

PROPUESTA DE DIRECTRICES PARA LA EVALUACIÓN Y CORRECCIÓN DE LA MORTALIDAD DE QUIRÓPTEROS EN PARQUES EÓLICOS.

**SUBDIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD
TERRESTRE Y MARINA
Área de Acciones de Conservación**



**MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO**

Contenido

INTRODUCCIÓN.....	3
DIRECTRICES METODOLÓGICAS PARA LOS TRABAJOS DEL EsIA	5
Revisión bibliográfica	5
Estudio de la actividad de quirópteros.....	5
Identificación de refugios de colonias y hábitats favorables.....	7
Efectos acumulativos	7
Informe final.....	8
MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS	10
PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL	13
Seguimiento de la actividad	13
Seguimiento de la mortalidad.....	14
Informe anual de seguimiento.....	15
BIBLIOGRAFÍA.....	17

INTRODUCCIÓN

Una de las principales causas de mortalidad no natural y predecible de los quirópteros es la producida por los aerogeneradores (O'Shea *et al.* 2016, Hayes *et al.* 2019,). Los quirópteros pueden ser afectados indirectamente por las alteraciones que los aerogeneradores causan en su hábitat o bien de manera directa por la colisión contra las palas, o por el barotrauma causado por los cambios de presión al acercarse a las mismas.

Considerando la biología de las especies de este grupo taxonómico y sus estrategias reproductoras, las mortalidades detectadas por esta causa podrían estar poniendo en riesgo la viabilidad de poblaciones de algunas especies de quirópteros. En este contexto, es importante destacar que la totalidad de las especies españolas de quirópteros se encuentren en régimen de protección especial. Así, 32 especies de quirópteros están incluidos en el Listado de Especies en Régimen de Protección Especial (Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero) y 12 de ellas además están incluidas en el Catálogo Español de Especies Amenazadas. Por ello, les resulta de aplicación el artículo 57 de la ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, que prohíbe su muerte o daño incidental y establece que para las muertes accidentales se actúe para su control y evitación.

Según Cryan *et al.* (2014), los quirópteros resultan atraídos por los aerogeneradores por varias razones que aún no han sido claramente determinadas, barajándose entre ellas la posibilidad de que sea un efecto derivado de que los aerogeneradores puedan atraer a los insectos, debido al color de las aspas o a efectos acústicos asociados. El riesgo de colisión depende de diferentes factores, tales como la velocidad del viento, los meses del año, las condiciones meteorológicas, etc., así como de la biología de la especie.

Por tanto, los procedimientos de evaluación de impacto ambiental deben considerar de manera precisa este impacto, basándose en el mejor conocimiento científico disponible, para la elaboración de los propios estudios de impacto ambiental, la implementación de las medidas preventivas y correctoras y la propuesta de las indicaciones para que el seguimiento ambiental logre cumplir los objetivos para los que se ha establecido. En este sentido, esta guía propone una revisión de aquellos aspectos que, la Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico consideraría oportuno incluir en todos los procedimientos.

El estudio de las comunidades de quirópteros para su adecuada descripción dentro del inventario ambiental requiere de la aplicación de una serie de técnicas específicas y de la utilización de equipos especializados, que deberán ser llevadas a cabo por personal experto en este grupo faunístico. A su vez, el diseño de medidas preventivas y correctoras (y, en su caso, compensatorias), así como los programas de seguimiento, deberán llevarse a cabo teniendo en cuenta las características de este grupo de mamíferos.

Considerando la gran cantidad de procedimientos de evaluación de impacto ambiental de instalaciones de generación eólica en tramitación actualmente, y su tendencia creciente previsible en el futuro, se plantea este documento como unas prescripciones técnicas o guía para facilitar el estudio, seguimiento y corrección de los impactos de los parques eólicos sobre los quirópteros. Dicho estudio y evaluación resulta imprescindible y absolutamente necesario para la correcta evaluación de los impactos, así como para la correcta aplicación, durante el seguimiento de la infraestructura, del Protocolo de actuación con aerogeneradores conflictivos. El contenido de esta guía se ha elaborado considerando la información científico-técnica disponible más actualizada y considerando especialmente las recomendaciones que al respecto ha remitido la Asociación para el Estudio y la Conservación de los Murciélagos (SECEMU), asociación científica de reconocido prestigio en este campo.

DIRECTRICES METODOLÓGICAS PARA LOS TRABAJOS DEL EsIA

Los trabajos que se proponen a continuación están basados en las indicaciones señaladas en las directrices elaboradas por SECEMU (González *et al.*, 2013) para estudios preoperacionales, actualizadas conforme a las nuevas recomendaciones publicadas, tanto a nivel europeo como atendiendo a los protocolos existentes en algunas comunidades autónomas (Navarra, Castilla y León, Asturias, Cataluña y La Rioja).

Con el objeto de que, durante la información pública del correspondiente proyecto, las alegaciones que se planteen dispongan de información adecuada, resulta necesario que los estudios de impacto ambiental incorporen los resultados del trabajo de campo y presenten dicha información conforme a las recomendaciones incluidas a continuación. De lo contrario, resultaría recomendable que el proyecto definitivo se someta nuevamente a información pública una vez completado.

Revisión bibliográfica

En primer lugar, se revisará la bibliografía disponible (bases de datos de administraciones públicas, artículos científicos, publicaciones, informes no publicados, etc.) referente a murciélagos presentes en, al menos, las cuadrículas UTM de 10 x 10 km ocupadas por el parque eólico proyectado, así como las cuadrículas adyacentes. Es importante que la información del Inventario Español de Especies Terrestres (IEET) del MITECO sea tenida en cuenta, pero es también muy importante que se revisen otras fuentes que puedan contener información aplicable al ámbito territorial afectado, incluyendo consultas a expertos en la materia (lo que puede consignarse como “comunicación personal”).

En estos informes se examinarán las especies presentes en la zona, las épocas de presencia y la actividad desarrollada por ellas. Todas las fuentes de información consultadas serán reseñadas claramente y deberán figurar en el apartado de bibliografía del informe de resultados del estudio.

Estudio de la actividad de quirópteros

La actividad y el uso del espacio de los murciélagos en el parque eólico y su entorno se estudiarán por medio del análisis de grabaciones de ultrasonidos. Para ello se utilizarán exclusivamente grabadoras de registro automático y continuo de ultrasonidos. Este estudio se llevará a cabo dentro del área definida por un radio de, al menos, 1 km en torno a la envolvente de los aerogeneradores.

El trabajo abarcará la mayor parte de un ciclo biológico anual de actividad, al menos desde abril hasta octubre, ambos incluidos, excepto en las islas Canarias, en las que se considerará todo el año. La identificación de ultrasonidos deberá ser realizada por personal con experiencia acreditada. Las citas de especies raras o de difícil identificación deberán estar argumentadas. Finalmente, no se admitirá el resultado de asignaciones de especie automáticas sin una supervisión de los resultados.

Para los muestreos situados a nivel del suelo se utilizará, al menos, una grabadora por cada cinco aerogeneradores, de manera que se disponga de una grabadora (que puede ser la de referencia) para parques de 1 a 5 aerogeneradores, dos grabadoras para parques de 6 a 10, etc., debiendo prestarse especial atención a ambientes particularmente adecuados o apropiados para la actividad de estos mamíferos (cursos o masas de agua, pastizales naturales, lindes de arbolado, setos arbolados y roquedos). Estas grabadoras se mantendrán en funcionamiento desde el ocaso hasta el orto y deberán estar operativas de forma ininterrumpida entre el 1 de agosto y el 30 de septiembre. El resto del período de actividad, entre el 1 de abril y el 30 de octubre, se muestreará como mínimo 10 noches de cada mes. Dado que en algunos casos puede resultar complicado mantener estas grabadoras a nivel del suelo en un mismo emplazamiento durante periodos prolongados, podrán variar de emplazamiento en diferentes fechas, aunque situándose siempre en lugares muy próximos (inferior a 100 m) respecto a su ubicación original.

Además de las grabadoras autónomas, se podrán realizar complementariamente transectos nocturnos cubriendo los diferentes tipos de hábitats del lugar, que no contengan grabadoras. En este caso se realizarán al menos cuatro transectos nocturnos, uno por mes durante el período julio octubre. En estos recorridos se registrarán las especies detectadas y su localización.

Si el parque dispone de una torre de medición meteorológica u otra estructura adecuada, se registrará la actividad en la misma, tanto a la altura de riesgo (es decir, colocando un micrófono a una altura dentro del radio de giro de las palas), como en las proximidades del suelo (altura menor de 10 metros). La grabación en estos emplazamientos deberá de ser continua y durante toda la noche, entre el 15 de julio y el 15 de octubre.

Todas las grabaciones de ultrasonidos deberán ser presentadas en archivo digital junto con el estudio de impacto ambiental y deberán ser almacenadas durante un período mínimo de 5 años por parte del promotor. Se indicarán los parámetros de programación de las grabadoras (frecuencias de muestreo, duración de las grabaciones, filtros si se aplican, etc.).

Se identificarán las especies presentes en la zona o el género en aquellos registros que no sea posible identificar hasta el nivel de especie. Se determinará la tasa de actividad de cada especie para cada mes y punto de muestreo. También se puede aportar información sobre la existencia de secuencias de caza para determinar el tipo de la actividad de los murciélagos presentes en la zona. Junto con esta información, también se indicarán los equipos y software utilizados, así como las principales características técnicas de los mismos.

Identificación de refugios de colonias y hábitats favorables

Además del muestreo de la actividad de los murciélagos, se realizará:

- Un estudio de los refugios presentes en el área de proyecto. Se identificarán los refugios potenciales situados en un radio de 5.000 m alrededor de los aerogeneradores, empleando la bibliografía existente, las pertinentes consultas a expertos y/o gestores del medio natural y las búsquedas que sean precisas sobre el terreno. En caso de detectarse refugios ocupados, estos deberán ser censados. El censo se realizará en las épocas en las que el refugio sea utilizado por los murciélagos, determinándose para cada uno de ellos las especies que los ocupan y el número de ejemplares. Si no se conocen las fechas de ocupación, se hará al menos un censo por estación del año. Se indicará la distancia al refugio de importancia regional o nacional más próximo
- Un mapa de hábitats favorables para los murciélagos en el parque eólico y su entorno, cuyo ámbito será el mismo que el estudio de refugios. En él estarán representadas las posiciones de los aerogeneradores, sobre las que se definirán al menos dos bandas, la primera con una anchura de 200 metros y la segunda de 1.000 metros.

Se entiende, de manera genérica, como hábitat favorable aquellas zonas utilizadas por quirópteros en su alimentación, especialmente los cursos o masas de agua, pastizales naturales, lindes de arbolado, setos arbolados y bosques o bosquetes así como los refugios para especies forestales. También se considerarán otros refugios para especies no cavernícolas estrictas, así como las balsas, roquedos, puentes y edificios singulares/abandonados o con pocas molestias que pudieran albergar ejemplares.

Por ejemplo, para *Nyctalus lasiopterus*, se debe determinar la presencia de bosque maduro, árboles de diámetro grande (>35 cm) o con oquedades y árboles muertos en pie.

Efectos acumulativos

En caso de hallarse algún parque eólico en un radio de 10 km, se indicará el número de parques y de aerogeneradores, y se revisarán los datos de actividad y de mortalidad registrada en los mismos. Esta información se incorporará en el informe del parque objeto de estudio y deberá ser tomada en cuenta a la hora de valorar el posible impacto del nuevo proyecto. Cualquier valoración que se pudiera establecer sobre la posible mortalidad en el parque eólico deberá incluir una estimación de acuerdo con la información recogida pero también con la información científica y técnica disponible.

También se incorporarán al análisis de efectos acumulativos aquellos derivados de proyectos que se encuentren en tramitación. Para este análisis se utilizará la información relativa a quirópteros en el correspondiente expediente de evaluación ambiental.

Informe final

En el informe final se mostrarán los resultados obtenidos, incluyendo los siguientes aspectos o información:

1. Gráfica o tabla de distribución mensual del calendario (cronograma) de muestreos y actividades realizadas.

2. Número de noches completas muestreadas en los trabajos de campo. Se deberá precisar el número de horas muestreadas, diferenciando muestreos en altura y muestreos a nivel del suelo. Identificación y características técnicas de los equipos utilizados y los programas para el tratamiento de la información recabada. Se definirán la configuración de los equipos utilizada en la elaboración de los estudios.

3. Listado de especies identificadas, diferenciando claramente la información bibliográfica de la obtenida en los trabajos de campo para la realización del EsIA.

4. Se destacarán las especies del LESPRES y catalogadas (CEEA y/o catálogos regionales), con estados de amenaza (categorías UICN) según el Atlas y Libro Rojo de las Especies de Mamíferos Terrestres de España (Palomo *et al.*, 2007) y sus posteriores actualizaciones.

5. Se señalarán aquellas que son especialmente sensibles a incidencias en parques eólicos. Según la revisión de Rodrigues *et al.* 2014, con riesgo alto se encuentran *Pipistrellus* spp *Nyctalus* spp., *Hypsugo savii*, *Tadarida teniotis* y *Miniopterus schreibersii*. De riesgo medio *Eptesicus* spp. *Barbastella* spp. Y de riesgo bajo *Plecotus* spp. *Myotis* spp. y *Rhinolophus* spp.

6. Para los trabajos de campo se presentará una curva de acumulación de especies en relación al esfuerzo de muestreo realizado.

7. Se incluirán tablas con información sobre tasas de actividad para cada especie, mes y punto de muestreo. La actividad horaria se establecerá a partir del número de archivos de hasta 5 segundos de duración en los que se identifica a cada especie. Cualquier muestra de superior duración deberá ser fragmentada para facilitar la comparación entre resultados de diferentes parques.

8. Relación de la actividad registrada en altura con las variables meteorológicas tomadas *in situ*, especialmente con la velocidad del viento.

9. Se deberá incluir una cartografía para la zona de trabajo de hábitat favorable según lo mencionado anteriormente y las especies detectadas:

- Presencia de arbolado, destacando aquellas formaciones lineales de árboles y/o arbustos.
- Cursos de agua con remansos y balsas.
- Roquedos.

- Refugios localizados y otros elementos relacionados de interés (construcciones como puentes y edificios singulares que puedan albergar colonias de quirópteros).

En dicha cartografía deberá figurar como base los límites del área de trabajo (que será, el del ámbito de localización de refugios previsto anteriormente, es decir, al menos 5.000 metros alrededor de los aerogeneradores), la ubicación de los aerogeneradores y otras instalaciones del parque eólico, así como la ubicación de los puntos de muestreo utilizados.

10. Información sobre refugios utilizados que deberá incluirse:

- Distancia más próxima respecto a refugios de interés regional o de especial interés de especies amenazadas y/o catalogadas que sean citados en la bibliografía publicada, en informes disponibles por las Administraciones Públicas o en consultas realizadas a expertos en la materia.
- Información sobre colonias: localización precisa, especies y número de ejemplares que las integran, estacionalidad.
- Clasificación de los refugios según su posible interés de conservación para las especies identificadas.

11. Valoración del posible impacto global del parque sobre las especies identificadas. Teniendo en cuenta tanto la actividad detectada como las posibles pérdidas de hábitat que pudieran afectar al estado de conservación de las poblaciones de quirópteros presentes. En dicha valoración se hará especial hincapié en:

- Las especies especialmente protegidas, amenazadas y/o catalogadas,
- Especies que registran mayor número de incidencias en los parques eólicos europeos (géneros *Pipistrellus* spp, *Hypsugo* spp, *Eptesicus* spp, *Nyctalus* spp, *Miniopterus*, *Tadarida* spp).
- Especies que se pueden ver afectadas por otras obras requeridas para su instalación.

12. Número de aerogeneradores instalados y en proyecto en un radio de 10 km. Para cada parque en funcionamiento se indicará:

- Mortalidad localizada o detectada.
- Mortalidad anual estimada (indicando las correcciones derivadas de los test de permanencia de cadáveres y detectabilidad).

13. Un apartado de recomendaciones de los expertos para la integración de las conclusiones extraídas del estudio de impacto ambiental.

14. Listado de referencias específicas sobre murciélagos que han sido utilizadas y citadas como base de información para la realización del EsIA.

MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS

Con el objetivo de compatibilizar adecuadamente el desarrollo de un proyecto eólico con la conservación del medio natural y su biodiversidad, y sin menoscabo de los estudios y valoraciones incluidos anteriormente en este documento, se recomienda considerar la adopción de las siguientes medidas preventivas y correctoras para evitar o minimizar los efectos negativos de las infraestructuras en la biodiversidad:

1. La localización de los aerogeneradores puede considerarse como una medida preventiva fundamental para evitar importantes mortalidades. Así se recomienda ubicar los aerogeneradores a distancias superiores de 200 metros de los bordes de los hábitats particularmente adecuados para quirópteros (bordes de bosques, formaciones lineales, bosques de ribera, etc.) (EUROBATS, 2019). Cualquier ubicación más próxima a estos elementos se deberá considerar de riesgo a priori, debiéndose implementar medidas correctoras adicionales, en el caso de que sea inevitable dicha ubicación. El umbral presentado en este apartado podrá verse ampliado si así se refleja como recomendable en la literatura científica y las organizaciones científicas así lo recomiendan

2. Se evitarán los trabajos que puedan causar molestias durante los periodos más sensibles, como la época reproductiva o la hibernación. Se considera una distancia de seguridad los 1.000 m del refugio o colonia con la obra en sí.

3. Actualmente la única medida correctora que ha demostrado ser eficaz para la reducción de mortalidades es la de evitar la rotación de las aspas por debajo de velocidades superiores o iguales a 6 m/s cuando la actividad de éstos es mayor (González *et al.* (2013), Arnett *et al.* (2016), Arnett *et al.* (2010), Welling *et al.* (2018)). Por ello, en zonas donde la abundancia detectada sea media/alta o existan especies amenazadas, será necesario aplicar la medida de parada de las aspas a velocidades de viento inferiores a 6 m/s a la altura del buje, en época y horario de más actividad (meses de julio a octubre, ambos incluidos) y con unas condiciones meteorológicas que permitan el vuelo.

En zonas de densidades bajas y siempre y cuando se garantice el mantenimiento del estado de conservación de las poblaciones presentes en la zona, se podrán plantear propuestas alternativas de medidas correctoras, que estarán respaldadas con una gestión adaptativa del riesgo de colisión conforme a los resultados del seguimiento. Se recomienda que, hasta que no esté finalizada la propuesta de medidas específicas, se aplique, de manera preventiva, la parada general definida anteriormente.

4. Sobre este planteamiento general, y tras el primer año de funcionamiento, se podrá optimizar el régimen de paradas para que, manteniendo una baja mortalidad, se pueda optimizar la producción de energía. Esta adaptación estará condicionada al cumplimiento de algunos requisitos:

- Elaboración de un estudio de la actividad de los quirópteros en el parque (Behr, *et al.* 2017) durante el primer año de funcionamiento, de tal manera que se detecten especies que frecuentan la zona de riesgo de los aerogeneradores, junto a datos de temperatura, velocidad y dirección del viento, humedad, etc. De esta forma, se podrán estudiar el riesgo de colisión, adaptando las medidas que habían sido tomadas y adoptando nuevas medidas al respecto.
- Este estudio será presentado de manera que se puedan identificar las variables que mejor predicen la actividad a nivel de parque eólico, planteando los correspondientes algoritmos que optimicen la generación eólica sin suponer un incremento de la mortalidad. Dentro del citado trabajo se incluirá una justificación sobre la velocidad de arranque en función de la velocidad mínima de funcionamiento del modelo de aerogenerador a instalar y la actividad de quirópteros detectada. Para ello, será imprescindible incluir una gráfica que muestre la curva de frecuencias de velocidades de viento en la zona y la actividad de quirópteros detectada.
- Los siguientes años (al menos dos ciclos completos más) se mantendrán los estudios de actividad que se complementarán con los datos de estimación de mortalidad derivados de un adecuado programa de seguimiento (incluyendo las correcciones de estimación de presencia de cadáveres y detectabilidad de los mismos).

En este sentido se recomienda instalar los sistemas automáticos de detección de quirópteros en tiempo real, capaces de alimentar un sistema autónomo de toma de decisiones ante la detección de individuos, pudiendo detener las palas del aerogenerador ante un riesgo, y restableciendo su funcionamiento posteriormente.

5. Cualquier planteamiento diferente al presentado, requiere de la ejecución de trabajos muy pormenorizados y con unos resultados definitivos que permitan garantizar la protección de la comunidad de quirópteros que pudieran verse afectados por la explotación de la instalación eólica. De manera general requerirán de estudios de actividad en altura y que las ubicaciones de los aerogeneradores se encuentren en zonas no consideradas peligrosas a priori (distancias mayores de 200 metros a elementos del paisaje utilizados por los murciélagos).

6. Existen otra serie de medidas cuya efectividad está siendo objeto de estudios (EUROBATS, 2014) por lo que su aplicación solo debe realizarse en el análisis caso por caso para establecer si puede resultar adecuada la inclusión de alguna de las mismas:

- Señales disuasorias acústicas, visuales (Lemaître *et al.*, 2017) o electromagnéticas (radares, emisiones de ultrasonidos, luces en las turbinas, pinturas reflectantes, etc.) para ahuyentar a los quirópteros y evitar que se acerquen a los aerogeneradores.
- Uso de iluminación que no atraiga a los insectos, exclusivamente en los momentos en que su uso sea imprescindible. Según la publicación Kerbiriu *et al.*, 2020, a bajas intensidades de luz, la actividad detectada en quirópteros es mayor con lámparas LED que con LPS; en cambio, a altas intensidades, se ha detectado lo contrario.
- Evitar la construcción de lugares que concentran la actividad de los murciélagos, especialmente puntos de agua como lagunas, charcas, bebederos para el ganado y

humedales, así como el crecimiento de vegetación en las inmediaciones de los aerogeneradores.

PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL

La entrada en funcionamiento de un parque eólico ha de suponer el comienzo de un seguimiento riguroso, tanto de la actividad de las especies como, especialmente, de la mortalidad ocasionada. La vida media de un parque eólico se estima en torno a los 20-25 años y una mortalidad sostenida durante ese periodo en los quirópteros puede provocar la disminución irreversible de las poblaciones de algunas especies, llegando a comprometer su viabilidad, incluso la de especies comunes. Por este motivo es imprescindible disponer de datos precisos y fiables sobre la mortalidad que el funcionamiento de las instalaciones puede estar provocando en estos mamíferos.

Las actuaciones que se resumen a continuación están basadas en las indicaciones señaladas en las directrices elaboradas para España por SECEMU (González *et al.*, 2013) para estudios preoperacionales, aunque actualizando algunos aspectos que han quedado desfasados. También recogen algunas medidas señaladas en los protocolos más recientes desarrollados en algunas CC.AA. (Castilla y León, Asturias y La Rioja). Considerando que el riesgo de las instalaciones para los murciélagos se debe a su funcionamiento, todas las actuaciones deberán mantenerse durante la vida útil del parque, hasta su desmantelamiento. Estas actuaciones deberán estar presupuestadas de forma independiente a los seguimientos similares realizados para las aves y dimensionadas de acuerdo al tamaño del parque (número de aerogeneradores y situación de los mismos).

Seguimiento de la actividad

Con el fin de que los resultados de los seguimientos puedan ser comparables y permitan detectar variaciones significativas respecto a una situación de referencia, durante el funcionamiento del parque, el seguimiento de la actividad deberá mantener el mismo protocolo de muestreos que el utilizado previamente para elaborar el EsIA. Por tanto, pueden utilizarse como referencia todas las cuestiones detalladas para los primeros. La información puede ser más precisa por la posibilidad de incorporar grabadoras automáticas en los propios aerogeneradores. Esta información puede ser muy útil para relacionar la actividad con la mortalidad, evaluar la incidencia de ciertos factores meteorológicos de riesgo, así como para argumentar adecuadamente las modificaciones relativas a las medidas preventivas y correctoras establecidas en las fases de proyecto y evaluación ambiental.

Estos trabajos se llevarán a cabo de manera intensiva los 5 primeros años desde el inicio de producción del parque, para posteriormente reducir la intensidad de los muestreos en la medida de que no se detecten cambios respecto a lo previsto en el EsIA. Esta segunda fase de control de la mortalidad se deberá prolongar durante toda la vida útil de la instalación, y su diseño deberá aportarse en el plan de vigilancia ambiental que se incorpore en el EsIA.

Seguimiento de la mortalidad.

Los seguimientos de mortalidad tienen la finalidad de permitir detectar situaciones que es preciso corregir. En primer lugar, ante la existencia de aerogeneradores considerados conflictivos se deberá poner en aplicación el “*Protocolo de actuación con aerogeneradores conflictivos*” establecido por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. En cualquier caso, la detección de incrementos apreciables de mortalidad, debería conllevar la incorporación de medidas correctoras adicionales, de manera que se mantenga siempre una baja tasa de mortalidad en las instalaciones eólicas.

La búsqueda de cadáveres deberá realizarse en todos los aerogeneradores, al menos, en la primera fase del seguimiento de mortalidad. Al igual que el seguimiento de la actividad, posteriormente se podrá reducir la intensidad del seguimiento.

En relación a la superficie sobre la que se realizará la búsqueda de cadáveres, es preciso que el área de búsqueda no sea inferior a un círculo de diámetro igual a la longitud del rotor más el 10 % de la misma. Dada la dificultad práctica para delimitar esta superficie circular y también que los muestreos en espiral son de difícil ejecución en el campo, deberá optarse por una superficie cuadrada en la que se inscriba el área circular de búsqueda. En esta superficie, debidamente señalizada, se deberán realizar recorridos paralelos, separados 5 m entre sí. A este respecto es importante destacar que una superficie de 50 m de radio se recorre a 5 km por hora en aproximadamente una hora y que se trata de examinar cuidadosamente la superficie a la búsqueda de restos de pequeño tamaño y de difícil detección, no simplemente de recorrerla. Es por ello importante destacar la necesidad del uso de perros adiestrados, ya que estos son mucho más eficientes que las personas en el hallazgo de cadáveres de pequeño tamaño. Precisamente su pequeño tamaño favorece que los cadáveres de murciélagos desaparezcan con rapidez, por lo que, para que las estimas sean consideradas fiables, es preciso que la periodicidad de las inspecciones sea siempre inferior a los diez días, es decir, al menos tres veces al mes entre los meses de julio a octubre (ambos incluidos). Para el resto del año se podría considerar coincidente con las inspecciones que se realicen para las aves. El calendario de estas inspecciones deberá ser notificado previamente a las autoridades regionales competentes.

Cuando no sea posible examinar toda la superficie de búsqueda (p. e., presencia de cultivos, arboleda, orografía...), deberá cartografiarse de forma detallada el área de búsqueda inspeccionada en cada aerogenerador, de manera que sea posible posteriormente hacer una extrapolación de los resultados obtenidos en la elaboración de las estimas.

La mortalidad detectada es siempre inferior a la mortalidad real ocasionada. Por ello, para poder corregir la mortalidad detectada y poder estimar la mortalidad real es imprescindible que se hagan varios test periódicos de permanencia y detectabilidad de cadáveres en diferentes épocas del año (al menos uno ha de ser entre los meses de julio a octubre). Los resultados de estos test se incorporarán a los informes de seguimiento que se elaboren. Es conveniente que los cadáveres utilizados en dichos test sean de murciélagos o, en su defecto, de ratones oscuros marcados previamente, para que los ensayos se acerquen lo más posible a la realidad. Los ensayos de detectabilidad es conveniente se realicen por dos equipos (empresas u organizaciones)

independientes, para que el técnico no sepa cuándo lo está siendo. Si el equipo de búsqueda cambia, deberán realizarse nuevos test de detectabilidad.

- Para el estudio de la eficacia de búsqueda o detectabilidad, el número de cadáveres debería ser de al menos 20.
- En cuanto al estudio de la permanencia de cadáveres, se deberían utilizar un mínimo de 10 cadáveres, que fuesen revisados diariamente, o de forma continuada (preferentemente mediante cámaras de fototrampeo), durante al menos 10 días.

El estándar para la toma de datos y presentación de los resultados relativos a todos los trabajos relacionados con la estimación de la mortalidad de quirópteros se corresponderán con los requisitos de la metodología GenEst (Dalthorp *et al.*, 2018). De esta manera, los datos podrán ser comparables y permitirán establecimiento de bases de datos que mejoren la estimación a priori de la mortalidad, y por tanto de la toma de decisiones en el futuro.

Los ejemplares localizados deberán ser identificados de forma fehaciente por un técnico especializado en el estudio de quirópteros. Cuando fuera preciso, para la correcta identificación de los ejemplares se enviarán muestras de tejidos para la realización de análisis moleculares en laboratorios homologados y especializados en este tipo de pruebas. En cualquier caso, todos los ejemplares localizados deberán ser entregados en el departamento administrativo correspondiente (a través de los centros de recuperación de referencia) según lo establecido en el protocolo de actuación correspondiente.

Informe anual de seguimiento

En el informe anual de seguimiento se mostrarán los resultados obtenidos, incluyendo los siguientes aspectos o información:

1. Para el seguimiento de la actividad durante la fase de funcionamiento: consultar el protocolo preoperacional. Además, se deberá realizar un análisis comparativo respecto a los resultados obtenidos en los estudios preoperacionales.

2. Para el seguimiento de la mortalidad:

- Calendario previsto para la realización de las inspecciones de mortalidad. Cualquier cambio sobre el calendario establecido deberá ser formalmente notificado a las autoridades regionales competentes previamente a la realización de las actividades afectadas.
- Se emitirá un informe de cada una de las inspecciones detallando la composición del personal de trabajo, perros utilizados, la fecha de realización, detalles de los ejemplares muertos localizados (coordenadas, aerogenerador más próximo, distancia al aerogenerador más próximo, estado del ejemplar, etc). El informe deberá ser firmado por un técnico de la empresa encargada de las inspecciones realizadas que certifique la veracidad de los resultados y entregado al Órgano competente dentro del trimestre correspondiente a la realización de las inspecciones.
- Para los test de permanencia y detectabilidad de cadáveres: se mostrarán los resultados obtenidos en cada uno de ellos, indicando fecha de realización, metodología empleada, meteorología y otros aspectos que se estimen de interés por la Administración. Estos datos se utilizarán para realizar un cálculo de la mortalidad real de murciélagos en el parque.

Independientemente del método de estima utilizado, deberá utilizarse siempre como referencia estandarizada el método GenEst (Dalthorp *et al.*, 2018). Este método de estima será utilizado como referencia comparativa entre diferentes instalaciones, pudiendo ser actualizado en función de los conocimientos científicos que se vayan adquiriendo.

- Si se aplican medidas correctoras, se detallará la metodología empleada y los resultados obtenidos tras su aplicación.

- Un apartado de recomendaciones claras y evaluables, en el que se deberá incluir una referencia expresa a la velocidad de arranque de los aerogeneradores y la actividad de quirópteros detectada en relación a la intensidad de viento. Cualquier argumento sobre este aspecto requerirá incluir una gráfica que muestre la curva de frecuencias de velocidades de viento en los emplazamientos de las grabadoras en altura y la actividad de quirópteros detectada en los mismos.

- Listado de referencias específicas sobre murciélagos que han sido utilizadas y citadas como base de información para la realización de los trabajos e informes.

Este protocolo estará sujeto a revisión en función de la información científica disponible.

BIBLIOGRAFÍA

- Arnett E. B., Baerwald E. F., Mathews F., Rodrigues L., Rodríguez-Durán A., Rydell J., Villegas-Patracá R. and Voigt C. C. (2016). Impacts of wind energy development on bats: A global perspective. Pp 295-323 In: C.C. Voigt and T. Kingston (eds.), *Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World*, DOI 10.1007/978-3-319-25220-9_11.
- Arnett E. B., Huso Manuela M. P., Schirmacher Michael, R., Hayes John P. (2010). Altering turbine speed reduces bat mortality at wind-energy facilities. *Frontiers in Ecology and the Environment*.
- Behr O., Brinkmann R., Hochradel K., Mages J., Korner-Nievergelt F., Niermann I., Reich M., Simon R., Weber N. and Nagy M. (2017). Mitigating bat mortality with turbine-specific curtailment algorithms: a model based approach. *ResearchGate*.
- Cryan, P. M., P. M. Gorresen, C. D. Hein, M. R. Schirmacher, R. H. Diehl, M. M. Huso, D.T.S. Hayman, P.D. Fricker, F.J. Bonaccorso, D.H. Johnson, K. Heist, & D. C. Dalton, 2014: Behavior of bats at wind turbines. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111(42): 15126-15131.
- Dalthorp D.H., L. Madsen, M. M. Huso, P. Rabie, R. Wolpert, J. Studyvin, J. Simonis & J. M. Mintz, (2018): GenEst statistical models—A generalized estimator of mortality: U.S. Geological Survey Techniques and Methods, v. 7, no. A2, 13. pp.
- EC, 2020: Commission notice. Guidance document on wind energy developments and EU nature legislation. European Commission. Brussels, 18.11.2020 C (2020) 7730 final.
- González, F., Alcalde, J. T. & Ibáñez, C. (2013). Directrices básicas para el estudio del impacto de instalaciones eólicas sobre poblaciones de murciélagos en España. *SECEMU. Barbastella*, 6 (núm. especial): 1-31.
- Hayes, M. A., L. A. Hooton, K. L. Gilland, C. Grandgent, R. L. Smith, S. R. Lindsay, J. D. Collins, S. M. Schumacher, P. A. Rabie, J. C. Gruver, and J. Goodrich-Mahoney. (2019). A smart curtailment approach for reducing bat fatalities and curtailment time at wind energy facilities. *Ecological Applications* 00(00): e01881. 10.1002/eap.1881.
- Kerbiriou C., Barré K., Mariton L., Pauwels J., Zissis G., Robert A., Le Viol I. (2020). Switching LPS to LED Streetlight May Dramatically Reduce Activity and Foraging of Bats. *Diversity*, 12, 165.
- Lemaître, J., K. Macgregor, N., Tessier, A., Simard, J., Desmeules, C., Poussart, P., Dombrowski, N., Desrosiers, S., Dery (2017). *Bat Mortality Caused by Wind Turbines: Review of Impacts and Mitigation Measures*, Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Québec City, 26 p.
- O'Shea, T. J., P. M. Cryan, D. T. Hayman, R. K. Plowright, & D. G. Streicker, 2016: Multiple mortality events in bats: a global review. *Mammal Review*, 46(3), 175-190.
- Palomo, L. J., Gisbert, J., & Blanco, J. C. (Eds.), 2007: *Atlas y libro rojo de los mamíferos terrestres de España*. Organismo Autónomo de Parques Nacionales, Madrid.
- Rodrigues, L., Bach, L., Dubourg-Savage, M. J., Karapandza, B., Kovac, D., Kervyn, T., Dekker, J., Kepel, A., Bach, P., Collins, J., Harbusch, C., Park, K., Micevski, B., Minderman, J. (2015). *Guidelines for consideration of bats in wind farm projects - Revision 2014*. EUROBATS Publication Series nº 6 (ENGLISH VERSION) UNEP/EUROBATS Secretariat Bonn, Germany, 133 pp.

- UNEP/EUROBATS IWG on wind turbines and bat populations. 2019. Doc.EUROBATS.AC24.5. Rev.1. Report of the IWG to the 24th Meeting of the Advisory Committee, Skopje, North Macedonia, 1-3 April. Available online at <https://www.eurobats.org/node/1571>.
- Wellig S.D., Nusslé S., Miltner D., Kohle O., Glaizot O., Braunisch V. (2018) Mitigating the negative impacts of tall wind turbines on bats: Vertical activity profiles and relationships to wind speed. PLoS ONE 13(3): e0192493.[https://doi.org/ 10.1371/journal.pone.0192493](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192493).