del período de mayor floración de la zona dentro del período reproductor de las aves. A modo de orientación, la primera visita se realizará en abril-mayo y la segunda visita mayo-junio, si bien en todo momento se tendrá en cuenta la fenología de la zona de estudio.

Figura 10 / Ubicación de los cuadrados 2x2 m de vegetación (en azul o verde pálido), dentro de la zona cubierta por los paneles fotovoltaicos (zona verde) y en el carril, fuera de los paneles (zona azul). Las líneas gruesas verde y azul indican el centro de cada zona. FUENTE: Elaboración propia.



Variables a recopilar

- Metadatos de la unidad de muestreo:
 - **ID_cuadrado:** el código del cuadrado de muestreo. Como sugerencia, el código de cada cuadrado se indicará en base a la siguiente lógica: las dos primeras letras del nombre de la FV + "V" (de vegetación) + número de transecto de aves dentro de la FV asociado. La pareja inicial (extremo de inicio del transecto de aves) se nombrará como A y la final como B; los cuadrados entre los carriles como C y bajo los paneles como P. Por ejemplo, para el cuarto transecto dentro de la FV llamada "Prados del Castillo", se indicaría como PRV04AC si es el cuadrado inicial entre los carriles y PRV04BP si es el cuadrado final bajo los paneles.
 - **ID_Panel:** Código/numeración del panel fotovoltaico asociado.
 - **FV:** nombre de la FV.
 - **Provincia:** provincia de la FV.
 - **Coordenadas:** coordenadas geográficas proyectadas en el datum WGS84 en formato grados decimales.
 - Metadatos de la visita
 - **ID_cuadrado**
 - **Fecha:** fecha del muestreo (formato DD/MM/AAAA).
 - **Hora:** hora del muestreo (formato HH:MM).
 - **Observador/a:** misma sugerencia que para transectos de aves a escala paisaje.
 - **Notas**
 - Vegetación:
 - **Gram_cob*:** cobertura de gramíneas en porcentaje (%).
 - **Gram_alt_cm:** altura modal de gramíneas en centímetros (cm), es decir, la altura predominante en el cuadrado de estudio.
 - **Leg_cob*:** cobertura de leguminosas en porcentaje (%).
 - **Leg_alt_cm:** altura modal de leguminosas en centímetros (cm).
 - **Cruc_cob*:** cobertura de crucíferas en porcentaje (%).
 - **Cruc_alt_cm:** altura modal de crucíferas en centímetros (cm).
 - **Suelo_cob*:** Cobertura del suelo desnudo en porcentaje (%).
- * Esta suma puede dar más de 100% en caso de que haya solapamiento de los grupos estudiados, o menos del 100% si predominan otros grupos botánicos no muestreados.



1.3.3 Seguimiento de abundancia de ortópteros

Objetivo del método

Monitorizar la evolución de la abundancia de ortópteros dentro de la FV como recurso importante para aves insectívoras de interés.

Especies objetivo

Todos los ortópteros.

Metodología

- En el **centro de cada transecto de aves** se realizarán transectos a pie más cortos específicos para el muestreo de ortópteros.
- Los transectos tendrán una longitud de **20 metros y un ancho de banda de 1 metro** a cada lado. Los transectos serán recorridos a pie a baja velocidad y se registrará el número de ortópteros observados, clasificados en **tres categorías de tamaño**: pequeños (< 2 cm), medianos (2-4 cm) y grandes (>4 cm).
- **Se realizarán 2 visitas**, una en cada extremo de la fenología local de la comunidad de ortópteros en período reproductor. A modo de orientación, la primera visita se realizará en abril-mayo y la segunda visita en junio-julio, si bien en todo momento se tendrá en cuenta la fenología de la zona de estudio.
- **Horario**: horas centrales del día (10–15 h), siempre considerando la fenología de las especies presentes en la zona. La actividad de ortópteros disminuye considerablemente en caso de fuerte viento y temperaturas extremas (calor y frío). Por lo tanto, durante los primeros meses de la temporada, cuando la temperatura ambiental todavía es baja, se ha de procurar escoger días bien soleados, además de sin viento u otras condiciones adversas (precipitaciones, niebla, etc). La hora de comienzo más recomendable es de alrededor de las 12-13 h. Más avanzada la temporada, cuando las temperaturas suben sensiblemente (p. ej. a partir de mayo-junio), se puede empezar más temprano (alrededor de las 10-11 h). En pleno verano es preferible realizar los conteos a primera hora de la mañana para evitar situaciones de mucho calor que también comprometen la actividad de ortópteros e insectos polinizadores.

Variables a recopilar

- Metadatos de unidad de muestreo:
 - **ID_transecto**: el código del transecto de muestreo. Sugerencia: las dos primeras letras del proyecto FV + "O" (de ortópteros) + número de transecto de aves dentro de la FV asociado. Por ejemplo, para el quinto transecto de la FV del proyecto "Prados del Castillo", se indicaría como PRO05.
 - **FV**: nombre de la FV.
 - **Provincia**: provincia de la FV.
 - **Coordenadas_ini**: coordenadas geográficas iniciales proyectadas en el datum WGS84 en grados decimales.
 - **Coordenadas_fin**: coordenadas geográficas finales proyectadas en el datum WGS84 en grados decimales.
- Metadatos de visita:
 - **ID_transecto**
 - **Fecha**: fecha del muestreo (formato DD/MM/AAAA).
 - **Hora_ini**: hora de inicio del muestreo (formato HH:MM).
 - **Hora_fin**: hora de fin del muestreo (formato HH:MM).
 - **Temp**: temperatura en °C.
 - **Nubes**: cobertura de nubes en %.
 - **Sombra**: Porcentaje del área de muestreo con sombra: 0-25%, 25-50%, 75-100%.
 - **Viento fuerza**: fuerza del viento en escala Beaufort 1-12.
 - **Observador_a**: misma sugerencia que para transectos de aves a escala paisaje.
 - **Notas**
- Observaciones
 - **Tamaño**: pequeño (<2 cm), mediano (2-4 cm), grande (>4 cm).
 - **N_ind**: número de individuos.

1.3.4 Seguimiento de abundancia y diversidad de insectos polinizadores

Objetivo del método

Monitorizar la evolución de la abundancia y diversidad de grandes grupos funcionales de insectos polinizadores, dentro de la FV como recurso importante para aves insectívoras de interés.

Especies objetivo

Todos los insectos polinizadores diurnos.

Metodología

- Se emplearán **cuadrados de 1 x 1 metros ubicados en el centro de los cuadrados de vegetación** (2.2.2), y durante un periodo de **5 minutos** se contará el número de insectos polinizadores observados parados en flor o en el suelo, clasificados en cinco grupos: **abejas de la miel (*Apis mellifera*)**, **abejas silvestres (pertencientes a Superfamilia Apoidea exceptuando *Apis mellifera* y *Bombus sp.*)**, **abejorros (*Bombus sp.*)**, **sírfidos (familia Syrphidae)** y **mariposas (Lepidópteros)**.
- Aquellos individuos que entran sobrevolando el cuadrado durante los 5 minutos de muestreo, sólo se contarán si paran dentro.
- **Se realizarán 2 visitas**, una en cada extremo de la fenología local de la comunidad de insectos polinizadores en período reproductor. A modo de orientación, la primera visita se realizará en abril y la segunda en mayo, si bien en todo momento se tendrá en cuenta la fenología de la zona de estudio.
- **Horario:** horas centrales del día (10–15 h), siempre considerando la fenología de la zona y especies presentes. Del mismo modo que los ortópteros, la actividad de los insectos polinizadores disminuye en caso de fuerte viento y temperaturas extremas (calor y frío). Por lo tanto, se deberá procurar escoger días bien soleados, sin viento o condiciones adversas (precipitaciones, niebla, etc). La hora de comienzo más recomendable es de alrededor de las 12-13 h. Más avanzada la temporada, cuando las temperaturas suben sensiblemente (p. ej. a partir de mayo-junio), se puede empezar más temprano (alrededor de las 10-11 h). En pleno verano es preferible realizar los contajes a primera hora de la mañana para evitar situaciones de mucho calor que también comprometen la actividad de ortópteros y polinizadores.

Variables a recopilar

- Metadatos de unidad de muestreo:
 - **ID Cuadrado:** el código del cuadrado de muestreo. Sugerencia: las dos primeras letras del proyecto FV + "P" (de polinizadores) + número del transecto de aves dentro de la FV asociado. La pareja inicial (extremo de inicio del transecto de aves) se nombrará como A y la final como B; los cuadrados entre los carriles como C y bajo los paneles como P. Por ejemplo, para el cuarto transecto dentro de la FV del proyecto Prados, se indicaría como PRP04AC si es el cuadrado inicial entre los carriles y PRP4BP si es el cuadrado final bajo los paneles.
 - **FV:** nombre de la FV.
 - **Provincia:** provincia de la FV.
 - **Coordenadas:** coordenadas geográficas proyectadas en el datum WGS84 en formato grados decimales.
- Metadatos de visita: los mismos que para los ortópteros (2.2.3)
- Observaciones:
 - **Abejas_miel:** número individuos del grupo taxonómico.
 - **Abejas_silvestres:** número individuos del grupo taxonómico.
 - **Abejorros:** número individuos del grupo taxonómico.
 - **Sírfidos:** número individuos del grupo taxonómico.
 - **Mariposas:** número individuos del grupo taxonómico.
 - **Otros:** número individuos de otros polinizadores.

1.3.5 Seguimiento de la actividad y diversidad de quirópteros

Objetivo del método

Monitorizar la evolución de la actividad y diversidad de la comunidad de quirópteros dentro de la FV, por su papel importante como depredadores de insectos.

Especies objetivo

Todas las especies y grupos fónicos de quirópteros identificables acústicamente.

Metodología

- Principalmente, se seguirá la **metodología recomendada por la Sociedad Española para la Conservación de los Murciélagos** (SECEMU, 2023). No obstante, se considera aumentar la densidad de grabadoras debido a la alta variabilidad en actividad que pueda presentar los quirópteros dentro de la FV, especialmente entre su centro y perímetro.
- Se colocarán **4 grabadoras autónomas pasivas por cada 50 ha de FV, dos ubicadas en el centro (entre paneles) y dos ubicadas en el perímetro**. Se colocarán simultáneamente para permitir la comparación de los datos.
- La ubicación exacta de la grabadora será tal que no haya **ningún obstáculo por encima del micrófono**. Es decir, el micrófono debe estar expuesto a cielo abierto.
- La distribución de las grabadoras deberá ser **regular** dentro de la FV, pero asegurando que se muestrea tanto en el centro de la FV como en el perímetro de esta.
- Además, en caso de haber un hábitat dentro de la FV que pueda actuar de atrayente (puntos de agua o arbolado), se colocará una grabadora por cada uno de estos hábitats.
- La **marca y modelo de grabadora** debe ser la misma para todas las grabadoras colocadas en la misma FV, para permitir la comparación de los datos.
- Se realizarán **3 muestreos**, 1 en abril, 1 en junio y 1 en septiembre.
- En cada muestreo, las grabadoras se colocarán y funcionarán durante **7 noches consecutivas sin condiciones adversas** (sin lluvia, viento intenso o temperatura menor a 10 °C).
- El **período de grabación será de orto a ocaso**, de manera continua.
- La **frecuencia de muestreo de la grabadora será de 250 kHz** para permitir el muestreo de todas las especies posibles.
- Se utilizará una metodología de **identificación semi-automática**, en la cual se utilizarán herramientas informáticas de identificación automática cuyos resultados siempre deberán ser revisados manualmente por una persona experta. En el proceso automático, se fragmentarán las grabaciones en segmentos de 5 segundos. En caso de imposibilidad de determinar la especie, se indicará el grupo fónico correspondiente. En el informe de resultados deberá indicarse qué criterios han sido utilizados (valores máximos y mínimos de variables acústicas) para determinar cada grupo fónico presente en las grabaciones.

Variables a recopilar

- Metadatos de unidad de muestreo:
 - **ID_estacion:** el código del punto de colocación de la grabadora. Como sugerencia: las dos primeras letras del proyecto FV, seguido de Q al ser de quirópteros y el número de la estación dentro de la FV. Por ejemplo, PRQ01.
 - **FV:** nombre de la FV.
 - **Provincia:** provincia de la FV.
 - **Habitat:** Centro FV, Periferia FV, Hábitat favorable (especificar: punto de agua, arbolado, etc.).
 - **Coordenadas:** coordenadas geográficas proyectadas en WGS84 en formato grados decimales.
- Metadatos de la visita:
 - **ID_estacion**
 - **Fecha_ini:** fecha de inicio del muestreo (formato DD/MM/AAAA).
 - **Fecha_fin:** fecha fin del muestreo (formato DD/MM/AAAA).
 - **Temp_max:** temperatura máxima de las 7 noches en °C.
 - **Temp_min:** temperatura mínima de las 7 noches en °C.
 - **Viento_F_max:** fuerza máxima del viento de las 7 noches en escala Beaufort 1-12.
 - **Viento_F_min:** fuerza mínima del viento de las 7 noches en escala Beaufort 1-12.
 - **Lluvia:** Sí, no o en algún momento del período de muestreo.
 - **Modelo_grabadora:** Indicar qué marca y modelo de grabadora se utiliza.
 - **Observador_a:** persona que realiza el análisis.
 - **Notas**
- Detecciones quirópteros: Análisis con software, posterior al muestreo en campo. Por cada fragmento de 5 segundos de la grabación con presencia de alguna especie o grupo fónico:
 - **ID_estacion**
 - **Especie:** especie o grupo fónico.
 - **Fecha:** fecha de la detección (formato DD/MM/AAAA).
 - **Hora:** hora de la detección (formato HH:MM).



1.3.6 Seguimiento de la diversidad y abundancia relativa de carnívoros

Objetivo del método

Monitorizar la evolución de la abundancia relativa y diversidad de la comunidad de mamíferos carnívoros dentro de la FV, por su papel importante como depredadores de aves de interés dentro de la FV y consumidores de los cadáveres derivados de las colisiones con los paneles fotovoltaicos.

Especies objetivo

Todas las especies de mamíferos carnívoros presentes.

Metodología

- Se utilizarán **cámaras de fototrampeo** colocadas dentro de la FV, de manera simultánea para permitir la comparación de los datos.
- El número de cámaras a colocar se establecerá en función del tamaño de la FV, y seguirá los siguientes umbrales mínimos:
 - **FV < 100 ha:** 5 cámaras de fototrampeo.
 - **FV > 100 ha:** 5 cámaras de fototrampeo más una cámara por cada 100 Ha.
- La distribución de las cámaras deberá ser **regular**, pero asegurándose que se muestrea tanto en el centro de la FV como en la periferia.
- La ubicación exacta de las cámaras de fototrampeo **será en cruces de caminos o carriles entre seguidores o filas de paneles**, ya que son las zonas con mayor probabilidad de detección de mamíferos.
- La cámara se instalará a una **altura respecto al suelo de 0'5 m.**
- Además, en caso de haber un hábitat dentro de la FV que pueda actuar de atrayente (puntos de agua, zonas permeables del vallado perimetral, puertas de entrada a la FV), se colocará **una cámara por cada uno de estos hábitats.**
- La **marca y modelo de cámara** debe ser la misma para todas las cámaras colocadas en la misma FV, para permitir la comparación de los datos.
- Se realizarán **4 muestreos**, 1 en junio, 1 en septiembre, 1 en diciembre y 1 en marzo, de **30 días de duración** cada muestreo.
- En cada muestreo, las cámaras se colocarán para que funcionen continuamente durante **los 30 días de muestreo, 24 horas al día.**
- Se utilizarán tarjetas y baterías de suficiente capacidad para asegurar que el funcionamiento de la cámara no se interrumpa antes de finalizar los 30 días. O en caso contrario, se realizarán visitas periódicas para cambiar baterías y tarjetas.
- La orientación de las cámaras será la adecuada para incrementar la detectabilidad (por ejemplo, orientada al camino o evitando luz directa del sol).
- Cada cámara se configurará en modo foto, con ráfaga actividad de al **menos 3 fotos.**

Variables a recopilar

- Metadatos de unidad de muestreo:
 - **ID_estacion**: el código del punto de colocación de la cámara. Como sugerencia: las dos primeras letras del proyecto FV, seguido de M de mamíferos carnívoros y el número de la estación dentro de la FV. Por ejemplo, PRM01.
 - **FV**: nombre de la FV.
 - **Provincia**: provincia de la FV.
 - **Habitat**: Centro FV, Periferia FV, Hábitat favorable (especificar: punto de agua, arbolado, etc.).
 - **Orientacion**: en puntos cardinales: N, NE, E, SE, S, SO, O, NO.
 - **Coordenadas**: coordenadas geográficas proyectadas en WGS84 en formato grados decimales.
- Metadatos de la visita:
 - **ID_estacion**
 - **Mes**: mes de muestreo
 - **Fecha_ini**: fecha de inicio del muestreo (formato DD/MM/AAAA).
 - **Fecha_fin**: fecha fin del muestreo (formato DD/MM/AAAA).
 - **Temp_max**: temperatura máxima del mes en °C.
 - **Temp_min**: temperatura mínima del mes en °C.
 - **Viento_F_max**: fuerza máxima del viento del mes en escala Beaufort 1-12.
 - **Viento_F_min**: fuerza mínima del viento del mes en escala Beaufort 1-12.
 - **Modelo_camara**: Indicar qué marca y modelo de cámara se utiliza.
 - **Trigger_minimo**: valor del trigger seleccionado, es decir, valor mínimo seleccionado para que la cámara se active.
 - **Observador_a**: persona que realiza la identificación.
 - **Notas**
- Observaciones en ordenador (por cada foto):
 - **Especie**: especie.
 - **Fecha**: fecha de la detección (formato DD/MM/AAAA).
 - **Hora**: hora de la detección (formato HH:MM).



1.3.7 Seguimiento de colisiones de aves y quirópteros con los paneles fotovoltaicos y el vallado perimetral

Objetivo del método

Obtener información sobre la mortalidad derivada por la colisión directa de animales con los paneles fotovoltaicos y el vallado perimetral.

Especies objetivo

Todas las especies de quirópteros y aves.

Metodología para el registro de colisiones

- Se realizarán transectos a pie de 250 m a lo largo de los carriles entre paneles fotovoltaicos y a lo largo del vallado perimetral, o el máximo posible por limitaciones del tamaño de la FV, para detectar todos los individuos colisionados dentro del transecto.
- El número de transectos se establecerá en función del tamaño de la FV. Siempre que sea posible, se respetarán los siguientes umbrales mínimos, con el fin de obtener una muestra representativa:
 - **FV < 100 ha:** mínimo de 10 transectos o, para FV muy pequeñas, tantos transectos como permita la superficie.
 - **FV > 100 ha:** 1 transecto / 10 ha.
- La distribución de los transectos dentro de la FV será regular.
- En función de los resultados obtenidos de los análisis posteriores, el número de transectos podrá incrementarse o reducirse, con el fin de optimizar el esfuerzo.
- Los transectos serán recorridos a baja velocidad. En el momento de detección de un individuo el observador estimará **la distancia a la que se encuentra de la persona observadora** con el objeto de poder hacer estudios de detectabilidad de cadáveres a posteriori. A continuación, se registrarán todas las variables indicadas en el apartado siguiente. El cadáver se dejará en el lugar de encuentro con alguna marca o señal visual para evitar contarlo de nuevo en visitas posteriores. En caso de especies protegidas, también se avisará a las autoridades ambientales si así lo exige la legislación autonómica.
- **Se realizará 1 visita por mes**, en total 12 visitas al año. No obstante, la frecuencia deberá aumentarse en caso de detectar muchas colisiones o de sospechar tasas altas de desaparición de los cadáveres.



Metodología para el experimento de desaparición de cadáveres

- Con la finalidad de **estimar el índice de desaparición de los cadáveres** como consecuencia de la depredación por parte de carroñeros, se llevará a cabo un estudio paralelo consistente en la **colocación de cadáveres de aves de corral dentro de las FV**, siempre en zonas de características similares a las zonas donde se encuentran los paneles fotovoltaicos (es decir, puede ser en los mismos carriles entre paneles).
- El experimento se realizará cada 5 años, ya que la tasa de depredación podría variar a medio plazo por cambios en las poblaciones de depredadores o estructura de la vegetación.
- Para ello se colocarán un mínimo **18 cadáveres de aves domésticas en cada período fenológico del año** (noviembre-marzo, abril-junio, julio-octubre). Dentro de este período se priorizará realizarlos en las fechas centrales del período (enero, mayo, agosto-septiembre) con el objeto de poder controlar la potencial **variabilidad estacional**. Los cadáveres serán colocados en dos zonas de estudio: una el perímetro de la FV y otra en el centro de la FV, y en la misma posición en todas las estaciones del año.
- Los cadáveres se colocarán a una distancia entre ellos de 20 a 50 metros, dependiendo del tamaño de la FV.
- En cada zona de estudio, los cadáveres se repartirán entre **tres grupos de tamaño diferentes** con el objeto de poder controlar el efecto del tamaño en las tasas de desaparición. Las especies indicadas son sugerencias en cuanto al tamaño, pero en cualquier caso deben ser aves para que los resultados sean extrapolables:
 - **Pequeños** (3 cadáveres por zona): pollos de gallina (*Gallus gallus domesticus*).
 - **Medianos** (3 cadáveres por zona): palomas (*Columba livia*), tórtolas rosigrises (*Streptopelia roseogrisea*) o codornices (*Coturnix coturnix*).
 - **Grandes** (3 cadáveres por zona): gallinas (*Gallus gallus domesticus*).
- En caso de no poder adquirir las especies indicadas, se podrán utilizar otras, intentando que sean lo más similares posibles en tamaño y coloración a la fauna autóctona.
- Si los cadáveres son animales de granja congelados, se **descongelarán** el día anterior de su utilización a temperatura ambiente. Ver metodologías similares en Atienza *et al.* (2011) y Ponce *et al.* (2010).
- **Se revisarán los cadáveres** en las siguientes fechas desde su colocación: 1 día, 2 días, 3 días, 4 días, 5 días, 7 días, 9 días, 11 días, 13 días, 15 días y 30 días (Atienza *et al.*, 2011). En estas visitas se registrará si el cadáver sigue presente o ha desaparecido, así como si presenta algún indicio de depredación. En estudios anteriores se ha demostrado que la desaparición de cadáveres es mayor en los primeros días en los que el cadáver permanece fresco, por lo que se establecerán visitas más frecuentes en los días más cercanos al depósito de los cadáveres, espaciándose las mismas al final del experimento.



Variables a recopilar (transecto de colisiones)

- Metadatos de unidad de muestreo:
 - **ID_transecto:** el código del transecto de muestreo de colisiones. Sugerencia: las dos primeras letras del proyecto FV seguido de C al tratarse de transectos de colisiones y el número de transecto dentro de la FV. Ejemplo para el cuarto transecto dentro de la FV del proyecto Prados: PRC04.
 - **FV:** nombre de la FV.
 - **Provincia:** provincia de la FV.
 - **Coordenadas_ini:** coordenadas geográficas iniciales proyectadas en el datum WGS84 en grados decimales.
 - **Coordenadas_fin:** coordenadas geográficas finales proyectadas en el datum WGS84 en grados decimales.
 - **Tipo:** Carril entre paneles o vallado.
- Metadatos de la visita:
 - **ID_transecto**
 - **Fecha:** fecha del muestreo (formato DD/MM/AAAA).
 - **Hora_ini:** hora de inicio del muestreo (formato DD/MM/AAAA).
 - **Hora_fin:** hora de fin del muestreo (formato DD/MM/AAAA).
 - **Observador_a:** misma sugerencia que para transectos de aves a escala paisaje
 - **Notas**
- Registro de colisiones
 - **Especie:** especie colisionada.
 - **Grupo:** Ave, quiróptero, otro (especificar).
 - **N_ind:** Número de individuos.
 - **Elemento_colision:** elemento posible con el que ha colisionado.
 - **Dist_obs_m:** distancia a la que se detecta el individuo colisionado por primera vez. Estimación en metros.
 - **Dist_min_elemento_m:** distancia entre el cadáver y al borde del panel fotovoltaico más cercano o al vallado perimetral. Estimación en metros.
 - **Alt_min_panel_m:** Altura mínima del panel fotovoltaico más cercano, en metros.
 - **Alt_max_panel_m:** Altura máxima del panel fotovoltaico más cercano, en metros.
 - **Depredacion:** Indicios de depredación (Sí o No).
 - **Descomp_est:** con el objeto de poder datar los cadáveres y estimar la fecha de colisión (en el caso de las aves). Ver más información sobre estos estados en Moraleda et al. (2022).
 - **Estado 1. Fresco:** desde el momento de la muerte hasta el inicio de la aparición de gas en el interior del cadáver provocado por fermentación bacteriana. Se aprecian tejidos blandos en estado fresco.
 - **Estado 2. Enfisematoso:** desde el comienzo de la aparición de tumefacción provocado por la fermentación bacteriana hasta que se produce la ruptura de la estanqueidad del cuerpo debido a la presión y a la degradación del tejido superficial.
 - **Estado 3. Colicuativo:** desde que se produce salida de gas hasta que desaparecen los tejidos blandos. Se produce degradación de los tejidos blandos hasta convertirse en una masa indiferenciada (magma putrilaginoso).
 - **Estado 4. Postcolicuativo:** estado en el que sólo se aprecian tejidos secos indiferenciables, huesos y cartílagos.
 - **Estado 5. Reducción esquelética:** desaparición completa de tejidos blandos, sólo se aprecian restos óseos y plumas.
 - **Muestreo de vegetación:** en un cuadrado de 2 x 2 metros alrededor del cadáver (tomando el cadáver como referencia del centro del cuadrado), anotar las variables de vegetación indicadas en el apartado 2.2.2:
 - **Cob_total:** Cobertura de toda la vegetación en porcentaje (%).
 - **Cob_gram:** Cobertura de gramíneas en porcentaje (%).
 - **Cob_NoGram:** Cobertura de no gramíneas en porcentaje (%).
 - **AltM_cm:** altura modal, en centímetros.

Variables a recopilar (experimento desaparición de cadáveres)

- Metadatos de unidad de muestreo
 - **FV**
 - **Provincia FV**
 - **ID_cadaver:** Código del cadáver. Para la identificación de los cadáveres colocados se empleará la terminología C (de cadáver) + tamaño (S-pequeño, M-mediano, L-grande) + las dos primeras letras del proyecto de FV + la estación (P-primavera, V-verano, O-otoño, I-invierno) + un número del 1 al 10. Por ejemplo, para el cuarto cadáver mediano colocado dentro de la FV del proyecto Prados en otoño sería: CMPRO4.
 - **Coordenadas:** coordenadas geográficas proyectadas en WGS84 en formato grados decimales.
 - **Estación:** primavera, verano, otoño, invierno.
 - **Fecha:** fecha de colocación del cadáver (formato DD/MM/AAAA).
 - **Especie**
 - **Tamaño:** pequeño (pollo gallina), mediano (paloma), grande (gallina)
 - **Fotografía** del cadáver en el paisaje, para facilitar la localización.
- Metadatos de visita
 - **FV**
 - **Fecha:** fecha de revisión (formato DD/MM/AAAA).
 - **Observador_a:** misma sugerencia que para transectos de aves a escala paisaje.
 - **Dias_colocacion:** Número de días transcurridos desde la colocación del cadáver.
 - **Notas**
- Observaciones
 - **ID_cadaver**
 - **Especie**
 - **Tamano:** pequeño (pollo gallina), mediano (paloma), grande (gallina)
 - **Desaparecido:** Sí/No.
 - **Descomp_est:** ver estados indicados en las variables a tomar durante el registro de colisiones (fresco, efisematoso, colicuativo, postcolicuativo, reducción esquelética).
 - **Depredacion:** Sí/No. Si hay indicios, incorporar una breve descripción.
 - **Fotografia**
 - **Notas**



1.4. Seguimientos específicos de medidas correctoras y compensatorias

1.4.1 Seguimiento de la ocupación de cajas nido y cajas refugio para aves y quirópteros

Objetivo del método

Monitorizar el éxito de ocupación de las cajas nido y las cajas refugio instaladas. La ocupación se define como un evento en el que se detecta algún indicio de presencia reciente de la especie, ya sea mediante detección de individuos, egagrópilas, excrementos, restos de presas, etc. En época de reproducción, es de especial interés verificar el éxito de cría, mediante la detección de huevos o juveniles, y obtener parámetros de productividad.

Especies objetivo

Aquellas especies de quirópteros y aves para las cuáles se hayan instalado las cajas. Para quirópteros, la ocupación suele ser de *Pipistrellus spp.* y *Nyctalus spp.* Para aves, las cajas nido propuestas para instalación suelen ser dirigidas a cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*), carraca (*Coracias garrulus*), lechuza común (*Tyto alba*) o mochuelo común (*Athene noctua*).

Metodología

- Para aquellos proyectos de FV que recojan la instalación de cajas nido para aves o de cajas refugio para quirópteros como medida correctora o compensatoria se hará un **seguimiento de estas para evaluar su efectividad en cuanto a ocupación y obtener, además, parámetros de productividad**.

En el caso de las aves:
 - Tasa de ocupación: número de cajas ocupadas con parejas reproductoras con respecto al número total de cajas.
 - Tasa de eclosión: número de huevos eclosionados con respecto al número total de huevos.
 - Tasa de vuelo: número de pollos volados con respecto al número total de pollos.
 - Productividad: número de pollos volados con respecto al número total de parejas reproductoras (cajas ocupadas con nido).
En el caso de quirópteros:
 - Tasa de ocupación (cajas): número de cajas ocupadas con respecto al número total de cajas.
 - Tasa de ocupación (individuos): número total de individuos en cajas con respecto al número total de cajas.
 - Tasa de ocupación por colonias de maternidad: número de cajas con al menos una hembra con juvenil con respecto al número total de cajas.
- Para **aves**, se realizarán un total de **3 visitas al año**: finales de marzo-finales de abril, principios de mayo-finales de mayo y principios de junio-principios de julio, o mediados de julio en caso de presencia de aves reproductoras tardías. Además, se hará una visita y se limpiarán los restos de la temporada anterior a finales de enero-principios de febrero (invierno). En caso de que las cajas estén ocupadas, se intensificarán las visitas **en periodos de 15 días**.
- Para **quirópteros**, se realizarán, al menos, **4 visitas al año**: marzo-mayo (emergencia y gestación), junio-julio (parto y lactancia), agosto-noviembre (postlactancia, dispersión y swarming), diciembre-febrero (hibernación). Cada año, las visitas se intentarán realizar alrededor de las mismas fechas que el año anterior.
- En caso de cajas con indicios de ocupación indirectos (excrementos, heces, etc), es **importante determinar que son indicios recientes**. Se recomienda realizar fotografías del interior de las cajas en cada revisión, para facilitar esta determinación y concluir si los indicios son de una ocupación reciente o pertenecen a una ocupación previa y ya detectada en la visita anterior.
- Para las aves, de manera paralela al seguimiento de cajas, **es altamente recomendable obtener información sobre la ocupación y éxito de parejas reproductoras criando en cavidades naturales de las cercanías de la FV**, con el fin de comparar los datos con los obtenidos del seguimiento de cajas y así entender mejor las tendencias observadas y sus posibles causas. En caso de poder realizarse este seguimiento, se recopilarían las mismas variables que para las cajas.

Variables a recopilar

- Metadatos de unidad de muestreo: con el fin de causar las menores molestias posibles a los individuos nidificantes y evitar el abandono de las crías se recomienda tomar estos datos en la primera visita, cuando aún no ha empezado la temporada de reproducción.
 - **ID_caja:** el código de identificación de la caja nido o refugio.
 - **FV:** nombre de la FV.
 - **Provincia:** provincia de la FV.
 - **Coordenadas:** coordenadas geográficas iniciales proyectadas en el datum WGS84 en grados decimales.
 - **Localizacion_FV:** Dentro/Fuera de la FV.
 - **Distancia_FV:** Distancia al punto más cercano de la FV.
 - **Especie_objetivo**
 - **Dimensiones_caja:** altura, anchura y profundidad de la caja, en centímetros.
 - **Anchura_entrada:** anchura del orificio de entrada, en centímetros.
 - **Altura_entrada:** anchura del orificio de entrada, en centímetros.
 - **Orientacion_entrada**
 - **Material_caja**
 - **Color_caja**
 - **Altura_caja:** en metros.
 - **Soporte_colocacion:** elemento sobre el que se ha colocado la caja, por ejemplo: árbol, poste, pared, etc.
 - **Sustrato:** uso del suelo predominante (barbecho, labrado, erial, bosque, etc.) en un radio de 50 metros alrededor de la caja.
- Metadatos de la visita:
 - **ID_caja:** el código de identificación de la caja nido o refugio.
 - **Fecha:** fecha de la visita, formato DD/MM/AAAA
 - **Observador_a**
- Revisión de caja nido (aves):
 - **Especie:** especie que ocupa la caja.
 - **Incidencias:** robo de la caja, caída o deterioro.
 - **N_ind:** Número de individuos adultos en la caja.
 - **N_huevos:** número de huevos totales.
 - **N_huevos_eclo:** número de huevos eclosionados.
 - **N_pollos:** número (indicar 0 si no hay).
 - **N_pollos_vuelo:** número de pollos volantes.
 - **Edad_pollos:** plumón, con cañones o con todas las plumas crecidas. Además, si es posible, se determinará la edad en días.
 - **Estado_pollos:** buen estado, mal estado, muerto.
 - **Descr_estado:** descripción del mal estado o muerte del pollo y posibles causas (parásitos, sarna, malformaciones, etc).
 - **Restos:** Egagrópilas, excrementos recientes, presas, otros (especificar)
 - **Notas:** si se observan a los adultos alrededor de la caja, molestias en los alrededores (p.ej. cazadores), indicios de depredación, etc. Indicar también aquellos animales o indicios de presencia que puedan condicionar la ocupación de caja (por ejemplo, nido activo de avispas).
- Revisión de caja refugio (quirópteros):
 - **Especie:** especie que ocupa la caja.
 - **N_ind:** Número de individuos en la caja.
 - **N_juveniles:** número de juveniles observados.
 - **Excrementos:** Sí/no (excrementos recientes: excrementos frescos, brillantes y/o blandos)
 - **Otros_animales:** indicar aquellos animales o indicios de presencia que puedan condicionar la ocupación de caja (por ejemplo, nido activo de avispas).
 - **Notas:** si se observan a los adultos alrededor de la caja, molestias en los alrededores (p.ej. cazadores), indicios de depredación, etc.



CÁTEDRA
STEPPE
FORWARD

2 /

Referencias

Referencias

Asociación Española para la Conservación y Estudio de los Murciélagos. 2023. Propuesta de directrices para la evaluación y prevención del impacto de plantas fotovoltaicas sobre los quirópteros. https://secemu.org/wp-content/uploads/2023/01/Propuesta_SECEMU_directrices_fotovoltaicas.pdf

Atienza, J.C., Martín Fierro, I., Infante, O. Valls, J. and Domínguez, J. 2011. Directrices para la evaluación del impacto de los parques eólicos en aves y murciélagos (versión 3.0). SEO/BirdLife, Madrid.

Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, K.P. and Laake, J.L. 1993. *Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations*. Chapman and Hall, London. 446pp.

Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico (MITECO). 2021. Guía metodológica para la valoración de las repercusiones de las instalaciones solares sobre especies de avifauna esteparia. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Madrid.

Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico (MITECO). 2022. Guía a para la elaboración de estudios de impacto ambiental de proyectos de plantas solares fotovoltaicas y sus infraestructuras de evacuación. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Madrid.

Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico (MITECO). 2024. Guía de buenas prácticas para la integración de la conservación de la fauna en el diseño y evaluación de plantas solares fotovoltaicas y medidas ambientales asociadas. Subdirección General de Biodiversidad Terrestre y Marina; Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Madrid.

Moraleda, V., Gómez-Catasús, J., Schuster, C., Carrascal, L.M. 2022. Decomposition stages as a clue for estimating the post-mortem interval in carcasses and providing accurate bird collision rates. Scientific reports, 12, 16188.

Ponce, C., Alonso, J. C., Argandona, G., García Fernández, A. and Carrasco, M. 2010. Carcass removal by scavengers and search accuracy affect bird mortality estimates at power lines. Animal Conservation, 13, pp.603–612.



CÁTEDRA
STEPPE
FORWARD

3 /

Anexos

Anexos

3.1. Anexo I. Especies de interés

Tabla 1 / Especies de aves esteparias consideradas de interés para las metodologías descritas.

Nombre común	Nombre científico
Aguilucho cenizo	<i>Circus pygargus</i>
Alcaraván común	<i>Burhinus oedicephalus</i>
Alondra ricotí	<i>Chersophilus duponti</i>
Avutarda euroasiática	<i>Otis tarda</i>
Cernícalo primilla	<i>Falco naumanni</i>
Ganga ibérica	<i>Pterocles alchata</i>
Ganga ortega	<i>Pterocles orientalis</i>
Sisón común	<i>Tetrax tetrax</i>
Terrera marismeña	<i>Alaudala rufescens</i>

3.2. Anexo II. Distribución temporal de los seguimientos

	Invernada (aves/quirópteros), migración (aves)
	Gestación/emergencia (quirópteros)
	Reproducción (aves), parto-lactancia (quirópteros)
	Dispersión/migración (aves), postlactancia/dispersión/swarming (quirópteros)

Escala	Método	N visitas	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Paisaje	Mapeo hábitat agrario	1/época (2 en reproductora)												
	Aves diurnas	3/época												
	Vegetación	2												
	Ortópteros	2												
	Insectos polinizadores	2												
	Quirópteros	3												
	Carnívoros	4												
	Colisiones	1/mes												
	Experimento cadáveres	11/estación												
FV y paisaje	Cajas nido aves	3/año (1 cada 15 días si ocupada)												
	Cajas refugio quirópteros	1/época												

3.3. Anexo III. Fichas de campo

3.3.1 Aves

FV:	ID transecto:	Fecha:	Hora inicio:		Hora final:	
Viento (Bft):	T (°C):	Nubes (%):	Ángulo paneles:		Altura paneles:	
Observador/a:	Notas:				(Ritmo ideal: 25 m/min)	

(Aquella información extra relacionada con especies de interés observadas (coordenadas, sustrato, edad, sexo), se recomienda utilizar aplicaciones móviles o tablet)

ID	Especie	Carril 1	Carril 2	Carril 3	Carril 4	Carril 5	Carril 6	Carril 7	Carril 8	Carril 9	Carril 10	Carril 11	TOTAL	Vuelo

[illegible]

3.3.2 Vegetación

FV:

Observador/a:

Fecha:

Hora:

Notas:

CUADRADOS DE VEGETACIÓN			
BAJO PANELES SOLARES – CUADRADO INICIO – ID Cuadrado:			
Cobertura gramíneas (%)		Altura modal gramíneas (cm)	
Cobertura leguminosas (%)		Altura modal leguminosas(cm)	
Cobertura crucíferas (%)		Altura modal crucíferas (cm)	
Cobertura suelo desnudo (%)		Notas	
CARRIL – CUADRADO INICIO – ID Cuadrado :			
Cobertura gramíneas (%)		Altura modal gramíneas (cm)	
Cobertura leguminosas (%)		Altura modal leguminosas(cm)	
Cobertura crucíferas (%)		Altura modal crucíferas (cm)	
Cobertura suelo desnudo (%)		Notas	
BAJO PANELES SOLARES – CUADRADO FIN – ID Cuadrado :			
Cobertura gramíneas (%)		Altura modal gramíneas (cm)	
Cobertura leguminosas (%)		Altura modal leguminosas(cm)	
Cobertura crucíferas (%)		Altura modal crucíferas (cm)	
Cobertura suelo desnudo (%)		Notas	
CARRIL – CUADRADO FIN – ID Cuadrado :			
Cobertura gramíneas (%)		Altura modal gramíneas (cm)	
Cobertura leguminosas (%)		Altura modal leguminosas(cm)	
Cobertura crucíferas (%)		Altura modal crucíferas (cm)	
Cobertura suelo desnudo (%)		Notas	

3.3.3 Ortópteros

TRANSECTOS ORTÓPTEROS – PRIMERA VISITA							
FV		ID transecto:					
Fecha				Observador/a			
Temp. (°C)		Nubes (%):		Viento (Bft)		Sombra (%)	
Hora inicial			Hora final				
NÚMERO DE ORTÓPTEROS							
< 2cm			2-4 cm			>4 cm	

Notas:

TRANSECTOS ORTÓPTEROS – SEGUNDA VISITA							
FV		ID transecto:					
Fecha				Observador/a			
Temp. (°C)		Nubes (%):		Viento (Bft)		Sombra (%)	
Hora inicial			Hora final				
NÚMERO DE ORTÓPTEROS							
< 2cm			2-4 cm			>4 cm	

Notas:

3.3.4 Insectos polinizadores

CUADRADOS INSECTOS POLINIZADORES – PRIMERA VISITA					
FV		ID transecto:			
Fecha			Observador/a		
Temp. (°C)		Nubes (%):		Viento (Bft)	Sombra (%)
Hora inicial			Hora final		
NÚMERO DE INSECTOS POLINIZADORES					
Abejas de la miel			Abejas silvestres		
Abejorros			Sírfidos		
Mariposas			Otros		

Notas:

CUADRADOS INSECTOS POLINIZADORES – SEGUNDA VISITA					
FV		ID transecto:			
Fecha			Observador/a		
Temp. (°C)		Nubes (%):		Viento (Bft)	Sombra (%)
Hora inicial			Hora final		
NÚMERO DE INSECTOS POLINIZADORES					
Abejas de la miel			Abejas silvestres		
Abejorros			Sírfidos		
Mariposas			Otros		

Notas:

3.3.5 Colisiones de aves y quirópteros

[illegible]

3.3.6 Experimento desaparición de cadáveres

FV:	Fecha:	Días colocación cadáveres:
Observador/a:	Notas:	

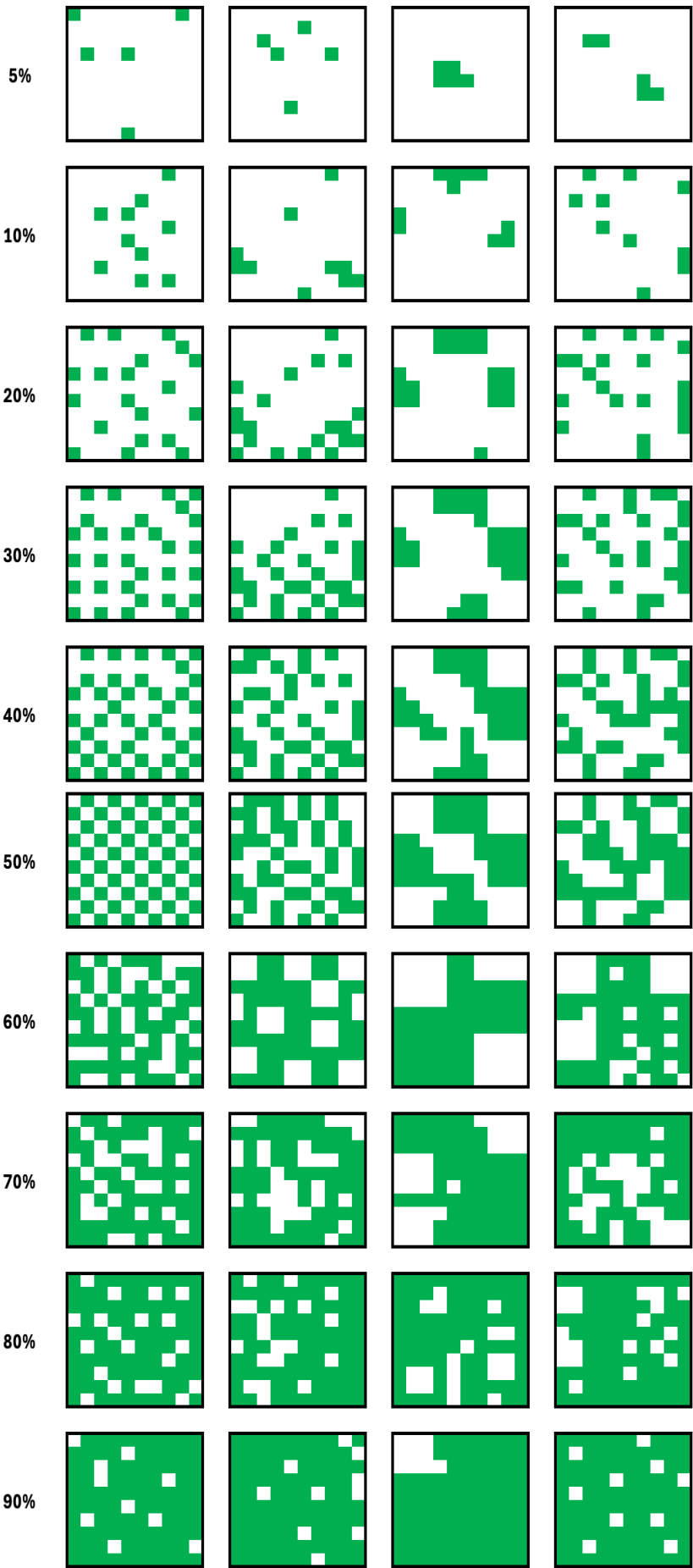
[illegible]

3.3.7 Revisiones de cajas nido y cajas refugio

[illegible]

ID_caja:		FV:							
SEGUIMIENTO CAJAS REFUGIO DE QUIRÓPTEROS									
Fecha	Observador/a	Especie	N ind	N juv	Excrementos recientes	Otros animales	Notas		

3.4. Anexo IV. Plantilla de porcentajes de vegetación



Descargo de responsabilidad

Los autores, la Cátedra Steppe Forward, sus instituciones afiliadas, empresas patrocinadoras, colaboradores y cualquier persona relacionada con su creación o distribución no se hacen responsables, en ningún caso, de los daños, perjuicios, pérdidas económicas, interpretaciones erróneas o consecuencias legales que puedan derivarse del uso o la interpretación de la información contenida en esta obra.

Asimismo, queda prohibida la reproducción, distribución o uso comercial no autorizado de este contenido sin el permiso expreso y por escrito de los autores y de la Cátedra Steppe Forward o de las entidades titulares de los derechos de autor.

Advertencia legal: El presente descargo de responsabilidad se encuentra amparado por la normativa nacional e internacional vigente sobre derechos de autor, propiedad intelectual y responsabilidad civil, sin perjuicio de otras disposiciones legales aplicables. Cualquier incumplimiento de lo señalado podrá ser objeto de acciones legales por parte de las entidades responsables.



CÁTEDRA
STEPPE
FORWARD



CTFC

