

## TÍTULO

Mortalidad de aves en tendidos eléctricos de la provincia de Ciudad Real

## AUTORES

Rubén Moreno-Opo, José Guzmán, Ángel V. Arredondo y Francisco Guil.

## DIRECCIÓN

Fundación CBD-Hábitat. C/Nieremberg 8, bajo A. 28002. Madrid.  
e-mail: [ruben.moreno-opo@cbd-habitat.com](mailto:ruben.moreno-opo@cbd-habitat.com)

## RESUMEN

Se presenta un trabajo de revisión de tendidos eléctricos y evaluación de la mortalidad de aves en tres áreas geográficas de la provincia de Ciudad Real. Desde noviembre de 2004 hasta enero de 2006 se prospectaron 2.138 apoyos de 73 líneas eléctricas distintas, anotando variables sobre características técnicas y ecológicas de las líneas eléctricas y registrando las aves accidentadas. Fueron halladas muertas 183 aves de 17 especies, la mayoría electrocutadas, entre las que se encontraban 8 águilas imperiales *Aquila Adalberto*, 13 águilas perdiceras *Hieeraetus fasciatus* y una cigüeña negra *Ciconia nigra*, catalogadas como "En Peligro de Extinción" en el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Castilla-La Mancha. La zona con mayor número de electrocuciones detectadas corresponde con el Campo de Montiel y Campo de Calatrava oriental. Esta zona coincide con una importante área de dispersión juvenil de grandes rapaces y con elevadas abundancias de conejo de monte *Oryctolagus cuniculus*. Se considera imprescindible continuar con las acciones de modificación de apoyos de tendidos eléctricos emprendidas desde hace unos 20 años por la administración ambiental autonómica, para reducir este importante factor de mortalidad.

## PALABRAS CLAVE

Electrocución, tendidos eléctricos, mortalidad, águila imperial, águila perdicera, Campo de Montiel

## INTRODUCCIÓN

Una de las principales causas de mortalidad no natural en aves son los accidentes sufridos con infraestructuras eléctricas (BirdLife International 2004). Los tipos de accidentes que se pueden producir son dos: electrocución en apoyos y colisión con cables conductores. Afectan especialmente a un espectro de especies concreto, que son las aves de mediano y gran tamaño. Algunas de estas grandes aves, principalmente las que utilizan los postes de las líneas eléctricas como posadero, están en un estado desfavorable de conservación y su muerte por electrocución es uno de los factores más limitantes de cara a la recuperación de sus poblaciones. Es el caso, por ejemplo, del águila imperial ibérica *Aquila adalberti* o el águila perdicera *Hieeraetus fasciatus* (González y Oria 2004, Real 2004).

A pesar de ser un problema conocido y poco novedoso, y de las numerosas actuaciones que se han realizado para paliarlo (p. ej., Proyecto LIFE 92/NAT/E/014301 y Proyecto LIFE 04/ES/NAT/00034), sigue constituyendo un lastre muy importante para muchas especies (Janss 2002). Se estima que en España mueren unas 30.000 aves cada año por efecto de los tendidos eléctricos (DGCN 2003) afectando sobre todo a especies en peligro de extinción en áreas con elevada disponibilidad de alimento o en las

inmediaciones de los núcleos de cría (Fernández y Azkona 2002). Aunque se conocen cuáles son las soluciones técnicas más acertadas para reparar los tramos de líneas eléctricas peligrosas (la siniestralidad varía mucho entre las características de los distintos diseños, Sevillana de Electricidad *et al.* 1996) y ya ha sido promulgada legislación autonómica para evitar la instalación de infraestructuras eléctricas que puedan provocar la muerte de las aves (Consejería de Agricultura y Medio Ambiente, JCCM 1999), en el campo quedan miles de apoyos y postes en los que es probable la electrocución de alguna rapaz, y cientos de kilómetros de cables eléctricos sin señalar en zonas de paso de aves planeadoras. El problema causado por las líneas eléctricas sobre las aves en peligro de extinción es tan importante y tan extendido que se requiere una inversión económica muy elevada para poder modificar los numerosos apoyos peligrosos existentes.

En la provincia de Ciudad Real existen numerosos antecedentes de electrocución de rapaces amenazadas, como el águila imperial y el águila perdicera, por la elevada concentración de individuos reproductores y dispersantes en determinadas áreas (Castaño 2005, Fundación CBD-Hábitat 2006). El Campo de Montiel, por ejemplo, es una de las zonas de dispersión más importantes para las especies mencionadas y donde, gracias a las labores de prospección realizadas, se han registrado más casos de electrocución de toda España (Guzmán y Castaño 1991, 1993, 1998, Grupo de Trabajo del Águila imperial ibérica 2005).

La realización del presente trabajo se enmarca dentro de los objetivos y acciones del proyecto LIFE 03/NAT/E/000050 "Conservación del Águila imperial, Buitre negro y Cigüeña negra", que desarrolla la Fundación CBD-Hábitat en colaboración con la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, en fincas privadas incluidas en la Red Natura 2000. Se pretende conocer el impacto que tiene la red eléctrica del entorno de las áreas de trabajo sobre las especies objetivo del proyecto. El objetivo final es detectar los tendidos eléctricos más peligrosos y conocer sus características, para proponer su modificación a las autoridades competentes.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### *Antecedentes*

Los trabajos de evaluación de la mortalidad de aves en tendidos eléctricos se han realizado desde hace años en distintas zonas de España, conociéndose de forma más o menos acertada en qué lugares el problema es más patente (DGCN 2003). En distintas zonas de Castilla-La Mancha se han realizado estudios detallados de revisión de los tendidos eléctricos (p. ej., Guzmán y Castaño 1993, 1998, TRAGSA 2003). A partir de éstos, se han llevado a cabo modificaciones de apoyos, señalización de cables o medidas de aislamiento de conductores, que han propiciado la reducción de la mortalidad. En el presente trabajo la prospección de los tendidos y la detección de la mortalidad se ha realizado de forma similar a la mayoría de trabajos previos (SEO/BirdLife 2001, Fernández y Azkona 2002, TRAGSA 2003), consistente en recorrer las líneas eléctricas en una banda de distancia variable anotando las características de las líneas eléctricas, del hábitat y registrando y/o retirando los cadáveres encontrados.

### *Fechas*

Los trabajos de prospección de las líneas eléctricas en el presente trabajo se iniciaron en noviembre de 2004, prolongándose hasta enero de 2006. La mayor parte de los recorridos de líneas se han realizado fuera de la época de cría de las especies de aves

amenazadas. Con anterioridad, en agosto de 2004 se diseñó la ficha de toma de datos, la metodología de muestreo y se priorizaron las zonas de actuación.

#### *Protocolo de trabajo y recogida de cadáveres*

Inicialmente, se consiguió documentación de trabajos previos realizados en las zonas de trabajo, facilitados por la Consejería de Medio Ambiente de Castilla-La Mancha. A partir de estos datos, además de la consulta a la guardería de fincas y a agentes medioambientales y por conocimiento personal de los miembros del equipo de trabajo, se seleccionaron las líneas eléctricas a prospectar. Se recorrieron los tendidos de dos formas distintas. Por un lado, caminando debajo de las líneas, revisando un radio de 20 m alrededor de cada apoyo eléctrico y una banda de 20 m a cada lado de los cables conductores, o bien, en coche, y revisando únicamente los 20 m de radio en torno a cada apoyo. Una vez observados los alrededores de los apoyos y conocida la mortalidad, se cumplimentó una ficha de toma de datos y se fotografió con cámara digital cada uno de los distintos tipos de apoyos. En la ficha de datos empleada se recogen variables relativas a las características técnicas de los apoyos, el tipo de hábitat circundante y la presencia de fauna cinegética.

En caso de encontrar aves accidentadas se procedió a identificarlas a nivel específico, intentando conocer la edad de esas aves siempre que fue posible. Dependiendo de las especies detectadas, se actuó de distinta forma. Los restos de águila imperial, águila perdicera, águila real y buitre negro no fueron retirados del lugar en el que yacían y se avisó a agentes medioambientales para que procedieran al levantamiento de los cadáveres según los distintos protocolos oficiales de actuación. El resto de ejemplares muertos fue retirado de donde se encontraban y trasladado a un lugar en el que no se pudieran duplicar los conteos en posteriores prospecciones de los tendidos eléctricos. Los trabajos fueron llevados a cabo por tres personas de los equipos de seguimiento del proyecto LIFE 03/NAT/E/000050 de la Fundación CBD-Hábitat, en colaboración con la Delegación Provincial de Medio Ambiente de Ciudad Real.

#### *Ficha de toma de datos*

Se diseñó una ficha de trabajo para recoger los datos de campo, inspirada en algunos modelos empleados en trabajos previos (TRAGSA 2003). Se pretendía obtener la mayor cantidad de información posible de los tendidos eléctricos, en variables que pudieran ser analizadas de modo sencillo y que fueran descriptivas de las características de esas líneas. Se proporcionaba, además, una ficha explicando cómo tomar cada una de las variables y las distintas opciones posibles, con ejemplos gráficos de cada una de esas opciones.

#### *Áreas de trabajo y prioridades de prospección*

Se han prospectado todos los tendidos eléctricos considerados prioritarios de las zonas incluidas en el proyecto LIFE 03/NAT/E/000050. Están englobadas en Zonas de Especial Protección de Aves -ZEPA- y su entorno: "Sierra Morena" (términos municipales de Almodóvar del Campo y Brazatortas), "Sierra de los Canalizos" (TT.MM. de Saceruela, Corral de Calatrava, Piedrabuena, Poblete, Luciana y Ballesteros de Calatrava) y "Áreas esteparias del Campo de Montiel" (TT.MM. de Torre de Juan Abad, Puebla del Príncipe, Villamanrique, Castellar de Santiago, Torrenueva, Almuradiel, Almedina, Villanueva de los Infantes, Villahermosa, Viso del Marqués y Argamasilla de Alba).

Se consideró únicamente la red de tendidos de 2ª y 3ª categoría (< 66 Kv). Las prioridades de selección de tendidos a prospectar fueron, (1) la existencia de

antecedentes de electrocución de grandes águilas, (2) la revisión de tendidos que no habían sido recorridos previamente y/o cuyas características no eran conocidas por los equipos de seguimiento, y (3) tendidos modificados con anterioridad, para evaluar la efectividad de las medidas correctoras empleadas. Aunque no se eligieron los tendidos conocidos positivamente como de muy baja peligrosidad, por experiencia previa o por características técnicas según la bibliografía (Sevillana de Electricidad y otros 1996), sí se revisaron algunos de ellos para conocer realmente la incidencia de este tipo de estructuras.

### *Clasificación de los tendidos*

Para el análisis de la información, una vez tomados todos los datos, se clasificaron los apoyos de los tendidos según su peligrosidad en tres categorías, según sus características técnicas sobre todo:

- PELIGROSIDAD 1, apoyos en los que,
  1. Se ha detectado mortalidad de aves
  2. La distancia entre cualquier lugar potencial de apoyo del ave y alguna estructura conductora no aislada (o aislada con más de 10 años de antigüedad) es menor a 40 cm
  3. Presencia de aisladores rígidos sin aislar ni recubrir, o aislados hace más de 10 años
  4. Puentes de cables no aislados por encima de la fase y por encima del lugar potencial de posado del ave o a menos de 40 cm entre ambos
  5. Tipo de apoyo en montaje 0 y montaje 1 con los cables conductores no aislados próximos a las zonas de apoyo (<40 cm de distancia)
  5. Presencia de seccionadores no protegidos ni aislados por encima de alguna zona potencial en la que el ave pueda posarse.
  
- PELIGROSIDAD 2, apoyos en los que,
  1. La distancia entre cualquier lugar potencial de apoyo del ave y alguna estructura conductora no aislada esté entre 40 y 60 cm.
  2. Tipo de apoyo de tresbolillo con cruceta en codo si el número de platos es menor a 3 y los tramos de cable próximos a los platos no están aislados
  3. Torretas metálicas en bóveda si el número de platos es menor a 3 y los cables no están aislados
  4. Torretas con aisladores en cadena de amarre si el número de platos es menor a 3 y los cables no están aislados
  5. Presencia de cualquier tipo de seccionador
  6. Presencia de alargadores en los que las aves puedan posarse y los cables próximos no estén aislados
  
- PELIGROSIDAD 3,  
Resto de apoyos

### RESULTADOS

Se han realizado prospecciones en tres áreas o núcleos geográficos distintos de la provincia de Ciudad Real, en 19 términos municipales. Estas áreas son Campo de Montiel-Campo de Calatrava oriental, Valle de Alcudia-Sierras de la Umbría de Alcudia y Sierra de los Canalizos-cuenca del río Guadiana.

### *Características técnicas*

Se han revisado 2.138 apoyos correspondientes a 73 líneas eléctricas distintas. La mayoría de los apoyos no son considerados muy peligrosos, aunque un 40% corresponde a apoyos de peligrosidad 1 o peligrosidad 2 (figura 1). El tipo de cruceta empleado ha sido diverso (figura 2), siendo el modelo más frecuente el de bóveda, con casi la mitad de los apoyos prospectados. El material predominante en los postes de las torretas es el hormigón, mientras que la práctica totalidad de las crucetas son metálicas (tabla 1). Los aisladores que más aparecen en las líneas prospectadas son los suspendidos, siendo los rígidos relativamente escasos (tabla 2). Se han advertido varias actuaciones antielectrocución, hasta un total de 446, realizadas por las autoridades ambientales en proyectos previos. La mayoría son encintado de cables próximos al apoyo, con cintas o masillas aislantes (351) y alargamiento de los aisladores para evitar el contacto con la corriente desde la cruceta-posadero (67).

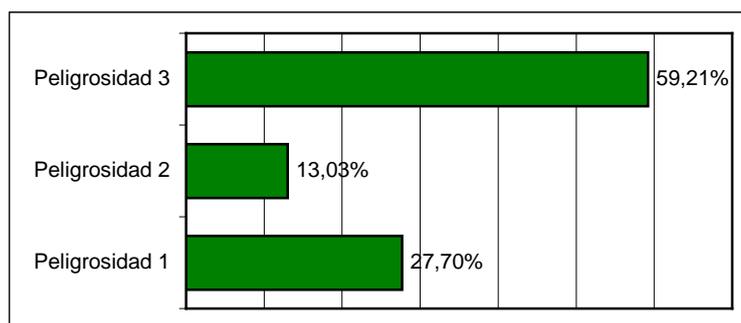


Figura 1. Distribución de los apoyos de las líneas eléctricas prospectadas en Castilla-La Mancha, según su peligrosidad.

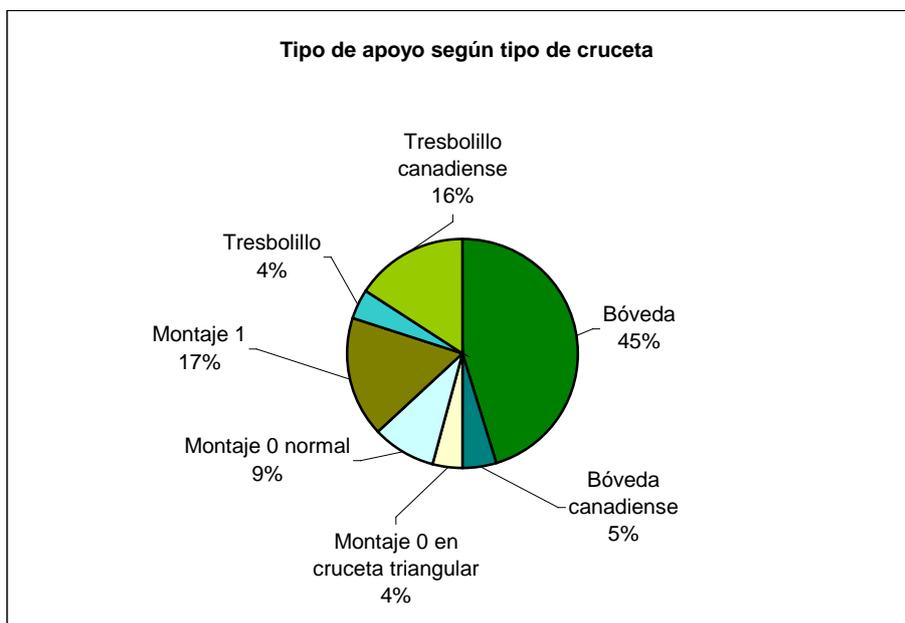


Figura 2. Tipo o modalidad de estructura de los apoyos prospectados en Castilla-La Mancha

Material del apoyo	hormigón	metal
apoyo	70,7%	1,9%
cruceta	29,3%	98,1%

Tabla 1. Material de crucetas y apoyos prospectados en Castilla-La Mancha

Tipo de aisladores	%
--------------------	---

Cadena de amarre	25,6
Rígido	13,6
Suspendido	60,8

Tabla 2. Tipo de aisladores y su porcentaje de aparición en los apoyos prospectados en Castilla-La Mancha

### *Mortalidad*

Se han encontrado restos o cadáveres de 183 aves de 17 especies (tabla 3). Resulta destacado el elevado número de águilas imperiales halladas, ocho en total, en un breve lapso de tiempo (invierno 2004-invierno 2005) y en una extensión geográfica de reducidas dimensiones relativas a su área de distribución. También se considera muy llamativo el número de otras rapaces amenazadas electrocutadas, como el águila perdicera, con 13 ejemplares, o el águila real, con 26 aves muertas detectadas y que constituye la especie de la que más ejemplares muertos se han encontrado. No todas las aves accidentadas han sido rapaces, a pesar de ser el Orden más afectado. También se han encontrado varios una cigüeña negra, 10 cigüeñas blancas, córvidos y dos ejemplares de críalo europeo.

Especie	Aves encontradas muertas
Cigüeña negra <i>Ciconia nigra</i>	1
Cigüeña blanca <i>Ciconia ciconia</i>	10
Milano negro <i>Milvus migrans</i>	10
Buitre leonado <i>Gyps fulvus</i>	21
Culebrera europea <i>Circaetus gallicus</i>	7
Azor común <i>Accipiter gentilis</i>	7
Ratonero común <i>Buteo buteo</i>	20
Águila imperial <i>Aquila adalberti</i>	8
Águila real <i>Aquila chrysaetos</i>	26
Águila calzada <i>Hieeraetus pennatus</i>	1
Águila perdicera <i>Hieeraetus fasciatus</i>	13
Cernícalo vulgar <i>Falco tinnunculus</i>	4
Críalo <i>Clamator glandarius</i>	2
Búho real <i>Bubo bubo</i>	20
Chova piquirroja <i>Pyrhocorax pyrrhocorax</i>	1
Grajilla <i>Corvus monedula</i>	1
Cuervo <i>Corvus corax</i>	5
Ave de especie desconocida	26
<b>Total ejemplares</b>	<b>183</b>

Tabla 3. Aves muertas encontradas en las prospecciones de tendidos eléctricos en el presente trabajo

La mayor parte de las aves han muerto electrocutadas (94,5%). Únicamente, de seis buitres leonados muertos se tiene la certeza que colisionaron con cables de tendidos eléctricos, en un área de alimentación del valle de Alcudia. Los ejemplares afectados han sido sobre todo juveniles (71,8%, de las aves a las que se han podido identificar la edad), siendo los adultos únicamente el 15,6% en todas las especies. Este patrón es especialmente evidente en las grandes rapaces afectadas (águila imperial, águila perdicera y águila real). Las electrocuciones se han localizado en áreas con unas características de hábitat concretas (tablas 4 y 5); en general, son zonas despejadas y abiertas con vegetación natural herbácea, cultivos y/o de matorral bajo.

Tipo de vegetación	% de apoyos en que se presenta
Monte bajo	46,4
Cultivo herbáceo de secano	22,5
Pastizal	20,3
Dehesa cultivada	2,9
Dehesa de pastos	2,9
Olivar	1,4
Pinar	1,4
Terreno rocoso	0,7
Viñedo	0,7
Monte alto	0,7

Tabla 4. Tipo de hábitat vegetal del entorno de los apoyos de líneas eléctricas en que han aparecido aves accidentadas.

Morfología del terreno	% de apoyos en que se presenta
Ladera	34,3
Llanura	30,0
Ondulado	20,3
Alto, cerro, cumbre	14,7
Vaguada	0,7

Tabla 5. Morfología del terreno en el entorno de los apoyos de líneas eléctricas en que han aparecido aves accidentadas.

La presencia de especies-presa potenciales de aves rapaces resulta generalizada en las zonas en que se producen las electrocuciones (tabla 6), puesto que se han encontrado indicios y/o rastros de cuatro de estas especies-presa en el 66,5% del entorno de los apoyos con mortalidad. Este porcentaje se incrementa hasta el 97,8% en las zonas donde se han encontrado los cadáveres de águila imperial, águila perdicera y águila real. El conejo es la especie de presa más abundante en estas zonas.

Especie	Para los apoyos con mortalidad detectada	Para los apoyos con mortalidad de águila imperial, águila perdicera y águila real
	140 apoyos	46 apoyos
	% de apoyos en que aparecen rastros	% de apoyos en que aparecen rastros
Conejo <i>Oryctolagus cuniculus</i>	65,0	97,8
Liebre <i>Lepus granatensis</i>	2,8	6,5
Perdiz roja <i>Alectoris rufa</i>	30,0	45,6
Paloma torcaz <i>Columba palumbus</i>	5,7	6,5
Sin presencia de especies presa	33,5	2,2

Tabla 6. Presencia de especies-presa potenciales para rapaces, expresada como porcentaje de apoyos de líneas eléctricas en que se ha encontrado mortalidad (para el total de aves y para águila imperial *Aquila adalberti*, águila perdicera *Hieraetus fasciatus* y águila real *Aquila chrysaetos*) con indicios o rastros de esas especies-presa. Se expone también el número total de apoyos en los que se ha detectado mortalidad de aves.

El Campo de Montiel es la zona con mayor peligrosidad para las grandes águilas amenazadas, de todas las prospectadas en este trabajo, sobre todo los términos municipales de La Torre de Juan Abad, Villamanrique, Almuradiel y Almedina. En esta zona ha aparecido el 54,3% de las aves encontradas muertas. El índice de mortalidad más alto (Tabla 7) ha aparecido también en el Campo de Montiel-Campo de Calatrava oriental, tanto para el total de las aves como para las rapaces más amenazadas.

Núcleo	Aves encontradas muertas	Apoyos revisados	Índice siniestralidad	Índice siniestralidad para águila imperial, águila perdicera y águila real
Campo de Montiel-Campo de Calatrava	99	642	1,54	0,62
Valle de Alcudia-sierra de Umbria de Alcudia	52	578	0,89	0,05
Sierra de los Canalizos-cuenca del río Guadiana	31	917	0,33	0,04

Tabla 7. Distribución geográfica de la mortalidad detectada en el presente trabajo. Se muestran los totales de aves halladas muertas, el número de apoyos revisados y el índice de siniestralidad (expresado como nº de aves muertas/nº apoyos revisados x 10) para mostrar la incidencia relativa de la electrocución en cada una de las tres áreas geográficas en las que se han realizado las prospecciones.

## DISCUSIÓN

Como se ha expuesto, se han recorrido 2.138 apoyos de líneas eléctricas buscando aves electrocutadas y colisionadas. El número de aves encontradas ha ascendido a 183, de especies tan amenazadas como el águila imperial (8 ejemplares), el águila perdicera (13) o la cigüeña negra (1). Estos datos demuestran que la mortalidad causada por los tendidos eléctricos continúa siendo un factor muy importante que limita la recuperación poblacional de algunas especies en determinadas zonas y épocas. El gran número de ejemplares muertos encontrados nos indica la importancia de la electrocución en las áreas estudiadas, sobre todo teniendo en cuenta el escaso número relativo de tendidos revisados y el escaso período de tiempo dedicado a la revisión.

Además, hay que reseñar que solo un reducido porcentaje de las aves que mueren electrocutadas o colisionadas son encontradas por las personas que prospeccionan las líneas eléctricas. Algunos autores han señalado que los porcentajes de aves detectadas son muy pequeños respecto al número real que muere tras sufrir accidentes con tendidos (Bevanger 1999), llegando incluso a exponer que el 50% de las aves desaparece antes en menos de un mes del lugar en que cayeron electrocutadas (Ferrer *et al.* 1991). Sobre esta cifra influyen muchas variables que son, en nuestro caso, difícilmente mesurables. Dependen de aspectos como la depredación, las condiciones climáticas y la rapidez de descomposición, la cobertura vegetal del entorno de los apoyos, de si se retiran o no los cadáveres una vez detectados (para muestreos repetidos en los mismos tendidos), etc. Esto nos indica que la mortalidad en las zonas estudiadas es presumiblemente mayor de la encontrada, aunque no se pueda conocer en qué medida.

No se han podido mostrar posibles patrones fenológicos sobre la electrocución en las áreas de trabajo a partir de los datos de este muestreo, puesto que la mayoría de prospecciones (99,1%) se han realizado entre septiembre y febrero. No obstante, es a partir del mes de septiembre, coincidiendo con el inicio del período de dispersión de ejemplares nacidos en el mismo año, mucho más inexpertos y con mayores probabilidades de ser afectados por la electrocución, cuando comienza a incrementarse la mortalidad por electrocución (Real *et al.* 2001, Fernández y Azkona 2002). Sobre la porción juvenil y subadulta de la población se han producido la mayoría de accidentes, sobre todo en el águila imperial y águila perdicera, debido a que el presente trabajo se

ha desarrollado en varias áreas de dispersión juvenil muy importantes para ambas especies, como son el Campo de Montiel-Campo de Calatrava y la cuenca del río Guadalmez (González 1991, Guzmán y Castaño 1998, Real 2004, Castaño 2005). En estas zonas existen excelentes poblaciones de conejo de monte, cuya abundancia determina la presencia de los jóvenes durante la fase de dispersión (González *et al.* 1989) y es donde se están estableciendo algunas de las parejas de nueva formación de águila imperial ibérica en la provincia (Grupo de trabajo del Águila imperial ibérica 2005, obs. pers.) Otras muchas aves encontradas, como buitres leonados, milanos negros o cigüeñas blancas han muerto en las proximidades de otro tipo de fuentes de recursos tróficos, como son los muladares y basureros, en la zona del valle de Alcudia-Sierras de la Umbría de Alcudia.

El hábitat circundante de los apoyos donde se ha detectado mortalidad corresponde con zonas abiertas, de alta visibilidad para las aves que se posan, tanto para descansar como para cazar, cuya vegetación está dominada por áreas de cultivo, pastos o matorral bajo de zonas tranquilas y alejadas de la presencia humana. Se trata en su mayoría de terrenos en los que la caza menor es un aprovechamiento muy importante, y la gestión realizada está encaminada a potenciar las poblaciones de las especies-presa. En estas zonas el conejo resulta muy abundante y es más detectable para los depredadores aéreos (Guzmán y Castaño 1998). En estas zonas se producen más accidentes debido a la escasez de posaderos naturales alternativos (árboles y roquedos) desde los que acechar a las presas (Ferrer 1992, Janss 2002).

Por otro lado, muchos de los cadáveres encontrados han aparecido en apoyos inicialmente considerados como casi inocuos. Así, en los apoyos de tipo bóveda, que son empleados para realizar los cambios en crucetas peligrosas, ha aparecido el 27,1% de las aves encontradas. Las causas de esta mortalidad radican en el diseño de los apoyos, puesto que más del 92% de los apoyos de bóveda con mortalidad contaban con menos de 3 platos aisladores (lo que se consideraba con peligrosidad 2 o 1 en la clasificación de los tendidos seleccionados para su revisión). Por tanto, es necesario que la distancia existente entre el lugar de apoyo y los cables que llevan corriente sea mayor de 2 platos (preferentemente igual o superior a 1 m). En las bóvedas, además, es posible la muerte del ave al posarse en la base interna de la cruceta, por lo que también es preciso que exista distancia suficiente entre los vanos conductores y ese punto potencial de posado. El resto de muertes se ha producido en estructuras con un diseño *a priori* peligroso, según lo considerado tradicionalmente, como es el modelo de montaje 1 con aisladores rígidos o en cadena de amarre (37,1%), y distintas variaciones del montaje 0 (M0, M01, M02 y M03, 32,8%).

Aún existen numerosos tramos de líneas eléctricas peligrosas donde se produce la mortalidad de numerosas aves, y los datos siguen siendo alarmantes para especies como el águila imperial y el águila perdicera. Por ello, es necesario aunar esfuerzos entre todos los agentes y entidades involucrados, para resolver el problema en un futuro lo más corto posible.

Se han invertido importantes presupuestos y esfuerzos en la tarea, y en la actualidad se está realizando un importante trabajo de modificación de apoyos eléctricos peligrosos en la provincia por parte de la Consejería de Medio Ambiente de Castilla-La Mancha, su Delegación Provincial en Ciudad Real y el Ministerio de Medio Ambiente, mediante distintas líneas de financiación específicas (p. ej. Consejería de Medio Ambiente 2005). Sólo con el esfuerzo continuado de las compañías eléctricas, las administraciones ambientales, los propietarios de las líneas eléctricas y el apoyo de las entidades conservacionistas, con las inversiones económicas necesarias, se podrá poner freno a uno de los factores que más mortalidad no natural genera en la avifauna.

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se ha realizado en el marco de las acciones contempladas en el proyecto LIFE 03/NAT/E/00050 "Conservación del Águila imperial, Buitre negro y Cigüeña negra", que desarrolla la Fundación CBD-Hábitat en colaboración con las Comunidades Autónomas de Castilla-La Mancha, Extremadura y Madrid y el Ministerio de Medio Ambiente, y que es financiado por la Comisión Europea. La Dirección General de Medio Natural de la Consejería de Medio Ambiente de Castilla-La Mancha y la Delegación Provincial de Medio Ambiente de Ciudad Real facilitaron los permisos para poder realizar las distintas tareas de seguimiento del proyecto. Hay que agradecer la ayuda prestada por Ignacio Mosqueda, Víctor Díez y Antonio Aranda, que además de revisar y mejorar versiones iniciales del manuscrito, acogieron las ideas y asesoraron sobre los trabajos a realizar. Los agentes medioambientales y personal de la Junta de Castilla-La Mancha suministraron información de gran interés y acudieron a la recogida de las aves siniestradas, especialmente Manuel López, Eutimio Morales, Juan Carlos Torres, David Muñoz, Raquel Pérez, Andrés López, Bernardino Toledo, Elena Crespo. Juan Andrés Ceprian y Pedro Moreno.

Los propietarios, gestores y guardería de las fincas privadas participantes en el proyecto prestaron su colaboración en las tareas de seguimiento de las especies: Laurentino Carrascosa, Antonio Valbuena, Tomás Bejarano, Francisco Landaluce, José María Tercero, Francisco Castillejo, Patricia Maldonado, José Barranquero, José María Finat, José María Bravo, Andrés Rebuelta, Jesús Patón y Juan de Dios Jiménez. Tom Gullick mostró su interés en los casos de electrocución detectados. Los compañeros de la Fundación CBD-Hábitat Nuria El Khadir, Carlos Soria, Lolo Martín, Rosa Jiménez, Maxi Panadero, Rafael Higuero, Samuel Pla, Eva Gómez y Juan Francisco Sánchez colaboraron para realizar el trabajo a distinto nivel regional y administrativo. El presente trabajo tiene su origen en el apoyo y asesoramiento realizado por Javier Oria para la detección y resolución de los problemas de conservación del águila imperial ibérica.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bevanger, K. 1999. Estimación de la mortalidad de aves por colisión y electrocución en líneas eléctricas: una revisión de la metodología. En, *Aves y líneas eléctricas*. Ed. Quercus. Madrid.
- BirdLife International. 2004. Birds in Europe. Population estimates, trends and conservation status. BirdLife Conservation Series, 12. Cambridge.
- Castaño, J. P. 2005. *El águila imperial ibérica Aquila adalberti en Castilla-La Mancha. Status, ecología y conservación*. Colegio Oficial de Biólogos de Castilla-La Mancha. Toledo.
- Consejería de Agricultura y Medio Ambiente. Decreto 5/1999 de 2/02/99 por el que se establecen normas para instalaciones eléctricas aéreas en alta tensión y líneas aéreas de baja tensión con fines de protección de la avifauna. D.O.C.M. num 9, 12 de febrero de 1999. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.
- Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Rural. Orden de 14-12-2005 por la que se establece un régimen de ayudas para la realización de actuaciones de apoyo a la conservación de las áreas y recursos naturales protegidos. D.O.C.M. num. 257, 22 diciembre de 2005. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.
- Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Subdirección General de Conservación de la Biodiversidad. 2003. *Propuesta de valoración económica del proyecto de Real Decreto para actuaciones sobre infraestructuras eléctricas con influencia para la avifauna*. Informe inédito.

- Fernández, C. y Azkona, P. 2002. *Tendidos eléctricos y medio ambiente en Navarra*. Gobierno de Navarra. Pamplona.
- Ferrer, M., De la Riva, M. y Castroviejo, J. 1991. Electrocutation of raptors on power lines in Southwestern Spain. *Journal of Field Ornithology*, 62 (2): 181-190.
- Ferrer, M. y Negro, J. J. 1992. Tendidos eléctricos y conservación de aves en España. *Ardeola*, 39 (1): 23-27.
- FOTEX. 2001. *Proyecto de valoración de la incidencia de tendidos eléctricos sobre la avifauna en Extremadura*. Informe inédito. Consejería de Agricultura y Medio Ambiente. Junta de Extremadura.
- Fundación CBD-Habitat. 2006. *Revisión de tendidos eléctricos y evaluación de mortalidad de aves en Castilla-La Mancha, en las áreas del proyecto LIFE 03/NAT/E/0050*. Informe técnico inédito.
- González, L. M., Heredia, B., González, J. L. y Alonso, J. C. 1989. Juvenil dispersal of Spanish imperial eagles. *Journal of Field Ornithology*, 60 (3): 369-379.
- González, L. M. 1991. *Historia Natural del Águila Imperial Ibérica (Aquila adalberti Brehm 1861)*. Serie técnica. ICONA. Madrid.
- González, L. M. y Oria, J. 2004. Águila imperial. En, Madroño, A., González, C. y Atienza, J. C. *Libro Rojo de las aves de España*. SEO/BirdLife-Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- Grupo de Trabajo del Águila imperial ibérica *Aquila adalberti*. 2005. Ministerio de Medio Ambiente-Comunidades Autónomas. Informe inédito.
- Guzmán, J. y Castaño, J. P. 1991 Mortalidad de aves por electrocución en el SE de Ciudad Real. *Quercus* 62: 12
- Guzmán, J. y Castaño, J. P. 1993. Mortalidad de aves por electrocución en el SE de Ciudad Real. *Alytes* 6: 473-478.
- Guzmán, J. y Castaño, J. P. 1998. Electrocutación de rapaces en líneas eléctricas de distribución en Sierra Morena Oriental y Campo de Montiel. *Ardeola* 45 (2): 163-171.
- Janss, G. F. E. 2002. *Birds and power lines: a field of tension*. Tesis doctoral. Universidad de Utrecht.
- Proyecto LIFE 92/NAT/E/014301. 1992. *Primera fase del programa de conservación del águila imperial ibérica en Castilla-La Mancha*. Programa LIFE Naturaleza. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. Comisión Europea.
- Proyecto LIFE 04/ES/NAT/000034. 2004. *Adaptación de las líneas eléctricas en ZEPA de Aragón*. Programa LIFE Naturaleza Gobierno de Aragón. Comisión Europea.
- Real, J., Grande, J. M., Mañosa, S. y Sánchez-Zapata, J. A. 2001. Causes of death in different areas for Bonelli's eagle *Hieraaetus fasciatus* in Spain. *Bird Study*, 48: 221-228.
- Real, J. 2004. Águila Perdicera. En, Madroño, A., González, C. y Atienza, J. C. *Libro Rojo de las aves de España*. SEO/BirdLife-Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- SEO/BirdLife. 2001. *Revisión de los tendidos eléctricos peligrosos para las aves en La Rioja*. Informe inédito. Gobierno de La Rioja-SEO/BirdLife.
- Sevillana de Electricidad, Red Eléctrica Española e Iberdrola. 1996. *Análisis de impactos de líneas eléctricas sobre la avifauna en espacios naturales protegidos. Manual para la valoración de riesgos y soluciones*. Informe inédito.
- TRAGSA, 2003. *Caracterización de las líneas eléctricas en Toledo y su incidencia en la avifauna*. Informe inédito.