

Cómo citar este artículo:

M^a del Mar Salguero Pérez *et al.* “Incidencia de los parques eólicos sobre las poblaciones de quirópteros del Campo de Gibraltar”. *Almoraima. Revista de Estudios Campogibaltareños*, 49, diciembre 2018. Algeciras. Instituto de Estudios Campogibaltareños, pp. 159-169.

Recibido: septiembre de 2017

Aceptado: octubre de 2017

INCIDENCIA DE LOS PARQUES EÓLICOS SOBRE LAS POBLACIONES DE QUIRÓPTEROS DEL CAMPO DE GIBRALTAR

M^a del Mar Salguero Pérez / Departamento de Biología. Universidad de Cádiz

Gonzalo Muñoz Arroyo / Departamento de Biología. Universidad de Cádiz

Antonio Román Muñoz Gallego / Laboratorio de Biogeografía, Diversidad y Conservación. Departamento de Biología Animal, Facultad de Ciencias. Universidad de Málaga

RESUMEN

Los quirópteros son un grupo faunístico muy amenazado. Entre las principales amenazas se encuentra la mortalidad debida a los parques eólicos. La comarca del Campo del Gibraltar es especialmente adecuada para este estudio ya que se trata de una zona donde se favorece la existencia de colonias de cría al existir hábitats en buen estado de conservación, a la vez que cuenta con una alta concentración de instalaciones eólicas, 26 parques eólicos que suman 502 aerogeneradores, concentrados principalmente en el término municipal de Tarifa.

El estudio plantea los siguientes objetivos: primero se analiza la presencia de las principales especies de quirópteros en la zona, entre las que encontramos algunas tan amenazadas como el nóctulo gigante (*Nyctalus lasiopterus*). Posteriormente se estudia la incidencia de los parques eólicos sobre los quirópteros en la provincia de Cádiz, utilizando para ello la base de datos de la Junta de Andalucía, con especial atención a los parques ubicados en el Campo de Gibraltar. En el período 2009 - 2014 se registraron un total de 1.810 eventos de mortalidad de murciélagos en parques eólicos en la provincia de Cádiz, de los cuales 309 ocurrieron en instalaciones ubicadas en el Campo de Gibraltar. La mayor incidencia se produjo sobre especies comunes, en su mayoría del género *Pipistrellus*, aunque también se vieron afectadas especies con un grado de amenaza elevado como es el caso de *Nyctalus lasiopterus* y *Nyctalus noctula*.

Palabras clave: murciélagos, chiroptera, energía eólica, aerogeneradores, Campo de Gibraltar, colisiones.

ABSTRACT

Bats (order Chiroptera) represents one of the most threatened taxa between mammals, mainly due to the influence of human infrastructures, and in particular, the effects of wind farms. The “Campo de Gibraltar” is one of the main areas in Andalucía for bat colonies settlement, since they find suitable habitats. However, this is also one of the main areas for wind power development in Europe, with 29 wind farms accounting 541 wind turbines, mainly concentrated in Tarifa.

This work has three principal goals: first, an analysis of the distribution of the principal bat species along the area. Secondly, to study the incidence of the wind farms on the bat species in Cadiz, using a dataset on bat mortality provided by the Junta de Andalucía, with special attention on these facilities located in the Campo de Gibraltar. In the period 2009-2014, 1,810 bat fatalities concerning windfarms were recorded, 309 of them took place in Campo de Gibraltar. Common species, like those of the genus *Pipistrellus*, were the most frequently injured, but also very threatened species where damaged, like *Nyctalus lasiopterus* and *Nyctalus noctula*. Finally, the implications of natural protected areas management on bat conservation is discussed.

Key words: bats, chiroptera, wind power, wind turbines, Campo de Gibraltar, collision.

1. INTRODUCCIÓN

Dada la situación actual de cambio climático y escasez de combustibles fósiles, el apoyo al desarrollo de energías renovables es una máxima en la mayoría de los países desarrollados del mundo. En el caso de España, son las energías solar y eólica las que tienen un mayor desarrollo, favorecidas por las condiciones climáticas que afectan a nuestro país.

En el caso concreto de la energía eólica, España es el quinto país por potencia instalada, con 23.026MW repartidos en 1.080 parques eólicos que suman 20.292 aerogeneradores. Además, es el cuarto exportador mundial de aerogeneradores y el séptimo país por patentes eólicas (AEE, 2016). Se trata por tanto de un sector con un desarrollo muy importante, que genera 22.468 empleos y que se encuentra en desarrollo, ya que para cumplir los objetivos a 2020 son necesarios 8.500 MW más, el 75% de ellos eólicos.

Andalucía es la tercera comunidad autónoma de España por potencia instalada, con 3.324,3 MW y 147 parques eólicos (Agencia Andaluza de la Energía, 2017). Se trata de una región con un elevado potencial de recurso eólico terrestre y en los últimos años ha liderado el crecimiento de potencia instalada en España. Cádiz es, con diferencia, la provincia que más aporta a la producción de energía eólica de Andalucía, con 60 parques eólicos en funcionamiento. De ellos, 56 cuentan con plan de vigilancia ambiental.

Aunque la energía eólica es una de las formas más prometedoras de energía renovable, el desarrollo de parques eólicos ha demostrado tener un impacto negativo sobre la distribución, abundancia y comportamiento de las poblaciones de fauna silvestre, especialmente aves y murciélagos (e.g. Mateos *et al.*, 2012; Zimmerling y Francis, 2016; Wang y Wang, 2016). En España, numerosos estudios han analizado los factores que determinan el impacto de los parques eólicos sobre las aves (Barrios y Rodríguez, 2004; De Lucas *et al.*, 2008; Ferrer *et al.*, 2011; Carrete *et al.*, 2012). Sin embargo, la afección sobre los quirópteros ha sido escasamente estudiada. La información que existe actualmente es escasa y procede mayoritariamente de Norteamérica (e.g. Cryan *et al.*, 2014; Zimmerling y Francis, 2016) y norte de Europa (e.g. Korner – Nieverrgelt *et al.*, 2013, Bach *et al.*, 2013). En España, pese a que se realizaron algunos trabajos durante los años 90 (eg: Benzal y de Paz, 1991; Alcalde y de Paz, 1997; Ibáñez, 1998) que lograron una primera aproximación al conocimiento de las poblaciones de las principales especies de quirópteros, la información existente continúa siendo escasa y muy fragmentada, y en particular apenas se conoce su estatus poblacional, el rango de distribución y el grado de amenaza de muchas especies. Esta información resulta fundamental para evaluar el nivel de cualquier impacto y determinar las consiguientes medidas de gestión.

Todo ello pese a que los quirópteros son uno de los grupos de mamíferos más diverso a nivel mundial, con más de 1.000 especies. En la Directiva 92/43/CE, DEL CONSEJO de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres (Directiva Hábitat), aparecen en su Anexo II 14 especies cuya conservación es prioritaria y para las que es necesario designar Zonas de Especial Conservación (ZEC). Dicha directiva, adicionalmente, en su Anexo IV, califica a todos los microquirópteros como especies de interés comunitario que requieren una protección estricta. A nivel estatal, esta información queda recogida en la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y la Biodiversidad, transposición de la Directiva Anterior. Además, las 32 especies de quirópteros identificadas en España están protegidas por el Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas. De ellas, *Myotis capaccinii* se encuentra catalogada como en peligro de extinción y otras doce como vulnerables, incluyendo *Nyctalus lasiopterus*. A nivel autonómico, los murciélagos están incluidos en la Ley 8/2003, de 28 de octubre, de la flora y la fauna silvestres, y en el Catálogo Andaluz de Especies Amenazadas. Esto ofrece una idea de los problemas de conservación que tiene este grupo. Además, la Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Murciélagos (SECEMU, 2017) incluye entre las principales amenazas para este grupo de mamíferos la alteración de sus hábitats naturales, la pérdida de refugios por acción humana, muerte por intoxicación debida a pesticidas y accidentes causados por infraestructuras humanas, especialmente parques eólicos y carreteras. En la misma línea se pronuncian asociaciones como EUROBATS (Hutson *et al.*, 2015) o Bat Conservation Trust (Bat Conservation Trust, 2017).

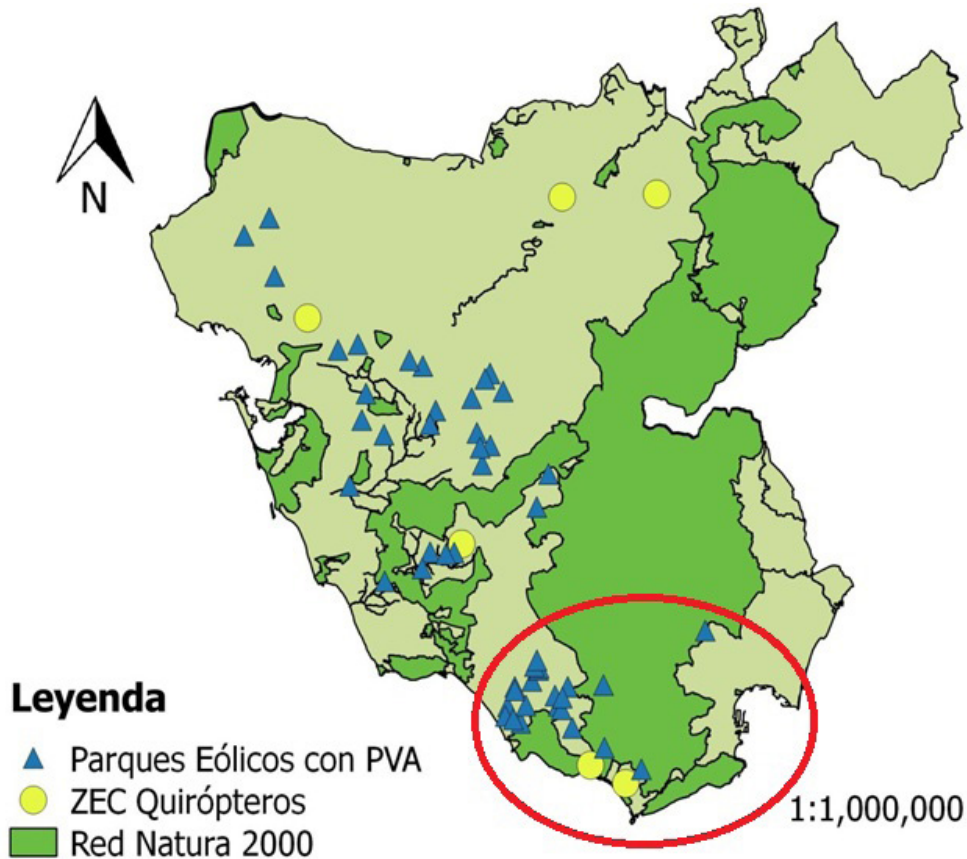
En el caso de la provincia de Cádiz no existe un censo exacto de las poblaciones de murciélagos en general, aunque sí se conoce la presencia de al menos 20 especies (Sánchez e Ibáñez, 2011a) de las 23 presentes en Andalucía (Ibáñez *et al.*, 2012b). Además, se trata de un área donde se favorece la existencia de colonias de cría de murciélagos, ya que gran parte del territorio presenta hábitats en buen grado de conservación que sirven a estos animales como refugio, ya tengan hábitos cavernícolas, fisurícolas o arborícolas. Prueba de ello son los 21 refugios de murciélagos cavernícolas censados en la provincia (Migens *et al.*, 2005) o el Informe sobre las poblaciones de murciélagos forestales de la Junta de Andalucía (Ibáñez *et al.*, 2012a). Además, existen seis Zonas de Especial Conservación (ZEC) declaradas en la provincia en base a la presencia de quirópteros cavernícolas mediante el Decreto 3/2015, de 13 de enero, por el que determinados Lugares de Importancia Comunitaria con presencia de quirópteros cavernícolas se declaran Zonas Especiales de Conservación de la Red Ecológica Europea Natura 2000 (Anexos II y III). Estas características se acentúan más si cabe en la zona del Campo de Gibraltar por la presencia de importantes Espacios Naturales Protegidos y la existencia en Tarifa de dos importantes ZEC de las mencionadas anteriormente, el Santuario de la Luz y el Tufillo.

2. OBJETIVO E HIPÓTESIS

El objetivo general de este estudio es contribuir al conocimiento actual acerca del impacto de los parques eólicos sobre los quirópteros en la zona del Campo de Gibraltar. Con ello se pretende aportar información necesaria para mejorar la gestión y desarrollo de este tipo de instalaciones generadoras de energía, con gran interés medio ambiental, y compatibilizarla con la conservación de un grupo faunístico poco estudiado: los murciélagos.

En primer lugar, se pretende obtener una visión general de la situación realizando una caracterización y descripción de los datos sobre colisiones que hay registrados en la comarca del Campo de Gibraltar, uno de los principales puntos de desarrollo eólico en Europa. Para ello, se analiza la información disponible para determinar las especies más afectadas y su estatus de conservación, así como para conocer las limitaciones de los registros disponibles.

Adicionalmente, se realiza un análisis espacial de las colisiones, determinando aquellos aerogeneradores donde se concentran el mayor número de incidencias, con el objetivo de determinar dónde deberían concentrarse las medidas de gestión.



Mapa 1. Localización de los parques eólicos, la Red Natura 2000 y las Zonas de Especial Conservación declaradas por la presencia de quirópteros en la provincia de Cádiz. En el círculo, la comarca del Campo de Gibraltar. Las ZEC son murciélagos cavernícolas.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 Área de estudio

La comarca del Campo de Gibraltar se encuentra en el extremo sur de la península ibérica, dentro de la provincia de Cádiz (mapa 1) conformando la porción europea del estrecho de Gibraltar. Su ubicación geográfica entre dos masas de agua (Atlántico y Mediterráneo) y dos masas continentales (Europa y África) da lugar a unas características climáticas particulares, una de las cuales es la prevalencia de vientos intensos tanto de componente oeste (poniente) como de componente este (levante). Esto propició que, a partir de los años 90, tuviera lugar un gran desarrollo de proyectos de energía eólica terrestre (Espejo, 2004).

Con una superficie total de 1.529 km², en la comarca se encuentran 26 parques eólicos, que suman un total de 502 aerogeneradores. Se concentran en el término municipal de Tarifa, a excepción del parque eólico El Pino, con 11 aerogeneradores, localizado en Los Barrios. Algunos de estos parques eólicos se encuentran dentro o en los límites de Espacios Naturales Protegidos, siendo el Parque Natural de los Alcornocales el más estrechamente relacionado con este tipo de instalaciones. También encontramos parques eólicos en las inmediaciones de las ZEC declaradas por la presencia de murciélagos cavernícolas.

3.2 Análisis de la información

La información sobre las colisiones se ha obtenido de la base de datos de la Junta de Andalucía para el *Seguimiento de la mortalidad de aves y quirópteros en la provincia de Cádiz* (Consejería de Medio Ambiente, datos inéditos). La información que aparece en dicho fichero ha sido recogida por técnicos contratados por las diferentes promotoras de las instalaciones a través de empresas privadas dedicadas a la vigilancia ambiental. El protocolo para la recolección de datos está estandarizado desde 2009, cuando la Delegación Provincial de Medio Ambiente de Cádiz elaboró el *Programa de Seguimiento de Parques Eólicos* (Consejería de Medio Ambiente, 2009) y determina la necesidad de realizar revisiones diarias, preferiblemente a primera hora de la mañana, de las zonas cercanas a los aerogeneradores que conforman el parque eólico y cumplimentar una ficha de incidencias con información relativa tanto al individuo accidentado como a las condiciones en las que ocurrió la colisión y sobre el aerogenerador implicado. Esta base de datos recoge incidencias en quirópteros desde el año 2005, pero dado que no es hasta el año 2009 cuando se estandariza la recogida de datos, el presente trabajo se limita a las incidencias ocurridas entre enero de 2009 y octubre de 2014.

Para el estudio de la mortandad de quirópteros se han analizado las incidencias a nivel de género ya que, en la mayoría de las ocasiones, la determinación a nivel de especie es muy complicada, llegando a ser necesaria la realización de estudios moleculares (Mayer y Vol Helvesen, 2001). Esta decisión viene reforzada por los datos disponibles, ya que muchos de los registros no llegan a identificar al animal a nivel de especie.

Para realizar una estima de la mortalidad real ocurrida durante el período de estudio hemos aplicado una tasa de detectabilidad media en los programas de vigilancia del 17,02% para la provincia de Cádiz, calculada por Sánchez e Ibañez (2011b).

Por último, para la realización de los diferentes mapas se ha utilizado el software de tratamiento geoespacial QGIS 2.8.2.

4. RESULTADOS

4.1 Análisis de los datos de incidencias

En la provincia de Cádiz, entre enero de 2009 y octubre de 2014, se han registrado un total de 1.810 incidencias. De ellas, 309 ocurrieron en parques eólicos situados en la comarca del Campo de Gibraltar. Si aplicamos a estos resultados la tasa media de detectabilidad de quirópteros en parques eólicos de la provincia de Cádiz, estimada en 17,02% (Sánchez e Ibáñez, 2011b), el número total de colisiones alcanzaría los 1.815 individuos.

En cuanto a los taxones implicados, el grupo taxonómico más afectado fue *Pipistrellus spp*, con un 73,46% (N=309). En segundo lugar aparece el género *Eptesicus*, con el 8,74% y, por último, el género *Nyctalus*, con 2,27%. Cabe destacar que, del total de registros, en 33 ocasiones sólo se identifica como *Microchiroptera* o *Vespertilionidae* (tabla 1), no tenemos más información sobre género o especie.

En cuanto al grado de protección (tabla 2), destaca el grupo formado por las especies del género *Nyctalus*, que cuentan con un elevado grado de protección tanto a nivel regional como estatal e internacional. Es importante considerar que en la provincia tenemos una importante colonia de cría de Nóctulo Gigante (*Nyctalus lasiopterus*), considerada vulnerable por la UICN.

Especies	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Total
<i>Myotis spp</i>		3	3				6
<i>Myotis myotis</i>	1						1
<i>Nyctalus spp</i>			1				1
<i>Nyctalus noctula</i>						2	2
<i>Nyctalus leisleri</i>			1		1	1	3
<i>Nyctalus lasiopterus</i>			1				1
<i>Eptesicus serotinus</i>	3			4			7
<i>Eptesicus isabellinus</i>			12	3	3	2	20
<i>Pipistrellus spp</i>	4	17	103	18	27	22	191
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>			2	7	3	3	15
<i>Pipistrellus kuhii</i>			5	11	3	2	21
<i>Hypsugo savii</i>			2		1		3
<i>Miniopterus schreibersii</i>			1				1
<i>Tadarida teniotis</i>				1	1	2	4
<i>Vespertilionidae</i>			1				1
<i>Microchiroptera</i>	22	9	1				32
TOTAL	20	29	137	40	39	34	309

Tabla 1. Especies afectadas cada año durante el periodo enero de 2009 y octubre de 2014.

INCIDENCIA DE LOS PARQUES EÓLICOS SOBRE LAS POBLACIONES
DE QUIRÓPTEROS DEL CAMPO DE GIBRALTAR

M^a del Mar Salguero Pérez *et al.*

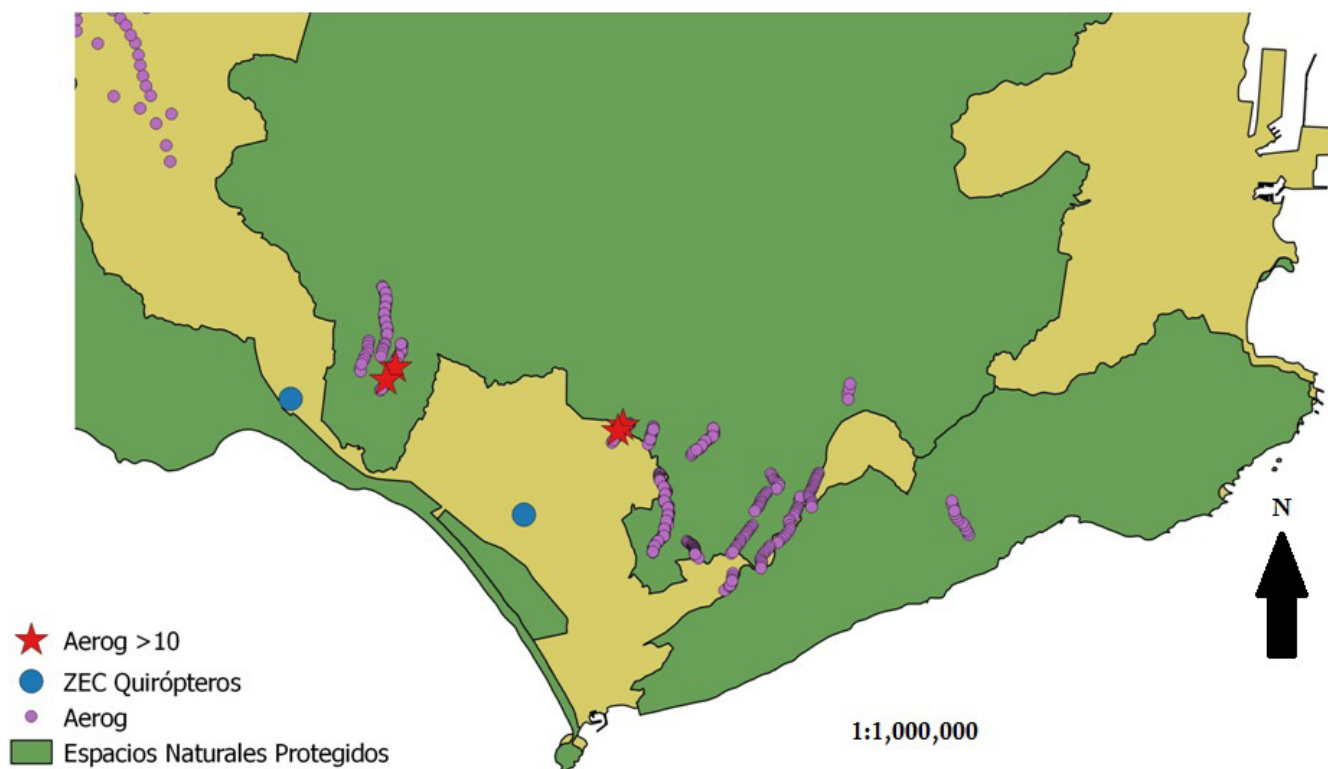
ESPECIE	HÁBITO	ESTADO DE CONSERVACIÓN ¹			ABUNDANCIA EN CÁDIZ ²	DIRECT. HABITAT
		MUNDO	ESPAÑA	ANDALUCÍA		
<i>Barbastella Barbastellus</i>	Arborícola	VU	NT	VU	Sin datos	Anexo II
<i>Eptesicus isabellinus/serotinus</i>	Fisurícola	LC	DD	LC	Común	Anexo IV
<i>Hypsugo savii</i>	Fisurícola	NT	DD	DD	Común	Anexo IV
<i>Miniopterus scherebersii</i>	Cavernícola	LR	VU	A	Común	Anexo II
<i>Myotis blythii</i>	Cavernícola	LC	VU	VU	Común	Anexo II
<i>Myotis emarginatus</i>	Cavernícola	VU	VU	VU	Raro	Anexo II
<i>Myotis myotis</i>	Cavernícola	LR	VU	VU	Común	Anexo II
<i>Nyctalus lasiopterus</i>	Arborícola	LR	VU	VU	Raro	Anexo IV
<i>Nyctalus leisleri</i>	Arborícola	NT	VU	LR	Común	Anexo IV
<i>Nyctalus noctula</i>	Arborícola	LC	VU	VU	Sin Datos	Anexo IV
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Fisurícola	LC	DD	DD	Muy común	Anexo IV
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Fisurícola	LC	LC	DD	Muy común	Anexo IV
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	Fisurícola	LC	LC	DD	Sin datos	Anexo IV
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Cavernícola	LR	NT	VU	Común	Anexo II
<i>Rhinolophus mehelyi</i>	Cavernícola	VU	EN	EN	Raro	Anexo II
<i>Tadarida teniotis</i>	Cavernícolas	NE	NT	NE	Común	Anexo II

Tabla 2. Especies de quirópteros afectadas, hábito, estado de conservación y abundancia relativa en la zona de estudio. Fuentes: 1 Libro Rojo de Vertebrados de Andalucía, Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España, Catálogo Andaluz de Especies Amenazadas y UICN. 2Ibáñez, 1998.

4.2 Análisis espacial

A nivel de la provincia de Cádiz, de los 801 aerogeneradores que existen, sólo 405 aparecen en los registros de mortandad de quirópteros y sólo en 48 de ellos hay más de 10 registros durante el período de estudio. En el caso del Campo de Gibraltar, 118 aerogeneradores han causado la muerte a algún quiróptero entre 2009 y 2014, pero sólo contamos con 4 aerogeneradores con más de 10 incidencias (mapa 2).

Estos 4 “aerogeneradores negros” se localizan en los parques EEE y PESUR, al norte de Tarifa. Cabe destacar que ambos son parques repotenciados en los años 2008 - 2009, situados dentro o en los límites del Parque Natural de Alcornocales y próximos a las dos ZEC tarifeñas declaradas por presencia de murciélagos cavernícolas, Búnker del Santuario de la Luz (ES6120029) y Búnker el Tufillo (ES6120022).



Mapa 2. Localización de los aerogeneradores con diez o más colisiones registradas durante el período de estudio.

5. DISCUSIÓN

La información existente sobre el grupo de los quirópteros es en general escasa y muy fragmentada, y en particular apenas se conoce el estatus poblacional, el rango de distribución y el grado de amenaza de muchas de las especies (Kuntz *et al.*, 2007). Esta información es fundamental a la hora de evaluar el nivel de cualquier impacto sobre este grupo y determinar las consiguientes medidas de gestión.

A nivel regional cabe destacar los trabajos realizados por la Junta de Andalucía y la Estación Biológica de Doñana, quienes han desarrollado un programa de inventariado y seguimiento en Andalucía para las especies de hábito cavernícola (Ibáñez *et al.*, 1998; Migens *et al.*, 2005; Migens, 2008). En los últimos años también se ha trabajado sobre las especies forestales (Ibáñez *et al.*, 2012a), aunque todavía se trata de una información bastante preliminar.

En este trabajo analizamos la base de datos de incidencias sobre quirópteros en parques eólicos de la provincia de Cádiz, recopilados por la Consejería dentro de los Programas de Vigilancia Ambiental. En este análisis nos centramos en los datos registrados a partir de la puesta en marcha en 2009 de las Instrucciones para los Programas de Vigilancia Ambiental por parte de la Delegación Provincial de Medio Ambiente de Cádiz (Consejería de Medio Ambiente, 2009). Cabe destacar el problema de la identificación de las especies, particularmente acusado en el grupo de los quirópteros lo que se refleja en el alto número de registros en los que sólo se identifica a nivel de género,

familia, suborden u orden. Tampoco es posible actualizar la determinación taxonómica realizada por los técnicos posteriormente, ya que no se conservan los ejemplares encontrados. Este problema nos ha llevado a afrontar el análisis a nivel de género, sin diferenciar entre especies. Esto supone dificultades importantes cuando se pretende estudiar una especie en concreto, lo que es necesario para establecer su estatus de amenaza. Es el caso de especies cuyo grado de protección es muy elevado, como *Nyctalus lasiopterus*, clasificado como vulnerable a nivel regional y estatal (Romero, 2001).

En el periodo de estudio se han registrado un total de 309 casos de mortalidad de murciélagos, más del 70% de ellas, correspondientes a individuos del género *Pipistrellus*. También se ha mostrado una alta incidencia sobre los géneros *Eptesicus* y *Nyctalus*. Estos géneros pertenecen al grupo denominado de alto riesgo, conformado por especies que se han observado volando a la altura de los rotores en diferentes parques eólicos (e.g. Brinkmann *et al.*, 2006; Seiche, 2008). Son cazadores aéreos que tienen alas relativamente largas y estrechas (Norberg y Rayner, 1987) y con hábitos arborícolas o fisurícolas (Sánchez e Ibáñez, 2011a). En el caso del área de estudio, estas especies se consideran comunes o muy comunes, excepto en el caso de *Nyctalus lasiopterus* y *Nyctalus noctula* (Ibáñez, 1998). Sin embargo, otros géneros como *Myotis*, entre otros, forman el denominado grupo de bajo riesgo, que vuelan por debajo de la altura de rotor (e.g. Endl *et al.*, 2004; Seiche, 2008). Son especies de hábitos cavernícolas, con alas más cortas y anchas y que se alimentan cerca de superficies con vegetación, por lo que están adaptados a maniobrar con facilidad (Baagøe, 1987). Esto justificaría que, en el caso del área de estudio, el género *Myotis* presente muy escasas colisiones pese a ser un grupo muy común.

Para conocer el impacto de la mortalidad a nivel poblacional resulta fundamental traducir los registros de incidencias a cifras de mortalidad totales estimadas. Este parámetro depende de la tasa de detectabilidad de cadáveres que se obtenga en los programas de vigilancia. En nuestra zona, los estudios de detectabilidad de cadáveres en parques eólicos llevados a cabo por Sánchez e Ibáñez (2011a,b) estiman una detectabilidad media del 17,02%, lo que lleva a infravalorar el efecto que los parques eólicos tienen sobre este grupo y, en consecuencia, no detectar a tiempo los efectos sobre las poblaciones.

En cuanto a la distribución espacial de las colisiones, su localización coincide con zonas cercanas a áreas arboladas, reconocidas como Espacios Naturales Protegidos, donde se concentran los murciélagos de hábito forestal (Ibáñez *et al.*, 2012) y que son los que resultan más afectados por estas instalaciones. Esto coincide con lo que ocurre en el resto de Europa, donde generalmente aquellos parques eólicos que se asientan sobre cobertura vegetal arbolada o cercanos a masas forestales presentan tasas de mortalidad mucho más elevadas (Endl *et al.*, 2004; Seiche, 2008; Rydell *et al.*, 2010).

Esta agregación especial en determinadas turbinas facilita la aplicación de medidas de gestión, entre las que destacan dos que han mostrado resultados positivos cuando se han realizado en otras áreas con características similares. Por un lado, incrementar la velocidad a la que se pone en marcha los aerogeneradores durante las épocas de máximo riesgo. Con un aumento leve de 3 – 4 m/s a 4 – 6 m/s los ratios de mortalidad se reducen considerablemente (Behr y von Helversen, 2006; Arnett *et al.*, 2009; Baerald *et al.*, 2009). Por otro lado, realizar paradas en situaciones de máximo riesgo (Arnett *et al.*, 2010). Llevar a cabo estos protocolos no conllevaría elevados costes a las empresas energéticas, ya que los estudios actuales han determinado que las condiciones de máximo riesgo en esta zona son las noches con viento muy flojo, en horario de máxima actividad y entre los meses de junio y octubre (Sánchez e Ibáñez, 2011a).

6. CONCLUSIONES

La realización de este estudio ha arrojado las siguientes conclusiones principales.

1. Los parques eólicos pueden tener un impacto importante sobre las poblaciones de murciélagos de la provincia de Cádiz, especialmente en el caso de especies consideradas vulnerables en el Catálogo de Especies Amenazadas de Andalucía.
2. La incidencia de los parques eólicos afecta principalmente a especies comunes con hábitos forestales o fisurícolas, y en particular al género *Pipistrellus spp.*, no obstante, también se han observado impactos considerables sobre especies cuya abundancia en la zona es escasa y que presentan un grado de amenaza elevado, como el caso de *Nyctalus lasiopterus*.
3. La mortandad de murciélagos se concentra mayoritariamente en parques y aerogeneradores específicos, localizados cerca de zonas arboladas.
4. Es necesario mejorar el estado del conocimiento de las poblaciones de quirópteros tanto a nivel regional como global para posibilitar una gestión adecuada de este grupo faunístico.

Estos resultados manifiestan la necesidad de poner en marcha medidas de gestión que permitan reducir la incidencia de los parques eólicos sobre las especies de quirópteros.

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Andaluza de la Energía (2017). *Informe de infraestructuras energéticas de Andalucía*. 58 pp
- ALCALDE, Juan Tomás. & DE PAZ, Oscar. (1997). "Situación actual de los murciélagos en la Península Ibérica". *Quercus*, Vol. 132, pp 18 – 22.
- ARNETT, Edward B., SCHIRMACHER, Michael, HUSO, Manuela y HAYES, Jonh P. (2009). *Effectiveness of changing wind turbine cut-in speed to reduce bat fatalities at wind facilities. Annual report to the Bats and Wind Energy Cooperative*. Bat Conservation International, Austin, Texas.
- ARNETT, Edward B., HUSO, Manuela MP., SCHIRMACHER, Michael R. y HAYES, John P. (2010). "Altering turbine speed reduces bat mortality at wind – energy facilities". *Frontiers in Ecology and the Environment*, Vol. 9(4), pp 209 – 214.
- Asociación Empresarial Eólica [web en línea]. Consulta: 30/08/2017.
- BAAGØE, Hans J. (1987). "The Scandinavian bat fauna: adaptive wing morphology and free flight in the field". Pp. 57–74,- En: FENTON, M. B., RACEY, P. A. y RAYNER, J. M. V. (eds.). "Recent advances in the study of bats". Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido, 350 pp.
- BACH, Petra; BACH, Lothar; EKSCHMITT, Klemens; FREY, Kerstin & GERHARDT, Uwe. (2013). "Bat fatalities at different wind facilities in North-west Germany". *3rd International Bat Meeting: Bats in the Anthropocene*. Berlin, Alemania.
- BAERWALS, Erin F.; EDWORTHY, Jason; HOLDER, Matt. y BARCLAY, Robert MR. (2009). "A large – scale mitigation experiment to reduce bat fatalities at wind energy facilities" *Journal of Wildlife Management*, Vol. 73, 1077 – 1081.
- BARRIOS, Luis & RODRIGUEZ, Alejandro. (2004). "Behavioural and environmental correlates of soaring-bird mortality at on-shore wind turbines". *Journal of Applied Ecology*, Vol. 41, pp 72 – 81.
- Bat Conservation Trust (2017). *Threats to Bat*. URL http://www.bats.org.uk/pages/threats_to_bats.html [Último acceso 01/05/2017]
- BEHR, Oliver and VON HELVERSEN, Otto. (2006). "Gutachten zur Beeinträchtigung im freien Luftraum jagender und ziehender Fledermäuse durch bestehende Windkraftanlagen. Wirkungskontrolle zum Windpark "Roskopf" (Freiburg i Br.) im Jahr 2005". Regiowind GmbH & Co., Freiburg.
- BENZAL, Jesús. & DE PAZ, Oscar. (1991). *Los murciélagos de España y Portugal*. Colección Técnica. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA. 330 pp.
- BRINKMANN, Robert; SCHAUER – WEISSHAHN, Horst y BONTADINA, Fabio. (2006). *Untersuchungen zu möglichen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse im Regierungsbezirk Freiburg*. Report to Regierungspräsidium Freiburg — Referat 56 Naturschutz und Landschaftspflege. www.rp-788.freiburg.de/servlet/PB/show/1158478/rpf-windkraft-fledermaeuse.pdf.
- CARRETE, Martina; SÁNCHEZ – ZAPATA, José A.; BENITEZ, José R.; LOBÓN, Manuel; MONTOYA, Francisco & DONÁZAR, José A. (2012). "Mortality at wind-farms is positively related to large-scale distribution and aggregation in griffon vultures". *Biological Conservation*, Vol. 145, pp 102-108.

INCIDENCIA DE LOS PARQUES EÓLICOS SOBRE LAS POBLACIONES
DE QUIRÓPTEROS DEL CAMPO DE GIBRALTAR

M^a del Mar Salguero Pérez *et al.*

- CRYAN, Paul M; GORRESEN, P. Marcos, HEIN, Cris D.; SCHIRMACHER, Michael R.; DIEHL, Robert H., HUSO, Manuela M.; HAYMAN, David T.S., FRICKER, Paul D.; BONACCORSO, Frank J.; JOHNSON, Douglas H.; HEIST, Kevin. & DALTON, David C. (2014). "Behavior of bats at wind turbines." *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 111, pp 15126 – 15131.
- De LUCAS, Manuela; JANS, Guyonne FE.; WHITFIELD, D.P. & FERRER, Miguel. (2008). "Collision fatality of raptors in wind-farms does not depend on raptor abundance" *Journal of Applied Ecology*, Vol. 45, pp 1695–1703.
- ESPEJO, Cayetano. (2004). "La energía eólica en España". *Investigaciones Geográficas*, Vol. 35, pp 45 – 65.
- FERRER, Miguel; DE LUCAS, Manuela; JANS, Guyonne FE., CASADO, Eva; MUÑOZ, Antonio R.; BECHARD, Marc J. & CALABUIG, Cecilia P. (2011). "Weak relationship between risk assessment studies and recorded mortality in wind farms." *Journal of Applied Ecology*, Vol. 48, pp 38 – 46.
- HUTSON, Antony M.; MARNELL, Ferdia & TÕRV, Triinu. (2015). *A guide to the implementation of the Agreement on the Conservation of Populations of European Bats (EUROBATS)*. UNEP/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany.
- IBÁÑEZ, Carlos. (1998). "Estatus y conservación de los quirópteros en la provincia de Cádiz". *Revista de la Sociedad Gaditana de Historia Natural*, Vol. 1, pp 23 – 25.
- IBÁÑEZ, Carlos; NOGUERAS, Jesús; PUIG, Xavier; JUSTE, Javier; SCHREUR, Godfried y FIJO, Alberto. (2012a). *Sistemas de gestión de las poblaciones de murciélagos forestales de Andalucía*. Estación Biológica de Doñana y Junta de Andalucía. 162 pp.
- IBÁÑEZ, Carlos; BERRÍO – MARTÍNEZ, Jimeth. y SANCHEZ, Sonia. (2012b). *Evaluación del papel de los murciélagos en los Estudios de Impacto Ambiental y Programas de Vigilancia en parques eólicos españoles*. I Congreso Ibérico sobre Energía Eólica y Conservación de la Fauna. Jerez de la Frontera, España.
- KORNER-NIEVERGELT, Francis; BRINKMANN, Robert; NIERMANN, Ivo & BEHR, Oliver. (2013). "Estimating Bat and Bird Mortality Occurring at Wind Energy Turbines from Covariates and Carcass Searches Using Mixture Models". *PLOS ONE*, Vol. 8 (7): e67997; doi:10.1371/journal.pone.0067997.
- KUNZ, Thomas H.; ARNETT, Edward B.; ERICKSON, Wallace P.; HOAR, Alexander R.; JOHNSON, Gregory D.; LArkin, Ronald P.; STRICKLAND, M. Dale; THRESHER, Robert W. y TUTTLE, Merlin D. (2007). "Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research needs and hypotheses". *Frontiers in Ecology and the Environment*, Vol. 5(6), pp 315 – 324.
- MATEOS-RODRÍGUEZ, María; THOMAS, Len y MUÑOZ, Gonzalo. (2012). "The development and use of a method to fill time gaps in migration counts". *The Condor*, Vol. 114(3), pp 513 – 522.
- MAYER, Frieder. y VON HELVERSEN, Otto. (2001). "Sympatric distribution of two cryptic bat species across Europe". *Biological Journal of the Linnean Society*, Vol. 74, pp 365 – 374.
- MIGENS, Elena; FIJO, Alberto; QUETLAS, Juan; GARRIDO, José A. y NOGUERAS, Jesús. (2005). *Seguimiento y conservación de refugios de murciélagos cavernícolas en Andalucía*. Estación Biológica de Doñana y Junta de Andalucía. 297 pp.
- MIGUENS, Elena. (2008). *Programa de seguimiento y actuaciones para la conservación de los murciélagos cavernícolas en Andalucía*. Jornadas para la Conservación y Gestión de los Quirópteros. Cáceres, España.
- Norberg, U. M. y Rayner, J. M. V. (1987). "Ecological morphology and flight in bats (Mammalia; Chiroptera): wing adaption, flight performance, foraging strategy and echolocation". *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, vol. 316B, No. 1179, pp 335 – 427.
- Programa de Seguimiento de Parques Eólicos (2009). *Instrucciones para los Programas de Vigilancia Ambiental de los parques eólicos de la Provincia de Cádiz*. Servicio Gestión del Medio Natural (eds). Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.
- ROMERO, Pedro. (2001). *Libro Rojo de los Vertebrados Amenazados de Andalucía. Quirópteros*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. pp 223 – 240.
- RYDELL, Jens; BACH, Lothar; DUBOURG – SAVAGE, Marie-Jo; GREEN, Martin; RODRIGUES, Luisa y HEDENSTRÖM, Anders. (2010). "Bat mortality at wind turbines in northwestern Europe". *Acta chiropterologica*, Vol. 12 (2), pp 261 – 274.
- SANCHEZ, Sonia e IBÁÑEZ, Carlos. (2011a). *Evaluación de la mortalidad de murciélagos en parques eólicos del sur de la Península Ibérica*. Trabajo Fin de Máster. Universidad de Sevilla. Documento inédito.
- SANCHEZ, Sonia e IBÁÑEZ, Carlos. (2011b). *Aeroecología de murciélagos en parques eólicos: medidas para reducir el impacto en sus poblaciones*. Estación Biológica de Doñana.
- SECEMU (2017). *Conservación de murciélagos*. URL <http://secemu.org/murcielagos/conservacion/>. [Último acceso 01/05/2017]
- SEICHE, Karen. (2008). *Fledermäuse und Windenergieanlagen in Sachsen 2006*. Report to Freistaat Sachsen. Landesamt für Umwelt und Geologie. www.smul.sachsen.de/lfug
- WANG, Shifeng & WANG, Sicong. (2015) "Impacts of wind energy on environment: A review". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 49, pp 437 – 443.
- ZIMMERLING, J. Ryan & FRANCIS, Charles M. (2016) "Bat mortality due to wind turbines in Canada". *The Journal of Wildlife Management*, Vol. 80, pp 1360 – 1369.