



PROTOCOLO DE PARADA DIRIGIDO A LA CONSERVACIÓN DE QUIRÓPTEROS EN AEROGENERADORES CON ALTA SINIESTRALIDAD

CONSIDERACIÓN PREVIA

De acuerdo con lo que se indica en los condicionados de las Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA) emitidas por el INAGA para las instalaciones eólicas en esta comunidad autónoma, en función de los resultados del seguimiento ambiental de dichas instalaciones y de los datos de que pueda disponer el Departamento con competencias en materia de medio ambiente, los promotores de las instalaciones eólicas quedan obligados a adoptar cualquier medida adicional de protección ambiental, incluidas paradas temporales de los aerogeneradores, incluso su reubicación o eliminación.

En coherencia con lo anterior, el objeto del presente protocolo es el de constituir el criterio técnico de referencia, en relación a las medidas a adoptar para la conservación de los quirópteros, a utilizar a la hora de tomar decisiones en el seno de las Comisiones de Seguimiento Ambiental (CSA) de los Parques eólicos, así como en los informes/propuestas que sobre mortalidad en parques eólicos se hagan desde las Secciones de Biodiversidad o desde el Servicio de Biodiversidad (especialmente en el caso de Parques Eólicos sin CSA).

ANTECEDENTES E INFORMACIÓN PREVIA

La colisión y barotrauma de murciélagos con aerogeneradores son algunas de las causas de mortalidad más importantes para el grupo de los quirópteros. De hecho, se ha comprobado que el funcionamiento de parques eólicos en varias áreas del mundo plantea riesgos importantes para las poblaciones locales de murciélagos, y también para algunas especies migratorias.

Diversos estudios han confirmado que la actividad de vuelo de los murciélagos se produce mayoritariamente en momentos sin viento o con viento suave, inferior a 6 m/s, y con temperaturas mayores de 11-12°C. Existen también unas franjas horarias de mayor actividad que pueden variar según las especies.

Teniendo en cuenta estos parámetros, y programando la parada de aerogeneradores seleccionados de acuerdo con las condiciones ambientales como las indicadas, puede conseguirse una reducción muy significativa de la mortalidad de murciélagos en parques eólicos.



En coherencia con esto, la Sociedad Española para la Conservación de los Murciélagos (SECEMU) en sus Directrices (González, Alcalde e Ibáñez, 2013), indica lo siguiente:

Los experimentos llevados a cabo para modificar el arranque de los aerogeneradores a velocidades de viento superiores a los 5-6 m/s en los períodos de mayor mortalidad (primeras horas de la noche y meses de julio a octubre) (Baerwald et al., 2009; Arnett et al., 2010a) han demostrado que ésta es, por el momento, la medida más eficaz para reducir la mortalidad. Se ha comprobado que puede llegar a reducir significativamente el número de incidencias, con valores de reducción superiores al 50 % y dado que estos períodos coinciden con los de menor producción energética (ver Nicholson et al., 2005) la pérdida de producción que implica adoptar dicha medida se halla por debajo del 1 % anual (Arnett et al., 2010b). La aplicación de estas paradas podría ser además optimizada a partir del estudio de algunas variables ambientales relacionadas con la presencia de murciélagos (Weller & Baldwin, 2012).

Los resultados de otras medidas para tratar de disminuir la actividad de los murciélagos en las proximidades de los aerogeneradores (emisión de ruido blanco ultrasónico (Horn et al., 2008; Szewczak & Arnett, 2008, Johnson et al., 2012) y aplicación de radiación electromagnética de alta frecuencia (Nicholls & Racey, 2007, 2009)) parece que podrían tener efectos disuasorios, pero no son todavía concluyentes o son difícilmente aplicables.

Sobre los casos en los que procede aplicar protocolos de parada, SECEMU considera que:

“la mortalidad de murciélagos se considerará en principio significativa en una turbina cuando la estima de mortalidad exceda de 10 murciélagos muertos por año (Ontario Ministry of Natural Resources, 2010) o cuando para el conjunto del parque se supere una mortalidad anual estimada de 40 murciélagos. (González, Alcalde e Ibáñez, 2013).

No resulta fácil ni obvio estimar una mortalidad anual de murciélagos, por cuanto estos animales tienen baja tasa de permanencia y especialmente una escasa tasa de detectabilidad. El uso de perros especialmente adiestrados parece la opción más fiable para la detección de cadáveres (González, Alcalde e Ibáñez, 2013).”

En consonancia con esta argumentación, SECEMU considera que, por una parte, debería aplicarse el protocolo de parada si se superan los 40 murciélagos/parque eólico, pero también si las especies afectadas por la mortalidad están amenazadas. En la práctica, esto haría que una buena parte, o la mayoría de los parques eólicos, debieran aplicar medidas de reducción de la mortalidad a través de la implementación protocolos de parada.



En un reciente estudio realizado en 9 parques eólicos (110 aerogeneradores) de Cádiz (Sanchez-Navarro *et al.* 2023), sólo 26 de 156 ejemplares de murciélagos (un 17,3%) colocados por los investigadores en las plataformas de los aerogeneradores fueron encontrados en los tests de detectabilidad y permanencia por los técnicos de vigilancia ambiental, pese a que se realizaba una revisión diaria durante 4 días seguidos y se colocaban en zonas con vegetación escasa. El porcentaje varió entre el 7,9% y 32,5% según las zonas. Once cadáveres fueron encontrados el primer día, ocho el segundo, seis en el tercero y dos en el noveno (cuando se daba por perdido y se cerró el experimento). 9,6% fueron comidos por artrópodos, principalmente hormigas, y 25% se perdieron debido a causas desconocidas, probablemente depredación por vertebrados carroñeros o arrastrados por el viento.

En estudios realizados en América del Norte y Europa septentrional y central, la eficiencia para encontrar los cadáveres, suele ser igual o mayor de 50% (Arnett *et al.*, 2008; Piorkowski y O'Connel, 2010; Rydell *et al.*, 2010; Grodsky *et al.*, 2012). Por ejemplo, Small-wood (2013) registró tasas medias de detección de 44,9% y 59,5% para canales en ensayos con visibilidad moderada y alta, respectivamente (n = 15 ensayos).

Varios observadores consultados consideran que la permanencia de los cadáveres de murciélagos ronda los 3 días. En los parques eólicos de Aragón, las búsquedas se realizan generalmente semanalmente o quincenalmente, según la época.

Por otra parte, hay que tener en cuenta que la búsqueda efectiva se realiza generalmente en parte de la superficie batida por el aerogenerador.

A modo de ejemplo, se muestran a continuación dos supuestos de aplicación de las tasas de detectabilidad y permanencia, sobre escenarios de revisión de forma efectiva del 50% de la superficie del área barrida por el aerogenerador.

	Nº ejemplares observados
Mortalidad real: 10 murciélagos	
Tasa de permanencia 3,5 días	
Frecuencia semanal de revisión	5
Revisión 50% superficie del aero	2,5
Tasa de detectabilidad 20%	0,5
Tasa de detectabilidad 50%	1,25
	Nº ejemplares observados
Mortalidad real: 10 murciélagos	
Tasa de permanencia 3,5 días	
Frecuencia quincenal de revisión	2,5
Revisión 50% superficie del aero	1,25
Tasa de detectabilidad 20%	0,25
Tasa de detectabilidad 50%	0,625



En los ejemplos anteriores, incluso con una frecuencia semanal de revisión y una tasa de detectabilidad del 50% (que se considera alta detección), solo se detectarían 1,25 ejemplares en el caso de una mortalidad real por aero de 10 murciélagos. Por su parte, con una revisión quincenal y una tasa detectabilidad del 20%, sólo se detectarían 0,25 murciélagos detectados para la misma mortalidad real.

En consecuencia, y en una lectura a la inversa para el caso más favorable, con la detección de tan solo 1,25 murciélagos por aerogenerador ya estaríamos ante una mortalidad estimada de al menos 10 ejemplares.

Por otro lado, analizando una amplia muestra de aerogeneradores puestos en funcionamiento en los últimos años en Aragón, y calculando los siniestros de murciélagos por aerogenerador, puede generarse la siguiente tabla resumen.

Cálculo de siniestros por aerogenerador

Nº de siniestros por aero	Nº de aeros	% aeros	% aeros acumulado	Siniestros	% siniestros	% siniestros acumulado
1	106	19,06	37,41	106	23,25	100,00
2	45	8,09	18,35	90	19,74	76,75
3	27	4,86	10,25	81	17,76	57,02
4	11	1,98	5,40	44	9,65	39,25
5	6	1,08	3,42	30	6,58	29,61
6	4	0,72	2,34	24	5,26	23,03
7	1	0,18	1,62	7	1,54	17,76
8	2	0,36	1,44	16	3,51	16,23
9	4	0,72	1,08	36	7,89	12,72
10	1	0,18	0,36	10	2,19	4,82
12	1	0,18	0,18	12	2,63	2,63

Siguiendo la tabla anterior, se observa que, un protocolo eficaz de parada para murciélagos que se aplicase en los aerogeneradores con 2 o más muertes detectadas de murciélagos en un año, afectaría sólo al 18,35 % de los aerogeneradores instalados, pero repercutiría sobre un 76,75% de los siniestros.

Con 3 o más muertes, afectaría al 10,25% de aerogeneradores, repercutiendo sobre 57,02% de siniestros.

Mientras que con 1 o más muertes, afectaría al 37% de aerogeneradores, repercutiendo sobre el 100% de siniestros.



Diversas empresas eólicas de Aragón han puesto en marcha medidas de parada para murciélagos similares a los propuestos por SECEMU y otros estudios, con resultados muy positivos respecto a la disminución de mortalidad de quirópteros.

Algunas de las empresas han reportado datos de pérdida de generación eléctrica anual del orden de 0.36% en aquellos aerogeneradores donde se han aplicado medidas de parada durante 1,33 meses en toda la noche con velocidades inferiores a 6,5 m/s a la altura del buje. Esto implica que la aplicación de un protocolo de parada durante de 3,5 meses anuales podría suponer unas pérdidas de 0.94% a lo sumo. En todo caso, unas pérdidas de generación eléctrica de alrededor del 1%, únicamente en aquellos aerogeneradores donde se aplique la medida, parecen del todo asumibles económicamente.

CONTENIDO DEL PROTOCOLO DE PARADAS

Condiciones generales

Las condiciones en las que se aplicaría el régimen de paradas para disminuir la mortalidad de quirópteros en los aerogeneradores que se seleccionen serían las siguientes:

- Viento inferior a 6 m/s a la altura de vuelo de los murciélagos (se puede dar por buena a falta de más datos, la velocidad del viento a la altura del rotor, buje o nacelle)
- Temperatura igual o superior a 12°C medida en condiciones estándar

Periodo diario y anual de aplicación

- El periodo diario de aplicación será desde media hora antes de la puesta de sol (ocaso) y hasta media hora después de la salida del sol (orto).
- El periodo anual de aplicación será desde el 15 de julio al 31 de octubre, siendo conveniente alargarlo hasta el 15 de noviembre en otoños de altas temperaturas.
- Los periodos anteriores podrán variar para adecuarse a las circunstancias de cada parque eólico, y en particular a la composición de la quiropteroфаuna de su entorno, justificado todo ello por los estudios realizados mediante grabadoras de ultrasonidos, época de detección de cadáveres, etc. No obstante, con carácter general deberá mantenerse aproximadamente un cómputo similar de horas de aplicación respecto al periodo por defecto, que asciende a unas 1404 horas al año (resultado de multiplicar 13 horas diarias x 108 días de aplicación).



- En caso de que tras la aplicación de esta medida siga existiendo mortalidad significativa (2 o más murciélagos detectados por aerogenerador y año) fuera del periodo 15 julio a 31 de octubre, deberá anticiparse o alargarse la época de parada en esos aerogeneradores, incluyendo la que los estudios de campo realizados determinen. A falta de mayor definición, puede proponerse como referencia añadir el intervalo del 1 de abril al 15 de junio.

Aerogeneradores a los que aplicar el protocolo

- La aplicación de este protocolo de parada se realizará sobre aquellos aerogeneradores en los que la mortalidad anual calculada alcance o supere los 10 murciélagos al año.
- Como consecuencia de las bajas detectabilidad y permanencia de los cadáveres de quirópteros, y teniendo en cuenta la cadencia semanal o quincenal entre jornadas de seguimiento, se establece lo siguiente:
 - o A falta de datos más precisos, el protocolo se aplicará a aerogeneradores con una mortalidad anual detectada de 2 o más ejemplares de murciélagos de cualquier especie.
 - o Igualmente se aplicará a cualquier aerogenerador donde se haya detectado una baja de una especie catalogada como amenazada (vulnerable o en peligro de extinción) en cualquier momento de su vida útil.
 - o Si la empresa de seguimiento argumenta una mayor detectabilidad calculada, baja tasa de desaparición del cadáver, o alta dedicación de muestreo de siniestralidad, este umbral de 2 murciélagos/año podrá aumentarse a valores mayores que serán solicitados por la empresa y deberán argumentarse.
 - o En caso de contar con varios periodos anuales completos de seguimiento, se calculará la media de muertes para dichos periodos, redondeándola al alza, de modo que, si se obtiene una media mayor o igual de 1,5 ejemplares/año, el redondeo a 2 implicaría aplicar el protocolo de parada.



LITERATURA CITADA

- ARNETT, E. B., W. K. BROWN, W. P. ERICKSON, J. K. FIEDLER, B. L. HAMILTON, T. H. HENRY, A. JAIN, G. D. JOHNSON, J. KERNS, R. R. KOFORD, *et al.* 2008. Patterns of bat fatalities at wind energy facilities in North America. *Journal of Wildlife Management*, 72: 61–78.
- Arnett, E. B., Huso, M. P., Hayes, J. P. & Schirmacher, M. 2010a. Effectiveness of changing wind turbine cut-in speed to reduce bat fatalities at wind facilities. A final report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. Bat Conservation International. Austin, Texas, USA. <http://www.batsandwind.org/pdf/Curtailment/Final/Report/5-1510/v2.pdf>.
- Arnett, E. B., Huso, M. P., Schirmacher, M. R. & Hayes, J. P. 2010b. Altering turbine speed reduces bat mortality at wind-energy facilities. *Front. Ecol. Environ.*, 9: 209-214. DOI: 10.1890/100103. <http://www.esajournals.org/doi/abs/10.1890/100103>.
- Baerwald, E. F., Edworthy, J., Holder, M. & Barclay, R. M. R. 2009. A large-scale mitigation experiment to reduce bat fatalities at wind energy facilities. *J. Wildl. Manag.*, 73: 1077-81.
- 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.
- GRODSKY, S. M., C. S. JENNELLE, D. DRAKE, and T. VIRZI. 2012. Bat mortality at a wind-energy facility in southeastern Wisconsin. *Wildlife Society Bulletin*, 36: 773–783.
- Horn, J., Arnett, E. B. & Kunz, T. H. 2008. Behavioural responses of bats to operating wind turbines. *J. Wildl. Manag.*, 72:123-132.
- Nicholson, C. P., Tankersley, R. D., Fiedler, J. K., & Nicholas, N. S. 2005. Assessment and prediction of bird and bat mortality at wind energy facilities in the southeastern United States. Tennessee Valley Authority, Knoxville, Tn. Final Report. http://docs.wind-watch.org/nicholson2005-bird_bat_mortality.pdf.
- Nicholls, B. & Racey, P. A. 2007. Bats avoid radar installations: could electromagnetic fields deter bats from colliding with wind turbines? *PLoS ONE*, 2:e297. <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0000297>.
- Nicholls, B. & Racey, P. A. 2009. The aversive effect of electromagnetic radiation on foraging bats - a possible means of discouraging bats from approaching wind turbines. *PLoS ONE*, 4: e6246. <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0006246>.
- Ontario Ministry of Natural Resources. 2010. Bats and bat habitats. Guidelines for wind power projects. Ontario Ministry of Natural Resources. Pp. 1-24. http://www.mnr.gov.on.ca/stdprodconsume/groups/lr/@mnr/@renewable/documents/document/stdprod_088155.pdf.
- PIORKOWSKI, M. D., and T. J. O'CONNELL. 2010. Spatial pattern of summer bat mortality from collisions with wind turbines in mixed-grass prairie. *American Midland Naturalist*, 164:260–269.
- RYDELL, J., L. BACH, M.-J. DUBOURG-SAVAGE, M. GREEN, L. RODRIGUES, and A. HEDENSTROM. 2010. Bat mortality at wind turbines in northwestern Europe. *Acta Chiropterologica*, 12: 261–274.
- SANCHEZ-NAVARRO, S. GALVEZ-RUIZ, D. RYDELL, J. IBANEZ, C. 2023. High bat fatality rates estimated at wind farms in southern Spain *Acta Chiropterologica*, 25(1): 125–134, 2023
- SMALLWOOD, K. S. 2013. Comparing bird and bat fatality-rate estimates among North American wind-energy projects. *Wildlife Society Bulletin*, 37: 19–33.
- Szewczak, J. M. & Arnett, E. B. 2008. Field test results of a potential acoustic deterrent to reduce bat mortality from wind turbines. Humboldt State University, Arcata, California and Bat Conservation International, Austin, Texas both in the U.S.A. <http://www.batsandwind.org/pdf/2007DeterrentPondStudyFinal.pdf>.
- Weller, T. J. & Balwin, J. A. 2012. Using echolocation monitoring to model bat occupancy and inform mitigations at wind energy facilities. *J. Wildl. Manag.*, 76 (3): 1937-2817.

Servicio de Biodiversidad
Dirección General de Medio Natural, Caza y Pesca



Zaragoza, a fecha de la firma electrónica

Ref.: ACT/maf

Asunto:	Remisión de Protocolo de parada dirigido a la conservación de quirópteros en aerogeneradores con alta siniestralidad
De:	Dirección General de Medio Natural, Caza y Pesca
A:	Director del Instituto Aragonés de Gestión Ambiental Directora General de Energía y Minas Director del Servicio Provincial de MAT de Huesca Director del Servicio Provincial de MAT de Teruel Director del Servicio Provincial de MAT de Zaragoza

Se remite adjunto el ***Protocolo de parada dirigido a la conservación de quirópteros en aerogeneradores con alta siniestralidad***, elaborado por esta Dirección General a partir de las aportaciones de la Unidad de Medio Natural del Servicio Provincial de Medio Ambiente y Turismo de Zaragoza para su aplicación como criterio de referencia en el análisis de los casos de mortalidad de quiropterofauna en parques eólicos.

De acuerdo con lo que se indica en los condicionados de las Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA) emitidas por el INAGA para las instalaciones eólicas en esta comunidad autónoma, en función de los resultados del seguimiento ambiental de dichas instalaciones y de los datos de que pueda disponer el Departamento con competencias en materia de medio ambiente, los promotores de las instalaciones eólicas quedan obligados a adoptar cualquier medida adicional de protección ambiental, incluidas paradas temporales de los aerogeneradores, incluso su reubicación o eliminación.

En coherencia con lo anterior, el objeto del protocolo elaborado por esta Dirección General es el de constituir el **criterio técnico de referencia** a utilizar a la hora de tomar decisiones en el seno de las Comisiones de Seguimiento Ambiental (CSA) de los Parques eólicos, así como en los informes/propuestas que sobre mortalidad en parques eólicos se hagan desde las Secciones de Biodiversidad de los Servicios Provinciales de MAT o desde el Servicio de Biodiversidad (especialmente en el caso de Parques Eólicos sin CSA).

Alfonso Calvo Tomás
Director General de Medio Natural, Caza y Pesca