

# MORTALIDAD POR ELECTROCUCIÓN Y CORRECCIONES EN LIFE BONELLI

Carlota Viada<sup>1</sup>



## ✦ ANTECEDENTES

Que la electrocución en tendidos eléctricos es la principal causa de mortalidad no natural del águila de Bonelli es algo conocido desde hace años (Real *et al.*, 2001; Real, 2004). Se sabe también que la electrocución afecta más a la fracción pre-adulta de las poblaciones de aves rapaces, más inexperta y más dada a utilizar las torres eléctricas como soporte, lo que se suma a su poca pericia al posarse (Proyecto LIFE06NAT/E/000214 Corrección de tendidos eléctricos peligrosos en ZEPA de la Región de Murcia, 2010; Ferrer, 2012). Sin embargo, afecta también a adultos reproductores, lo que tiene un grave impacto en la viabilidad de las poblaciones. Por este motivo, LIFE Bonelli incluyó una acción específica para analizar y minimizar el riesgo de electrocución en las áreas de reintroducción y reforzamiento del proyecto.

---

<sup>1</sup> Equipo LIFE Bonelli, Carlota Viada (LIFE Bonelli)

COFIB-Govern de les Illes Balears

Ctra. Sineu, km 15,400 • 07142 Santa Eugènia, Mallorca

• Correspondencia: carlotaviada@yahoo.es

La acción se centra en Mallorca, Álava y Madrid. En Navarra el Gobierno ya había modificado más de 4.500 apoyos en los 12 años anteriores al LIFE Bonelli, con la colaboración de compañías eléctricas y propietarios privados y esta labor ha continuado pero fuera del proyecto. Junto con Álava, es la única región del proyecto donde no ha muerto ningún ejemplar electrocutado durante los cuatro años de duración del proyecto.

También en Mallorca, Álava y Madrid, se habían realizado esfuerzos previos de corrección, tanto mediante otros proyectos LIFE como por otras iniciativas públicas:

- Álava: 14 tendidos (35 km de línea señalizada, 177 apoyos corregidos) de las compañías Iberdrola y Red Eléctrica de España fueron modificados con un LIFE anterior (año 2000, LIFE00 NAT/ES/7337), concentrados en áreas de cría. La Diputación Foral de Álava continuó con la corrección de 16 tendidos más con fondos propios.
- Mallorca: Un acuerdo entre el Gobierno de las Islas Baleares y ENDESA, corrigió 1.500 apoyos desde 2004, sobre todo en áreas de milano real y águila pescadora. Además, desde 2001 ya no se instalan más tendidos aéreos; ya que el Plan Director Sectorial Energético de las Islas Baleares establece que los nuevos tendidos de media tensión deben ir enterrados o, si ello no es posible, con cable trenzado.
- Madrid: En 2010 el Gobierno Regional firmó un acuerdo con Iberdrola que permitió la elaboración de un mapa de riesgo y la corrección de 400 apoyos en tres años. Otras correcciones previas (años 90) se centraron en zonas de águila imperial; aunque algunas ya no son efectivas.

A continuación se detallan las principales actuaciones llevadas a cabo en el LIFE Bonelli sobre todo centradas en Mallorca, que es donde ha habido una mayor intensidad de esta acción.

## ACCIÓN DEL LIFE BONELLI

Enseguida que se empezaron a liberar águilas, todas marcadas con transmisores de localización vía satélite, se detectó que la electrocución iba a ser el principal hándicap para su viabilidad. De hecho, de las 128 águilas liberadas entre 2010 y 2016 (en la fase experimental y en la ejecución del LIFE Bonelli) un 20% de ellas han muerto electrocutadas. La electrocución es la responsable del 42% de las bajas, porcentaje que sube incluso hasta

un 50% si se consideran las muertes de ejemplares en fase de liberación (aún no adaptados a la vida silvestre).

La acción C.3.1 del proyecto LIFE Bonelli se centra en la realización de un mapa de riesgo y en la corrección de tendidos peligrosos en Mallorca, Álava y Madrid con el fin de evitar la electrocución, y, en el caso de Álava también la colisión.

El presupuesto con que se contaba era de 125.000 euros para la isla de Mallorca, 25.666 euros para Álava y 18.000 euros para la Comunidad de Madrid.

## ✿ MAPA DE RIESGO DE ELECTROCUCIÓN

### Álava

En 2014 la Diputación Foral de Álava finalizó un análisis de los tendidos eléctricos más susceptibles de causar electrocuciones en el entorno de la zona de liberación con el fin de acometer su corrección (Diputación Foral de Álava, 2014).

Basándose en información previa junto con los conocimientos del uso del territorio recopilados gracias al radio-seguimiento de las águilas marcadas y al seguimiento visual de los pocos ejemplares de la especie que quedan en la zona, se seleccionaron y priorizaron los tendidos más peligrosos para la única pareja existente en la provincia y para las zonas de sedimentación juvenil conocidas, en concreto en la mitad occidental de Sierra Cantabria.

En definitiva, se identificaron cinco tendidos, propiedad de Iberdrola, principal empresa de distribución de energía en el País Vasco y con la que la Diputación Foral de Álava mantiene un convenio de colaboración para la corrección de tendidos con riesgo para avifauna. El total de apoyos a modificar era de 80, además de 0,5 km de línea para señalar.

### Madrid

La Comunidad de Madrid realizó también un mapa de riesgo de electrocución (Díaz, 2015), que los Agentes Forestales puedan inspeccionar sobre el terreno para realizar una base de datos que recoja los principales tendidos peligrosos, la situación y características de los apoyos y proponer las medidas correctoras prioritarias.

El trabajo se basó en la información de los movimientos de 23 águilas de Bonelli marcadas con emisores satélite así como del seguimiento de la población reproductora, para delimitar el área de distribución de la especie, tanto áreas de cría como de dispersión juvenil.

Se determinan 4 grados distintos de prioridad de corrección según la intensidad de uso por parte de las águilas y según el riesgo de electrocución de los tendidos presentes y finalmente se han identificado:

- Grado 1.- Áreas de actuación inmediata: seis áreas alrededor de nidos activos, puntos de liberación y áreas de dispersión juvenil.
- Grado 2.- Áreas críticas: cinco zonas alrededor de nidos activos y área de liberación y seis en áreas de concentración de juveniles.
- Grado 3.- Áreas de actuación inmediata: dos grandes zonas que concentran presencia intensa de ejemplares y elevado riesgo de electrocución.
- Grado 4.- Áreas de actuación global: tres grandes zonas que engloban el 95% de las posiciones de las águilas analizadas.

## **Mallorca**

El COFIB elaboró un mapa de riesgo de electrocución (COFIB, 2014) basado en el análisis de las águilas liberadas marcadas con radio-emisor, usando las siguientes capas (Figura 1):

- 1.- Polígonos de presencia: En el Google Earth se ha creado una capa de polígonos de presencia de águilas, delimitando las zonas donde éstas se mantienen más de un día, es decir aquellas de las que hacen un uso más intenso que el resto del territorio. De esta manera se han identificado los lugares en los que se quedan las águilas de Bonelli, especialmente aquellos utilizados por los ejemplares antes de la edad adulta (las llamadas áreas de dispersión juvenil), en los que puede haber mayor conflicto con tendidos eléctricos peligrosos debido al comportamiento de las aves en esos lugares. Cruzando la capa de estos polígonos de presencia con la red eléctrica en la isla se han podido identificar tramos de tendidos eléctricos de mayor riesgo.
- 2.- Por otro, también se han analizado los apoyos utilizados por las águilas. Las localizaciones GPS de las águilas nos indican cuando se posan en apoyos eléctricos. Esto se puede ver muy bien si se solapan las localizaciones de las águilas con la red de tendidos. Además, gracias a

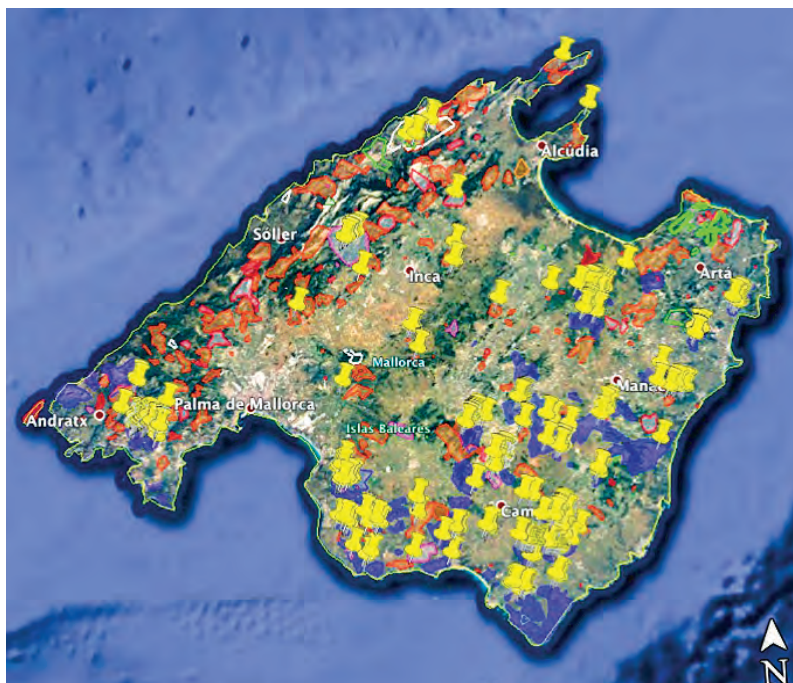


Figura 1.- Polígonos de presencia junto con las más de 700 posadas de águilas en apoyos eléctricos registradas. Esta fue la información de base utilizada para determinar las áreas críticas en el mapa de riesgo de electrocución.

las ortofotos del Google Earth, en las que se pueden llegar a ver muy bien los apoyos o sus sombras, se termina de confirmar el uso de un determinado apoyo por parte del águila. La determinación de los apoyos utilizados por las águilas ha mejorado mucho con la incorporación a partir de 2015 de los emisores de marca e-OBS, que dan posiciones cada cinco minutos, frente a los Microwave o Ecotone de 4-5 localizaciones diarias de media. En total se han registrado más de 700 usos de apoyos eléctricos por parte de las águilas liberadas en Mallorca.

Solapando ambas capas con la red de tendidos eléctricos de distribución, el resultado muestra las áreas de mayor riesgo de electrocución: el mapa de riesgo con las 20 áreas más sensibles (Figura 2).



Figura 2.- Las 20 zonas identificadas como más peligrosas a la electrocución para el águila de Bonelli en Mallorca.

Cada zona del mapa de riesgo cuenta con una ficha en la que se incluye: breve descripción de la zona, UTM, tipo de uso por parte de las águilas (dispersión, cría, etc.), número de ejemplares que la han visitado, uso de apoyos por parte de algún águila, ejemplares electrocutados, intervenciones ya realizadas (inspeccionada, comunicada a ENDESA, corregida) y finalmente tareas pendientes. Esta ficha ha sido revisada anualmente.

## ✦ SELECCIÓN DE LOS APOYOS PELIGROSOS A CORREGIR EN MALLORCA

Se define a continuación la metodología utilizada en Mallorca para seleccionar los apoyos que era necesario corregir en las áreas identificadas en el mapa de riesgo de electrocución para la isla.

El primer paso era inspeccionar las líneas de las zonas de riesgo. Gracias a los Agentes de Medio Ambiente, se pudieron inspeccionar 165 km de líneas en las áreas identificadas. Los datos de cada inspección se presentaban en una ficha con fotos y mapas.

Sin embargo, con el fin de poder indicar a la empresa eléctrica (ENDESA, en el caso de Mallorca) qué apoyos había que corregir, era necesario cribar de alguna forma todos los datos aportados en las fichas de campo y ofrecer un listado priorizado de apoyos. Para ello, cada apoyo fue puntuado según su diseño, el uso que las águilas hacen de la zona y de las electrocuciones que ha causado:

Según el diseño:

- 3.- Muy alto: aisladores rígidos, y/o puentes flojos por encima.
- 2.- Alto: seccionadores, ángulos, derivaciones, transformadores.
- 1.- Moderado: en bóveda, doble circuito.
- 0.- Bajo: al tresbolillo, apoyos de madera, apoyos ya modificados.

Según el uso que las águilas hacen de la zona:

- 4.- Apoyo usado por algún águila de Bonelli.
- 3.- Zona de dispersión juvenil o dentro de 1 km de radio de un nido.
- 2.- Apoyo prominente, o a menos de 500 m de áreas de presencia.
- 1.- Otras áreas de uso (kernels).
- 0.- Hábitat no idóneo (núcleo urbano, no hay localizaciones de águilas cerca, etc.).

Según aves electrocutadas: Se multiplica por 1,25 por cada individuo encontrado a partir del segundo.

- 4.- Águila de Bonelli.
- 3.- Águila calzada, milano real.
- 2.- Cuervo.
- 1.- Gaviota patiamarilla, otras.
- 0.- No se han encontrado aves electrocutadas.

Los resultados se entregaban a ENDESA en forma de tabla Excel con los apoyos agrupados en líneas y con la puntuación correspondiente a cada uno. Los apoyos con puntuación igual o inferior a 4 se descartaban de la lista para corregir, y, lógicamente, se priorizan los de mayor puntuación.

## ✿ CORRECCIÓN DE APOYOS EN MALLORCA: PROGRAMA AVILÍNEA Y LIFE BONELLI

Desde 1998 el Gobierno de las Islas Baleares y ENDESA trabajan conjuntamente para minimizar el impacto de los tendidos eléctricos sobre la avifauna. A partir de 2004 se estableció formalmente el Programa Avilínea que continúa hasta el momento. Desde 2004 se han corregido 1.500 apoyos y se ha conseguido disminuir la mortalidad no natural de especies como el milano real y el águila pescadora. Desde el inicio de las liberaciones de águilas de Bonelli en la isla, con la fase experimental previa al LIFE Bonelli (2011-2013), el Programa Avilínea se ha hecho cargo de las correcciones de los apoyos donde se registraron electrocuciones de esta especie.

También durante el periodo de ejecución del LIFE Bonelli (2014-2017) el Programa Avilínea ha contribuido a la corrección de los tendidos identificados en el mapa de riesgo para esta especie. Así, anualmente se distribuían los apoyos a corregir por parte de LIFE Bonelli y aquellos que se iban a abordar por parte del Programa Avilínea.

En total, se han corregido 228 apoyos peligrosos en Mallorca desde 2013 hasta 2016: 174 apoyos por parte del Programa Avilínea y 54 por parte del LIFE Bonelli. Todos en beneficio del águila de Bonelli pero también de otras rapaces como el milano real o el águila calzada. Se ha reducido significativamente el riesgo de electrocución en 7 de las 20 zonas críticas identificadas en el mapa de riesgo, tres de ellas correspondientes a zonas de cría y 4 a áreas de dispersión juvenil.

## ✿ RESULTADOS EN ÁLAVA Y MADRID

### Álava

Se han señalizado 2,6 km de tendido con salvapájaros para disminuir el riesgo de electrocución y se han corregido 24 apoyos. En concreto se ha intervenido en dos derivaciones cercanas a las zonas de liberación de 2017, de propiedad privada: toma de aguas de Rejenas (Bachicabo) y derivación del Barranco Tropera (Ocio).

### Madrid

Se han corregido 206 apoyos en total, 187 de ellos por parte de la Comunidad de Madrid y 11 a cargo de Iberdrola. Las medidas antielectrocu-





Carmelo Fernández

Figura 3.- Aislamiento y salvapájaros en la derivación del Barranco Tropera (Álava) en junio de 2017.

ción se han ejecutado en una línea privada de Pezuela de las Torres, en una eléctrica de Iberdrola en Estremera y en el Monte de El Pardo.

## ✦ OTRAS ACTUACIONES REALIZADAS

### Reunión informativa a Agentes de Medio Ambiente

El 6 de febrero de 2014 se llevó a cabo una reunión informativa dirigida a todos los Agentes de Medio Ambiente de Mallorca sobre electrocución.

Se explicó el impacto que supone para la avifauna, las correcciones llevadas a cabo hasta el momento por el Programa Avilínea y cómo se van a llevar a cabo las inspecciones sobre el terreno para las que se requiere su colaboración. Se les proporcionó la ficha que se va a utilizar para la recopilación de los datos durante las inspecciones de líneas y se atendió a sus preguntas.

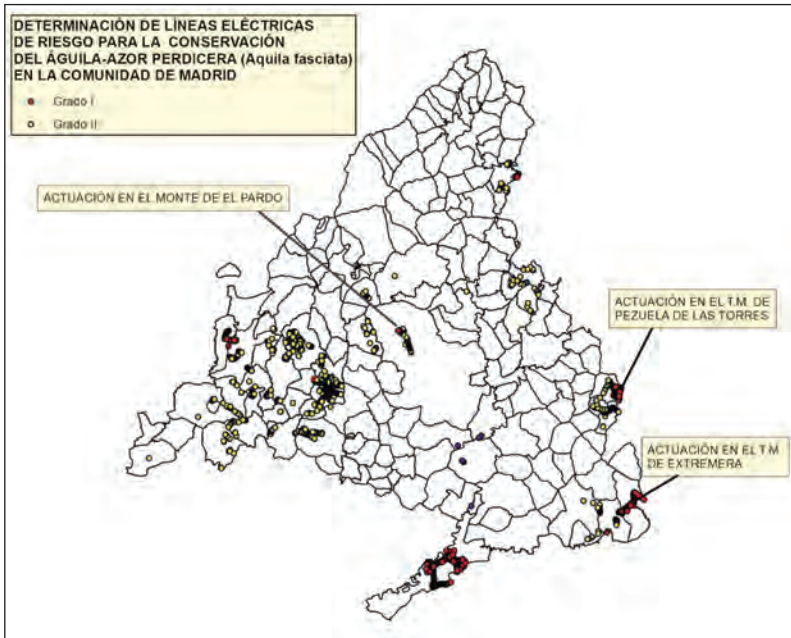


Figura 4.- Las 206 correcciones se han llevado a cabo en estas tres zonas del Mapa de riesgo de la Comunidad de Madrid (CAM, 2017).



Figura 5.- Reunión informativa a Agentes de Medio Ambiente de febrero de 2014.

A partir de esta formación, los Agentes de Medio Ambiente colaboraron de forma muy intensa en las inspecciones de líneas para poder determinar la peligrosidad de los apoyos en las zonas críticas identificadas en el mapa de riesgo.

### **Jornada de intercambio LIFE Bonelli-ENDESA**

El 23 de febrero de 2016 tuvo lugar una interesante sesión de intercambio de experiencias y de toma de contacto a nivel técnico entre ENDESA y las subcontratas Cobra y Elecnor, y el proyecto LIFE Bonelli, centrado en el problema de la electrocución y su importante papel en minimizarlo.

Asistieron un total de 17 técnicos de ENDESA, Cobra y Elecnor, además de responsables de Medio Ambiente de esta compañía eléctrica. Por parte del LIFE Bonelli asistió personal del COFIB, el Jefe de Servicio de Especies del Govern de les Illes Balears y un Agente de Medio Ambiente.

Se impartieron breves charlas sobre la biología de las tres especies de rapaces más afectadas por la electrocución en Baleares (el milano real, el águila pescadora y el águila de Bonelli), sobre lo que este problema supone para la conservación de estas aves y, más específicamente, sobre su impacto en la población reintroducida en Mallorca de águila de Bonelli. También se detallaron las graves lesiones que causa la electrocución, que en la mayoría de los casos deriva en la muerte del ejemplar afectado.

Por parte de ENDESA se expusieron los resultados del programa Avilínea, así como detalles de las soluciones técnicas que se están aplicando para corregir los apoyos más peligrosos. Hubo un interesante debate e intercambio de contactos durante la mañana.



Figura 6.- Momento del encuentro LIFE Bonelli - ENDESA en Mallorca.

## ✿ CONCLUSIONES

### **Diseños o correcciones seguros para otras especies no lo son para el águila de Bonelli**

Es bien conocido que los apoyos con elementos en tensión por encima del apoyo, que es donde se suelen posar las aves, son los más peligrosos (aisladores rígidos o apoyos con puentes sobre el travesaño). Este tipo de torretas es el que causa la mayoría de las muertes en las rapaces, pero en el caso del águila de Bonelli también otros diseños son peligrosos.

Al ser un águila típicamente forestal y muy discreta, gusta de posarse en partes inferiores de la cruceta del apoyo, lo que aumenta significativamente el riesgo de electrocución en diseños que se consideran seguros para otras rapaces.

Esta diferencia en el comportamiento en la posada del águila de Bonelli aumenta su vulnerabilidad a la electrocución en muchos apoyos (ver figura 3).

Esta circunstancia ha obligado en el caso de Mallorca a rehacer los protocolos de corrección de tendidos eléctricos que seguía el Programa Avilínea, que hasta la llegada del águila de Bonelli se centraba en evitar elementos en tensión por encima de la cruceta. De hecho, hubo dos bajas de águilas de Bonelli por electrocución en apoyos ya corregidos con ese criterio. Así, se ha tenido que incorporar el aislamiento de todos los cables conectores inferiores y las grapas correspondientes, para minimizar el riesgo de electrocución en caso de que un águila se pose por el interior de los apoyos. Por desgracia, este aumento en la seguridad de las correcciones abordadas ha incrementado significativamente su coste.

### **Elevada vulnerabilidad a la electrocución del águila de Bonelli**

Hay especies más vulnerables a sufrir electrocuciones que otras, además de por su costumbre de utilizar los apoyos eléctricos como oteaderos, en comparación con otras especies que utilizan otras técnicas de caza y descanso. Hay algunos factores que hacen que el águila de Bonelli sea aún más vulnerable a la electrocución que otras (Viada, 2017), por ejemplo:

- Hábito de colocarse dentro del entramado diseño de algunas crucetas, lo que incrementa enormemente su riesgo de contactar con dos elementos en tensión y, por tanto, de morir electrocutada; hábito que comparte con el cuervo (*Corvus corax*).

- Hábito de comer sobre las torretas, la presa en sus garras aumenta el riesgo de que se toquen dos elementos en tensión, que quizás el ave por sí sola no llegará a tocar.

Especie	MALLORCA		
	Población (ind.)	Mortalidad anual	Tasa vulnerable
Águila de Bonelli	29	2,00	6,90
Cuervo	600	8,06	1,34
Milano real	196	1,00	0,51
Águila pescadora	45	0,18	0,39
Águila calzada	588	2,06	0,35
Buitre leonado	50	0,11	0,22
Halcón peregrino	237	0,35	0,15
Cernícalo vulgar	10.920	6,29	0,06
Gaviota patiamarilla	10.359	2,29	0,02
Buitre negro	125	0,06	0,05

Tabla 1.- Tasa de vulnerabilidad a la electrocución por especies expresada como el porcentaje de la población afectada por la mortalidad anual detectada (extraído de Viada, 2017).

En la tabla 1 se ha calculado la incidencia de la electrocución sobre la población de las especies afectadas por electrocución en Mallorca. Esto nos ofrece un dato relevante: el águila de Bonelli es la especie que, con gran diferencia, muestra una mayor vulnerabilidad a la electrocución expresada como el porcentaje de la población afectada anualmente por esta causa de muerte.

### Conclusiones sobre el comportamiento de las águilas respecto de los apoyos

Tras cuatro años de intenso seguimiento de los movimientos de las águilas liberadas en Mallorca, se pueden sacar también algunas conclusiones sobre el uso que hacen los individuos de los apoyos:



Figura 7.- Diferencia en el comportamiento en la posada del águila de Bonelli que aumenta su vulnerabilidad a la electrocución, por comparación con otras especies de águilas, como el águila pescadora o el águila real o imperial.

- No todos los individuos se posan en torretas eléctricas: En Mallorca, 9 de 41 águilas nunca lo hicieron, esto es el 22% (4 provenían de centros de rehabilitación, 3 nacieron silvestres en la isla y 2 fueron liberadas mediante hacking).
- Los juveniles muy dependientes de tendidos, que los usan con mucha frecuencia durante sus primeros meses de dispersión juvenil, con el tiempo los van usando con menor frecuencia. Este comportamiento se detecta sobre todo a partir del primer trimestre de su segundo año de calendario. Aunque nunca dejan de utilizarlos, sobre todo si en su territorio los hay, al menos la frecuencia disminuye y con ello el riesgo de electrocución conforme van pasando los meses.
- Un 91% de las águilas liberadas mediante hacking los usan de forma muy intensa (65%, de los que 67% han muerto) o puntualmente (26% de las liberadas, de los que un 8% han muerto electrocutados) en Mallorca.
- En Mallorca los nacidos silvestres los usan mucho menos que los liberados: nunca (43%) o muy puntualmente (57%), y solo uno murió –en 2017, fuera del período de análisis–.

En todo caso, para conseguir un medio natural donde la mortalidad de rapaces, y más en concreto de águilas de Bonelli, deje de ser un factor limitante para el mantenimiento de sus poblaciones queda aún un largo e intenso camino por delante. Camino que no debemos recorrer solamente los biólogos y naturalistas, sino que debemos contar con los ingenieros industriales y un sector eléctrico informado y verdaderamente comprometido.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAM. 2017. Informe de corrección de tendidos eléctricos peligrosos para el águila de Bonelli en la Comunidad de Madrid. LIFE Bonelli. Junio 2017. 8 págs.
- COFIB. 2014. Mapa de riesgo de electrocución de la población de águila de Bonelli en Mallorca, Acción C.3.1. Documento inédito. 33 págs.
- Díaz, José. 2015. Determinación de áreas críticas para la conservación del Águila-azor Perdicera (*Aquila fasciata*) en la Comunidad de Madrid. Mapa de tendidos eléctricos-LIFE Bonelli 1ª Fase. Documento inédito. 66 págs.

- Diputación Foral de Álava. 2014. Propuesta de corrección de tendidos eléctricos con riesgo para el águila de Bonelli en Álava-Araba (2014). Proyecto LIFE Bonelli (LIFE12NAT/ES0701) Acción C.3.1 Adecuación de tendidos eléctricos. Servicio de Medio Ambiente y Biodiversidad. Documento inédito. 20 págs.
- Ferrer, M. 2012. Aves y tendidos eléctricos. Del conflicto a la solución. ENDESA S.A. y Fundación Migres.
- Proyecto LIFE 06NAT/E/000214 Corrección de tendidos eléctricos peligrosos en ZEPA de la Región de Murcia. 2010. Patrimonio Natural y líneas eléctricas en la Región de Murcia. Dirección General de Patrimonio Natural y Biodiversidad. Consejería de Agricultura y Agua. Región de Murcia.
- Real, J. 2004. Águila-Azor Perdicera, *Hieraaetus fasciatus*. En: A. Madroño, C. González y J.C. Atienza (Eds.) Libro Rojo de las Aves de España. Pàgs.: 154-157. Dirección General para la Biodiversidad y SEO/BirdLife. Madrid.
- Real, J., Grande, J.M., Mañosa, S. i Sánchez-Zapata, J.A. 2001. Causes of death in different areas for Bonelli's Eagle *Hieraaetus fasciatus* in Spain. *Bird Study*, 48:221-228.
- Viada, C. 2017. Mortalidad de aves por electrocución en tendidos eléctricos en Baleares, 1999-2016. Estudio técnico para la Dirección General de Espacios Naturales y Biodiversidad. Conselleria de Medi Ambient, Agricultura y Pesca. Marzo, 2017. 19 págs.