

# Patrimonio natural y líneas eléctricas en la Región de Murcia

Serie Técnica nº8



# **Patrimonio natural y líneas eléctricas en la Región de Murcia**



Edita  
**Proyecto LIFE06NAT/E/000214 Corrección de tendidos eléctricos peligrosos en Zonas de Especial Protección para las Aves de la Región de Murcia. Dirección General de Patrimonio Natural y Biodiversidad. Consejería de Agricultura y Agua. Región de Murcia**

Autores  
**Ester Cerezo Valverde<sup>1</sup>**  
**Andrés Manso Asensio<sup>2</sup>**  
**Emilio Aledo Olivares<sup>3</sup>**

Colaboradores  
**María Dolores Abellán Sánchez<sup>4</sup>**  
**José Manuel Escarabajal Castejón<sup>5</sup>**

Dibujos técnicos  
**Andrés Manso Asensio<sup>2</sup>**

Ilustraciones:  
**Javier Coll Bastida**

Maquetación  
**Biovisual S.L.**

Imprime  
**Biovisual S.L.**

1. *Lcda. en Biología*
2. *Ingeniero Técnico Industrial*
3. *Lcdo. en Biología*
4. *Lcda. en Ciencias Ambientales*
5. *Auxiliar de campo*

Real Buitre.

# Índice de contenidos



## Capítulo 1. Problemática medioambiental de las líneas eléctricas . . . . .5

La electrocución . . . . .	7
La colisión . . . . .	8
La nidificación . . . . .	12
Incidencias en el suministro eléctrico .	13
Oras interacciones . . . . .	13
Características de las especies . . . .	14
<i>Especies afectadas</i> . . . . .	14
<i>Sexo y edad</i> . . . . .	16
<i>Animales vivos vs. cadáveres.</i>	
<i>Recuperación y supervivencia.</i> . . . .	20
<i>Fenología</i> . . . . .	22
Características de los apoyos y su entorno . . . . .	23
<i>Diseño del armado</i> . . . . .	23
<i>Función, fuste, hábitat, titular y prominencia</i> . . . . .	27
<i>Tasas de electrocución</i> . . . . .	29

## Capítulo 2. Avances realizados . . . . .31

Corrección de líneas eléctricas	
2003-2009 . . . . .	31
Proyecto LIFE 2007-2010 . . . . .	33
<i>Inversión y corrección de tendidos eléctricos.</i> . . . . .	33
Disminución de la mortalidad y aumento de la sensibilización . . . .	34
Real Decreto 1432/2008 . . . . .	35
Proyecto de Decreto regional . . . . .	36
Otras actuaciones . . . . .	39

## Capítulo 3. Soluciones técnicas para LAT existentes . . . . .41

Frente a la electrocución . . . . .	42
<i>Apoyos con autoválvulas.</i> . . . . .	43
<i>Apoyos con puentes flojos por encima de la cruceta.</i> . . . . .	45
<i>Apoyos con seccionadores tripolares</i> . . . . .	48
<i>Apoyos con fusibles seccionadores</i> .	50
<i>Apoyos de alineación con aisladores rígidos</i> . . . . .	52
Frente a la colisión . . . . .	53

## Capítulo 4. Propuestas técnicas para la instalación de nuevas LAT . . . . .55

Trazado de nuevas líneas eléctricas .	56
Medidas para evitar la electrocución .	56
<i>Criterios generales.</i> . . . . .	56
<i>Tresbolillo y asimilados</i> . . . . .	57
<i>Montaje vertical y doble circuito</i> . .	58
<i>Crucetas rectas y bóvedas</i> . . . . .	58
<i>Apoyos especiales</i> . . . . .	60
Medidas para evitar la colisión . . . .	60

## ANEXO. Real Decreto 1432/2008 . .64

Glosario . . . . .	74
Referencias . . . . .	77
Bibliografía . . . . .	78
Agradecimientos . . . . .	79
Créditos fotográficos . . . . .	81







Figura 1. Búho real (*Bubo bubo*) posado en su apoyo favorito con una presa, en este caso una gineta (*Genetta genetta*)

# Problemática medioambiental de las líneas eléctricas

## Capítulo 1

La creciente demanda de energía eléctrica y su distribución hacia cada vez más puntos del medio rural conlleva un aumento de la red y el impacto ambiental de líneas eléctricas. Los impactos sobre el patrimonio natural asociados a la construcción, funcionamiento y abandono de estas infraestructuras son diversos: aumento de la erosión del suelo, eliminación de vegetación, hábitats y flora, incendios forestales, disminución de la calidad del paisaje, desplazamiento y mortalidad de aves, mamíferos y reptiles, entre otros.

A su vez, las líneas eléctricas se ven afectadas por la fauna y la vegetación. En este número de la serie técnica trataremos principalmente la interacción entre las aves y las líneas eléctricas aéreas.



Figura 2. La construcción de infraestructuras, como líneas eléctricas, lleva asociada una serie de impactos sobre el medio natural, en las imágenes, sobre el paisaje, la vegetación y el suelo.

## La electrocución






Decenas de miles de aves mueren cada año en España debido a accidentes en tendidos eléctricos, principalmente por electrocución o colisión. La electrocución es una de las causas principales de mortalidad para rapaces amenazadas como el águila-azor perdicera (*Aquila fasciata*), el águila imperial ibérica (*Aquila adalberti*), el águila pescadora (*Pandion haliaetus*), el milano real (*Milvus milvus*) o el alimoche canario (*Neophron percnopterus majorensis*).

Por lo general, la electrocución se pro-

duce al posarse el ave en los apoyos de las líneas eléctricas de tercera categoría (tensión nominal entre 1 y 30 kV) con conductores desnudos (Tabla 1). Las aves utilizan los apoyos como cazaderos, oteaderos, para refugiarse de depredadores, manejar las presas, secarse las plumas, etc. La electrocución se puede producir:

- bien por contacto entre dos fases (contacto fase-fase), Figura 3.
- o bien, más frecuentemente, por contacto entre una fase y cualquier elemento conductor que pueda derivar a tierra (contacto fase-tierra), Figuras 1 y 3.

**Tabla 1. Clasificación de las líneas eléctricas y accidentes más frecuentes que pueden producir. (\*) Se incluye en esta categoría tensiones inferiores si forman parte de la red de transporte conforme a lo establecido en el artículo 5 del R. D. 1955/2000.**

					
<b>Tensión nominal (kV)</b>	$U_n < 1$	$1 < U_n \leq 30$	$30 < U_n \leq 66$	$66 < U_n < 220$	$220 \leq U_n$
<b>Categoría R.D. 223/2008</b>	x	Tercera	Segunda	Primera	Especial (*)
<b>Electrocución</b>	No	Sí	Muy raro	Muy raro	Muy raro
<b>Colisión</b>	No	Sí	Sí	Sí	Sí





**Figura 3.** Un águila-azor perdicera, posándose en un apoyo con aisladores rígidos, montaje “0”. La envergadura de esta ave permitiría el contacto fase-fase, sin embargo, en apoyos metálicos, el contacto con una sola fase es suficiente para que el animal posado se electrocute (contacto fase-tierra).

### Los factores determinantes de la probabilidad de electrocución de avifauna son:

- Comportamiento y envergadura de ave
  - Edad y sexo del ave
  - Época del año
  - Diseño del armado del apoyo
  - Función del apoyo
  - Material del fuste y tomas de tierra
  - Hábitat circundante
  - Prominencia en el paisaje
  - Abundancia de aves en la zona
  - Condiciones meteorológicas,
- Figura 4.

Más adelante se expone algunos de los resultados para la Región de Murcia respecto a la influencia de estos factores.

### La colisión

La colisión con tendidos eléctricos puede afectar a todas las líneas y a todas las especies de aves, que chocan con los cables que encuentran en su vuelo, especialmente con los cables de tierra de las líneas de tensión nominal a partir de 66 kV (más finos y menos visibles que los conductores, Tabla 1). Son afectadas en mayor número las especies gregarias que vuelan en bandos, Figuras 5 y 6, (palomas, patos, garzas, gru-



**Figura 4. Aguililla calzada (*Hieraetus pennatus*) sobre un apoyo de amarre. Condiciones meteorológicas de viento y lluvia propician la electrocución. Las plumas secas constituyen un buen aislante, pero el contacto entre plumas mojadas y conductores es 100 veces más peligroso que con plumas secas (Nelson, 1979; 1980).**

llas, flamencos, esteparias, etc.), grandes planeadoras (buitres, cigüeñas, etc.), las especies nocturnas (búhos, lechuzas), las aves que cazan en picados a gran velocidad, Figura 6, (halcones, águilas, etc.) y aquellas aves que migran de noche (currucas y otras aves pequeñas).

La colisión con las líneas eléctricas es una de las principales causas de mortalidad no natural para especies amenazadas como la avutarda común (*Otis tarda*), la avutarda hubara (*Chlamydotis undulata*), el sisón común (*Tetrax tetrax*), el urogallo común (*Tetrao urogallus*), el lagópodo alpino (*Lagopus mutus*) o el quebrantahuesos (*Gypaetus barbatus*).

#### **Los factores determinantes de la probabilidad de colisión son:**

- Comportamiento del ave
- Abundancia de aves en la zona
- Hábitat circundante
- Zonas de paso migratorio
- Condiciones meteorológicas
- El momento del día o la noche
- Época del año
- Sección aparente del conductor
- Número de planos de disposición del cableado
- Presencia de cables de tierra en la instalación
- Amplitud de los vanos
- Topografía del terreno



**Figura 5.** Bando de garcillas bueyeras, *Bubulcus ibis*, colisiona al intentar superar los cables encontrados en su vuelo, Valle de Ricote. Los humedales (lugares de concentración de aves), el amanecer y el ocaso, la presencia de cables de tierra y el vuelo en bandos son factores que incrementan el riesgo de colisión.

Este fenómeno ha sido poco estudiado en la Región de Murcia. Una recopilación de cómo influyen la mayoría de los factores, así como los que influyen en la electrocución puede encontrarse en Fernández y Azkona 2002. Destacar que es el trazado de la línea el aspecto determinante en el riesgo de colisión. Los tendidos

que discurren por líneas de cresta, collados, puertos de montaña, a media ladera, etc. tienen mayor incidencia que los que discurren por el fondo de los valles. A su vez los accidentes se concentran en las zonas húmedas y cauces de ríos, zonas esteparias, zonas de paso migratorio y cortados rocosos.





Figura 6. Halcón peregrino, *Falco peregrinus*, realiza un picado sobre unas gangas ortegas, *Pterocles orientalis*, en un campo atravesado por una línea eléctrica de categoría especial, tensión nominal 440 kV. Las rapaces que realizan picados a gran velocidad corren gran riesgo de chocar con cables. Las aves esteparias gregarias se ven muy afectadas por la colisión con cables.



**Figura 7. Reconstrucción de la electrocución de un búho real y dos pollos de tórtola turca en Tallante (Cartagena). Los depredadores se sienten atraídos por las aves que nidifican en los apoyos.**

## **La nidificación**

Respecto a la nidificación de aves en apoyos en la Región de Murcia, se conoce para aves comunes: la urraca (*Pica pica*), sobre todo en la zona de Lorca y Puerto Lumbreras, el gorrión (*Passer domesti-*

*cus*) y la tórtola turca (*Streptopelia decaocto*) en Cartagena (Figura 7). En otras zonas se ha observado que la presencia de líneas eléctricas produce el desplazamiento de la nidificación de cigüeñas blancas (*Ciconia ciconia*), desde sus lugares tradicionales hacia las gran-





**Figura 8.** Este búho real electrocutado fue encontrado al detectarse el fallo en el servicio eléctrico en un transformador de una explotación agrícola. Cabezo de la Plata, Murcia.

des torres de las líneas de transporte debido a su mayor altura y tranquilidad.

La nidificación provoca constantes incidencias en el suministro eléctrico además de muerte de aves e incluso personas que trepan a las torres atraídas por los nidos, desconociendo o ignorando el peligro. Actualmente no se ha encontrado una solución definitiva para evitar estas nidificaciones.

### **Incidencias en el suministro eléctrico**

Las electrocuciones de aves, la caída de palos y material de los nidos, las deyecciones, etc. provocan cortocircuitos y derivación, lo que se traduce en cortes del suministro eléctrico, una disminución de la calidad del servicio y un aumento de los costes de mantenimiento (Figura 8).

La cuantificación de las pérdidas económicas para las compañías de transporte y distribución eléctrica, así como para particulares, constituye un aspecto fundamental

todavía pendiente, aunque a grandes rasgos las compañías eléctricas y empresas instaladoras o mantenedoras parecen coincidir en que es un factor tanto o más importante como otros (ej. meteorología).

### **Otras interacciones**

Se describe a continuación una serie de interacciones menos frecuentes o poco estudiadas:

Se han registrado aves que quedan enganchadas en antivibradores (alimoche canario, águila pescadora) y aves que entran por los agujeros de los fustes de chapa metálica y después son incapaces de salir, como grajillas (*Corvus monedula*).

Puntualmente pueden producirse molestias a la reproducción de aves durante la construcción o el mantenimiento de líneas eléctricas en zonas con nidificación cercana y durante los meses de la reproducción (diferentes dependiendo de las especies) lo que puede malograr las puestas. Esto se puede evitar, en la mayoría de los casos, mediante la planificación de los trabajos.



**Figura 9.** En ocasiones las electrocuciones de aves provocan incendios forestales. Reconstrucción de la electrocución de un azor, *Accipiter gentilis*, y una urraca provocando un incendio forestal.

La influencia de los campos magnéticos asociados a las grandes líneas de transporte sobre la avifauna es un fenómeno actualmente poco conocido, pero ha suscitado cierto interés en relación sobre todo a la salud humana (Doherty & Grubb, 1998).

En ocasiones, los animales electrocutados caen envueltos en llamas a la vegetación, lo que, en periodos de sequía y altas temperaturas, puede producir incendios forestales (Figura 9). También se pueden producir incendios al caer algún conductor al suelo o al caer un árbol sobre la línea, de ahí la importancia del mantenimiento de las líneas y las calles que prevé la legislación vigente.

### **Características de las especies**

A continuación se muestran las características de las víctimas de accidentes con tendidos eléctricos en la Región de Murcia. Las fuentes de registros analizados han sido, por un lado, recorridos sistemáticos

de líneas eléctricas en busca de cadáveres, y, por otro lado, otras fuentes: ingresos de animales en el Centro de Recuperación de Fauna Silvestre “El Valle” (CRFS), informes realizados por agentes medioambientales y SEPRONA, y reportes de propietarios de líneas o particulares. En cualquier caso, se indica la fuente.

### **Especies afectadas**

Las especies más afectadas por electrocución son las rapaces y los córvidos. Las especies con mayor número de víctimas son: búho real, cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*), grajilla, busardo ratonero (*Buteo buteo*), culebrera europea (*Circus gallicus*) y buitre leonado (*Gyps fulvus*), por este orden (Tabla 2). Sin embargo, según su accidentabilidad, la especie más afectada es el azor común (*Accipiter gentilis*), seguido de búho real, águila real (*Aquila chrysaetos*), culebrera europea, busardo ratonero y águila-azor perdicera.

**Tabla 2. Número de víctimas de accidentes con tendidos eléctricos en la Región de Murcia registrados entre 2002 y junio de 2009 y accidentabilidad de algunas especies (índice comparativo entre especies, en función del número cadáveres encontrados en los recorridos sistemáticos, el número de parejas reproductoras, los meses del año de permanencia en la Región y su productividad). Entre paréntesis los accidentes diferentes a electrocución: c=colisión, a=atrapado, i=indeterminado.**

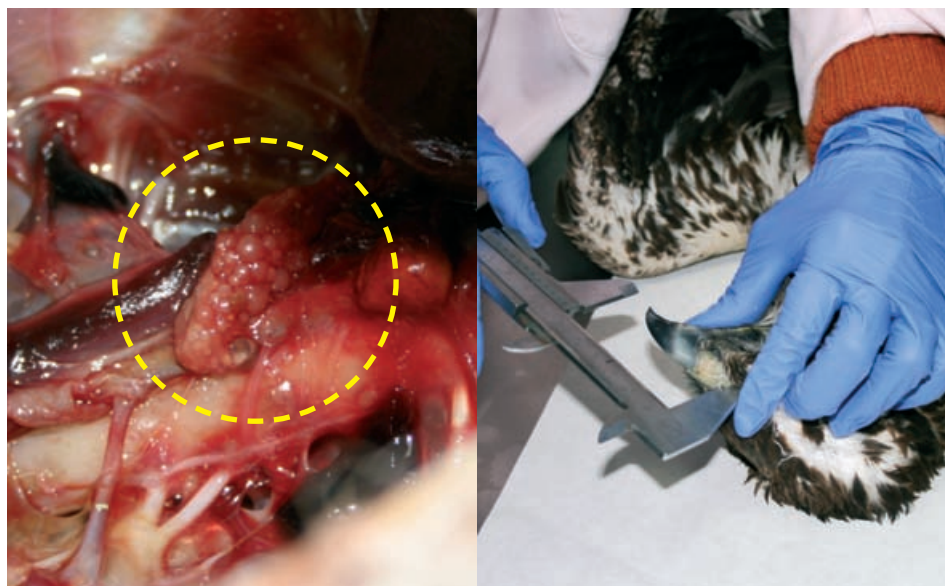
Especie	Total	Otras fuentes	Recorridos sistemáticos	Accidentabilidad
Abejaruco común	1	1(1c)	0	
Abejero europeo	1	1(1c)	0	
Águila pescadora	2	2	0	
Águila real	16	10	6	5,31
Águila-azor perdicera	9	8	1	1,28
Aguillilla calzada	19	19	0	
Ardilla roja	1	1	0	
Ave indeterminada	40	13	27	
Azor común	13	6	7	12,07
Búho chico	1	1	0	
Búho real	180	138 (1i)	42	7,57
Buitre leonado	22	21 (1i)	1	0,65
Busardo ratonero	25	18	7	2,69
Cernícalo primilla	1	1	0	
Cernícalo vulgar	113	106 (2c) (2i)	7	0,11
Cigüeña blanca	4	4	0	
Cormorán grande	1	0	1	
Corneja negra	5	2	3	
Cuervo	2	0	2	0,80
Culebra de herradura	1	1	0	
Culebrera europea	22	16 (1c) (1i)	6	4,47
Estornino negro	1	0	1	
Estornino pinto	1	0	1	
Garduña	1	1	0	
Garza real	3	3(1i)	0	
Gavilán común	5	5	0	
Gaviota patiamarilla	1	1	0	
Gineta	1	1	0	
Grajilla	28	3	25(4a)	
Halcón gerifalte	1	1	0	
Halcón peregrino	4	3 (1i)	1	0,26
Lechuza común	5	5 (1c)	0	
Mochuelo europeo	4	3 (2c)	1	0,01
Pagaza piconegra	1	1	0	
Palomas	3	1	2	
Pavo	1	0	1	
Tórtola turca	2	2 (2c)	0	
Urraca	3	0	3	
Vencejo común	3	2 (1c)	1	
Total	547	401	146	

La electrocución en tendidos eléctricos puede ser la principal causa del declive del azor común en la Región de Murcia, actualmente en peligro crítico de extinción por lo que existe una alta probabilidad de perder esta especie como reproductora en pocos años. También es posible que la electrocución de búhos reales esté influyendo de manera significativa sobre la dinámica y estructura de su población, así como sobre su área de distribución (Sergio *et al.* 2004). El águila-azor perdicera, bastante afectada, tiene en la Península Ibérica el grueso de la población europea, y se encuentra catalogada en peligro de extinción en la Región de Murcia. Señala-

mos estas tres especies como las prioritarias para corrección de tendidos eléctricos en sus territorios de nidificación, alimentación y dispersión.

### Sexo y edad

Entre los animales que pudieron ser sexados (Figura 10), encontramos mayor número de machos que de hembras (Tabla 3), sin embargo, de los que ingresaron vivos, el número fue similar para machos y hembras (Tabla 5). En algunos trabajos sobre rapaces con dimorfismo sexual (Glosario) se ha encontrado mayor número de hembras que de machos, explicándose en



**Figura 10.** La determinación del sexo de aves accidentadas con tendidos eléctricos ha sido posible en algunos casos gracias a la necropsia y a la biometría principalmente. A la izquierda, ovario de águila-azor perdicera; a la derecha biometría del mismo individuo.

**Tabla 3. Número de aves, por especies y sexo, víctimas de accidentes en tendidos eléctricos en la Región de Murcia (2003-2009). Todas las fuentes.**

Especie	Hembra	Macho	Total
Águila real	2	1	3
Águila-azor perdicera	3	2	5
Aguililla calzada	0	1	1
Azor común	1	2	3
Búho real	13	21	34
Buitre leonado	0	2	2
Cernícalo vulgar	11	13	24
Halcón peregrino	0	1	1
Lechuza común	1	0	1
Ratonero común	2	0	2
Total	33	43	76

unos casos por el mayor tamaño de las primeras (Ferrer & Hiraldo, 1992), en otros casos por su comportamiento (Dawson & Mannan, 1994).

En nuestro caso, la predominancia de machos se observa sobre todo para el búho real (en otras especies el número de víctimas es similar en ambos sexos o el número de individuos sexados es muy pequeño) por lo

que podría existir una accidentabilidad diferencial en perjuicio de los machos. Sin embargo, otros factores pueden estar influyendo, como la relación de sexos y la supervivencia al accidente (es posible que las hembras sobrevivan más que los machos, Dwyer 2006, ver el siguiente apartado).

De las águilas reales cuyo año de nacimiento se conoce (n=8,), el 100% eran jove-



**Aguila-azor perdicera (*Aquila fasciata*)**



nes del año, inmaduros o subadultos (Tabla 4, Figura 11), sin embargo, estas clases de edad corresponderían aproximadamente sólo al 40% de la población (Aledo *et al.* coords. 2008). En el caso del buitre leonado tampoco encontramos ningún adulto electrocutado. Se ha descrito que las águilas reales jóvenes o inmaduras suelen sufrir electrocución con mayor frecuencia que las adultas (Lehman *et al.* 1999) debido principalmente a su mayor

tendencia a usar posaderos y su inexperiencia en el aterrizaje.

En el caso de otras especies que utilizan bastante los posaderos observamos tanto adultos como no adultos: búho real, azor común, culebrera europea y cernícalo vulgar. Este hecho es relevante ya que suelen ser los adultos los individuos más “valiosos” para la conservación de las especies de vida media o larga.

**Tabla 4. Número de aves, por especies y edad, víctimas de electrocución en la Región de Murcia (2003-2009). Todas las fuentes. Códigos de edad EURING, hace referencia al año calendario en que nació el ave y no a su edad natural: edad 1A = ave nacida el año en curso; edad 1A+ = ave al menos en su primer año calendario (edad desconocida); edad 2A = ave en su segundo año calendario; edad 2A+ = ave al menos en su segundo año calendario, etc. Ver Tabla 12 en Glosario.**

Especie	CÓDIGO EURING											Total
	AÑO DE CALENDARIO											
	2 1A+	3 1A	4 2A+	5 2A	6 3A+	7 3A	8 4A+	9 4A	A 5A+	B 5A	C 6A+	
Águila pescadora		1	1									2
Águila real	2	3	2	4		1						12
Águila-azor perdicera		3				1					2	6
Aguililla calzada		5	2	2	1							10
Azor común		3	1	4	1		1					10
Búho real	25	10	12	11	2	2	2	2	1	2	2	71
Buitre leonado	3	5	1	7		1						17
Cernícalo vulgar	4	2	5	12	10							33
Corneja negra	1		2									3
Cuervo	1											1
Culebrera europea	2	1	5	3	3							14
Estornino negro		1										1
Estornino pinto		1										1
Grajilla	6		2	3								11
Halcón peregrino		1		1								2
Lechuza común				1								1
Mochuelo europeo	1											1
Ratonero común	3		4	4								11
Urraca			1									1
Vencejo común	1											1
<b>Total</b>	<b>49</b>	<b>36</b>	<b>38</b>	<b>52</b>	<b>17</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>209</b>



**Figura 11.** La determinación de la edad fue posible en algunos casos por el estudio del plumaje. Arriba, águila real joven; centro, detalles de plumaje de águila real en su tercer año calendario (euring 7); abajo izquierda, cernicalo vulgar al menos en su tercer año calendario (euring 6); abajo derecha, cernicalo vulgar joven (código euring 3).

**Tabla 5. Número de animales ingresados vivos y cadáver en el Centro de Recuperación de Fauna Silvestre El Valle, tipo de accidente y sexo, así como encontrados en los recorridos sistemáticos de líneas eléctricas (2001-2009). \* se añade una hembra no llevada al CRFS. \*\* se añade 5 machos no llevados al CRFS.**

	Electrocución	Colisión	Hembras	Machos
Ingresados con vida en CRFS	141	12	16	17
Ingresados cadáver en CRFS	189	0	17*	26**
Hallados con vida, recorridos sistem.	1	0	1	0
Hallados cadáver, recorridos sistem.	141	0	1	3

### **Animales vivos vs. cadáveres. Recuperación y supervivencia**

Casi la mitad de los ingresos en el CRFS por electrocución fueron animales vivos (Tabla 5), contradiciendo la creencia de que la mayoría de las electrocuciones causan una muerte inmediata (Figuras 12 y 13). Estos animales son recogidos por particulares que los encuentran decaídos, andando por el suelo, incluso después de varios días, y los entregan a las clínicas veterinarias o a las autoridades, ingresando finalmente en el CRFS.

La mayoría muere en pocos días, otros en varias semanas, tras una agonía lenta y dolorosa, contribuyendo al aumento del sufrimiento animal. Por este motivo, en muchas ocasiones los animales deben ser eutanasiados, si no se prevé su mejoría.

La recuperación de aves electrocutadas es muy infrecuente pero posible, ejemplo de ello fue la liberación de un águila imperial ibérica en Ciudad Real (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, Junta de Castilla-La Mancha,

2009). La frecuencia de recuperación es aproximadamente de un ave al año (Silvia Villaverde Morcillo com. personal).

Sin embargo, poco se sabe de la supervivencia de aves electrocutadas en el medio natural. En la Región de Murcia, conocemos al menos dos casos de águila-azor perdicera que ingresaron en el CRFS (con vida) por otras causas (disparo y desarrollo de un tumor respectivamente) pero presentaban además síntomas de electrocución; ambas eran hembras. Dawyer (2006), encontró que de 85 busardos de Harris capturados y examinados, 7 presentaron heridas por descargas eléctricas y otros 7 presentaron heridas que podrían haber tenido esta causa. Se desconoce porqué y cómo algunas aves pueden sobrevivir a una descarga eléctrica.

No se registró ninguna colisión con entrada de animales muertos, sin embargo se registraron 12 entradas por colisión con cables, todos vivos. En los recorridos sistemáticos no se encontró ninguna víctima por colisión. Los accidentes por colisión son difíciles de detectar ya que las causas siempre



**Figura 12.** Sendas águilas-azor perdiceras ingresadas por electrocución en el Centro de Recuperación de Fauna Silvestre El Valle, ninguna de ellas pudo ser recuperada. Izquierda, águila nacida ese mismo año, encontrada en el término municipal de Murcia; derecha, águila adulta, encontrada en el término municipal de Mazarrón.



**Figura 13.** Intentando capturar un búho real electrocutado encontrado durante los recorridos sistemáticos de líneas eléctricas en la pedanía de Los Ramos, Murcia.

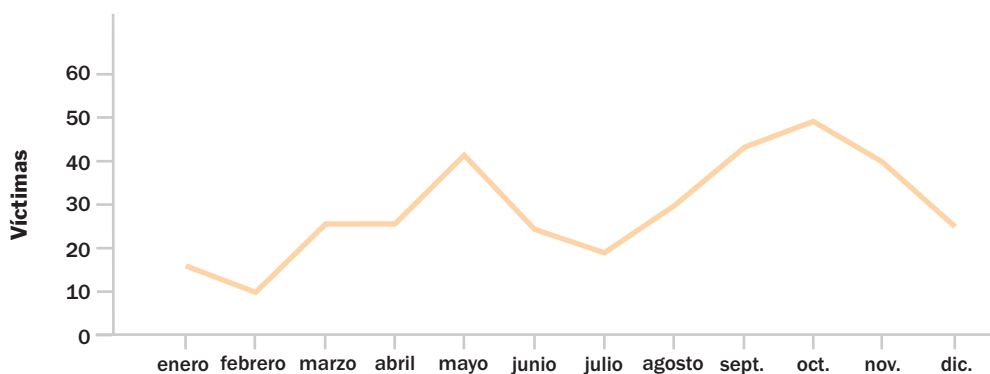


son circunstanciales (hallazgos bajo tendidos, pero las víctimas pueden aparecer lejos de estos) y no físicas (los traumatismos pueden producirse por muchas causas).

### Fenología

En la distribución anual de los ingresos en el CRFS de animales accidentados con tendidos eléctricos, se observan sendos picos al final de la primavera y principios del otoño (Gráfico

1). En el primer pico se trata sobre todo de individuos reproductores, principalmente rapaces sedentarias como búhos reales y cernícalos vulgares, aunque también hay algunos pollos de búho real electrocutados poco después de dejar el nido. En el pico de otoño aparecen más jóvenes del año, en dispersión como buitres leonados (Figura 14) y águilas-azor perdiceras, o en migración, como aguilillas calzadas y culebreras europeas.



**Gráfico 1. Distribución anual de los ingresos en el Centro de Recuperación de Fauna Silvestre El Valle por accidentes en tendidos eléctricos, años 2002-2008. Se omiten las entradas por los recorridos sistemáticos de líneas eléctricas.**





**Figura 14.** En este apoyo de Carrascoy se encontraron cinco buitres leonados electrocutados en octubre de 2008 (tres jóvenes del año, uno de segundo año y otro de edad desconocida). Posteriormente se encontraron los restos de otros cuatro jóvenes de buitre en otro apoyo cercano, se trataba probablemente de individuos en dispersión.

### **Características de los apoyos y su entorno**
















La mayoría de los resultados que se muestran a continuación provienen de los recorridos sistemáticos de la Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) Monte el Valle y Sierras de Escalona y Altaona, T. M. Murcia, y la ZEPA Sierra del Gigante-Pericay, Lomas del Buitre-Río Luchena y Sierra de la Torre-cilla, T. M. Lorca, en el marco de varios trabajos que realiza la Dirección General de Patrimonio Natural y Biodiversi-

dad desde 2003 para evaluar la peligrosidad de tendidos eléctricos, así como en el Proyecto LIFE “Corrección de tendidos eléctricos peligrosos en ZEPA de la Región de Murcia”. En caso de usar otras fuentes, se indica.

### ***Diseño del armado***

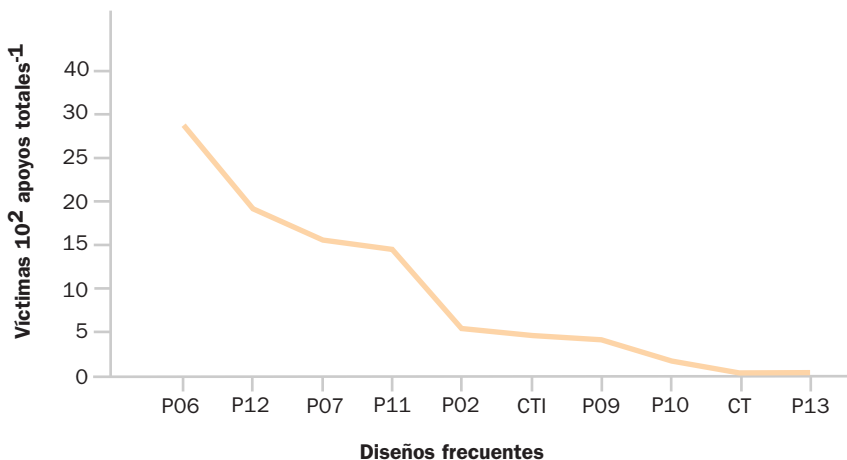
El diseño de los apoyos, además del hábitat que ocupan y su posición geográfica, son las variables del tendido que más influyen en su peligrosidad (Bevanger 1994, Mañosa 2001).

Tabla 6. Diseños más frecuentes de armado (1 < Un ≤ 30) en ZEPA de la Región de Murcia. Basado en VVAA 1995, con modificaciones (ver Glosario).

Diseño			
<b>P06</b>			
<b>P12</b>			
<b>P07</b>			
<b>P11</b>			
<b>P02</b>			
<b>CTI</b>			
<b>P09</b>			
<b>P10</b>			
<b>CT</b>			
<b>P13</b>			

**Tabla 7. Número de víctimas, apoyos con víctimas, apoyos totales y peligrosidad relativa (víctimas 10<sup>2</sup> apoyos totales<sup>-1</sup>) de los distintos diseños de armado (Tabla 6) encontrados en los recorridos sistemáticos de líneas en la ZEPA Sierra del Gigante-Pericay, Lomas del Buitre-Río Luchena y Sierra de la Torrecilla y ZEPA Monte El Valle y Sierras de Escalona y Altaona. Se indica además el número de cadáveres de otras fuentes encontrado en toda la Región de Murcia.**

Diseño	Víctimas	Apoyos con víctimas	Apoyos totales	Víctimas 10 <sup>2</sup> apoyos totales <sup>-1</sup>	Víctimas otras fuentes
P06	18	10	64	28,13	11
P12	13	11	70	18,57	26
P07	47	33	289	16,26	36
P11	14	10	97	14,43	9
P02	12	9	210	5,71	2
CTI	3	3	62	4,84	38
P09	3	3	75	4,00	5
P10	3	3	128	2,34	25
CT	0	0	21	0,00	0
P13	0	0	32	0,00	0
Otros	0	0	25	0,00	2
Total	113	82	1073		154



**Gráfico 2. Peligrosidad relativa de los diseños de armado más frecuentes según las víctimas y apoyos encontrados en recorridos sistemáticos de las líneas eléctricas de la ZEPA Sierras de Gigante-Pericay, Lomas del Buitre-Río Luchena y Sierra de la Torrecilla y la ZEPA Monte El Valle y Sierras de Escalona y Altaona.**

Las aves normalmente se posan en la parte superior del armado, aunque pueden hacerlo en cualquier punto, por lo que aquellos apoyos con conductores por encima de las cruces son los más peligrosos.

Los diseños más frecuentes encontrados en ZEPA de la Región así como su descripción se muestran en la Tabla 6 y el Glosario res-

pectivamente. El número de víctimas, apoyos con víctimas, apoyos totales y peligrosidad relativa (víctimas por apoyo, multiplicado por 100) de los distintos diseños de armado se muestran en la Tabla 7 y Gráfico 2.

El diseño que más víctimas acumuló fue el P06 (las tres fases en un solo plano con aisladores rígidos) muchos con doble aislador rígi-



**Figura 15. Apoyo fin de línea CTI donde se electrocutó un búho real en Alhama de Murcia. Es posible que los cadáveres en estos apoyos aparezcan con menos frecuencia en los recorridos sistemáticos de líneas ya que son retirados por la empresa de mantenimiento, a veces el mismo día del accidente.**

do, seguidos por P12, P07 y P11, todos con aisladores o puentes por encima de las cruce-tas. Estos diseños se consideran muy peligrosos y su instalación está prohibida en las zonas de protección que establece el R.D. 1432/08.

Con una peligrosidad moderada se encuentran las bóvedas con cadenas de suspensión o de amarre, P02 y P09, así como los CTI (centros de transformación intemperie). Este último diseño, en realidad hace mención a su función, pudiendo

tener o no elementos en tensión por encima de la cruceta principal.

Los P10, CT (centros de transformación no intemperie) y P13 causaron mortalidades bajas o nulas. No obstante, es posible que las víctimas producidas en CTI (Figura 15) y apoyos de protección y/o maniobra P10, estén subestimadas en los recorridos sistemáticos al tratarse de apoyos más visitados (cercanía a las casas, mantenimiento) siendo retirados los cadáveres por particulares u



**Tabla 8. Función, fuste, hábitat, titular y prominencia de apoyos y víctimas encontrados en los recorridos sistemáticos de líneas eléctricas en la ZEPA Sierra del Gigante-Pericay, Lomas del Buitre-Río Luchena y Sierra de la Torrecilla y ZEPA Monte El Valle y Sierras de Escalona y Altaona. Se indica además el número de cadáveres de otras fuentes. Definiciones en el Glosario.**

	Apoyos	Víctimas	Víctimas apoyo <sup>1</sup>	Víctimas otras fuentes
<b>FUNCIÓN</b>				
Derivación	112	12	0,107	7
Fin de línea	101	4	0,040	40
Alineación (sin caden. amarre)	540	71	0,131	50
Ángulo o anclaje	232	25	0,108	39
Protección y/o maniobra	85	1	0,012	17
<b>FUSTE</b>				
Metálico	920	112	0,122	147
Hormigón	101	0	0,000	0
Madera	52	1	0,019	0
<b>HÁBITAT</b>				
Secano herbáceo y cult. abandon.	123	20	0,163	15
Balsas y cauces	8	1	0,125	18
Bosque	128	12	0,094	7
Urbano, casas y carreteras	272	6	0,022	6
Cultivos regadío	65	5	0,077	16
Cultivo secano arbóreo	59	0	0,000	1
Ecotonos	253	26	0,103	50
Matorral	165	43	0,261	28
<b>TITULAR</b>				
Iberdrola	730	39	0,053	66
CHS	210	32	0,152	17
Particular	118	12	0,102	18
<b>PROMINENCIA</b>				
Prominentes	80	13	0,163	36
No prominentes	217	17	0,078	44

operarios (en ocasiones estos accidentes son registrados, como refleja la columna *Víctimas otras fuentes* de la Tabla 7).

### **Función, fuste, hábitat, titular y prominencia**

La peligrosidad de los apoyos está determinada por otras variables, sobre todo el hábitat que ocupan y la abundancia de aves en la zona. Estas variables suelen estar relacionadas entre sí, por ejemplo, los apoyos con prominencia en el terreno suelen tener función de ángulo o anclaje y, a su vez, no suelen ser de madera.

El conocimiento de la influencia de las distintas variables, así como los requerimientos de hábitat de las distintas especies de aves permitiría desarrollar modelos predictivos que identifiquen apoyos potencialmente peligrosos para priorizar su remodelación.

La función, fuste, hábitat, titular y prominencia de apoyos y víctimas de recorridos sistemáticos de líneas eléctricas en la ZEPA Sierra del Gigante-Pericay, Lomas del Buitre-Río Luchena y Sierra de la Torrecilla y ZEPA Monte El Valle y Sierras de Escalona y Altaona se muestra en la Tabla 8. Se indica además el número de cadáveres de otras fuentes.

**Función:** el mayor número de víctimas por apoyo lo concentraron los apoyos de alineación, en su mayoría apoyos con aisladores rígidos, muchos de ellos de seguridad con doble aislador rígido, seguidos de los apoyos de ángulo o anclaje y apoyos con derivaciones que obtuvieron tasas similares de peligrosidad y por último los apoyos de protección y/o manobra. Esta variable parece menos importante que otras, como el diseño del armado.

**Fuste:** Sólo 1 de los 113 cadáveres se encontró en apoyo con fuste de madera, y ninguno en apoyos con fustes de hormigón, a pesar de que casi un 15% de los apoyos eran de madera u hormigón. Ningún apoyo de madera tenía toma de

tierra, mientras que en el caso de los apoyos de hormigón no pudo ser determinado.

**Hábitat:** el hábitat que concentra más víctimas es el matorral, seguido de los cultivos de secano herbáceos y cultivos abandonados, las balsas de riego o cauces, los ecotonos (límite entre dos o más hábitats, ver Glosario), el bosque, los cultivos de regadío (sobre todo cítricos) y los hábitats urbanizados, por este orden (Figura 16). El cultivo de secano arbóreo, como los almendros, no ofreció ninguna víctima, sin embargo estuvo presente en muchos de los ecotonos donde se encontraron víctimas.

**Titular:** aunque el mayor número de víctimas aparece en apoyos de Iberdrola, sus



Figura 16. Los apoyos presentes en hábitats ricos en presas, como el matorral (izquierda), así como los que ocupan una posición dominante en el paisaje (derecha) concentran las víctimas por electrocución.

líneas son más seguras que las de otros propietarios. Normalmente las líneas eléctricas de estos propietarios tienen diseños más antiguos que presentan elementos en tensión por encima de las crucetas, mientras que Iberdrola ha desechado estos elementos en sus proyectos tipo. Por otro lado, las líneas de la Confederación Hidrográfica del Segura frecuentemente discurren por hábitats naturales o cerca de cauces, donde existe una mayor concentración de aves (ver apartado *Corrección de líneas eléctricas 2003-2009*).

**Prominencia:** una posición dominante en el terreno (mayor campo de visión, ver Glosario) puede inducir a un ave a preferir este apoyo para posarse. En nuestro caso, la peligrosidad de los apoyos prominentes fue aproximadamente doble a

la de los no prominentes. Figura 16.

### Tasas de electrocución

En el proyecto LIFE mencionado se incluye una acción para evaluar la efectividad de la corrección de tendidos eléctricos para evitar la electrocución. En 7 sectores de líneas eléctricas evaluados mediante recorridos periódicos, las tasas de mortalidad previa a las correcciones variaron entre 0,00 y 0,48 víctimas por apoyo y año (Tabla 9), con especies como águila real, búho real o azor común. Hay que decir que los cadáveres no son contabilizados en su totalidad ya que suelen ser retirados por zorros y perros, así como los propietarios de las líneas, autoridades o propietarios de terrenos, por lo que las tasas de mortalidad indicadas son mínimas.

**Tabla 9. Tasas de electrocución para siete sectores de líneas eléctricas en la ZEPA Monte El Valle y Sierras de Escalona y Altaona y ZEPA Sierra del Gigante-Pericay, Lomas del Buitre-río Luchena y Sierra de la Torrecilla. (\*) En este sector se encontraron apoyos ya corregidos.**

Sector	ZEPA	Víctimas año <sup>-1</sup>	Víctimas km <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>	Víctimas apoyo <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>
Granja porcina	Valle	12	6,079	0,4800
Finca Riquelme	Valle	2	1,564	0,1250
Ginovinos	Valle	4	0,689	0,0870
Cerca de Arriba (*)	Valle	0	0,000	0,0000
Los Ramos	Valle	8	2,034	0,1702
Solana del Cerrillar	Valle	4	2,766	0,3333
Vílloras	Valle	1	0,235	0,0294
Carretera de Puentes	Gigante	8	2,611	0,3333
Embalse de Puentes	Gigante	8	2,761	0,3333
Castillo de Lorca	Gigante	0	0,000	0,0000

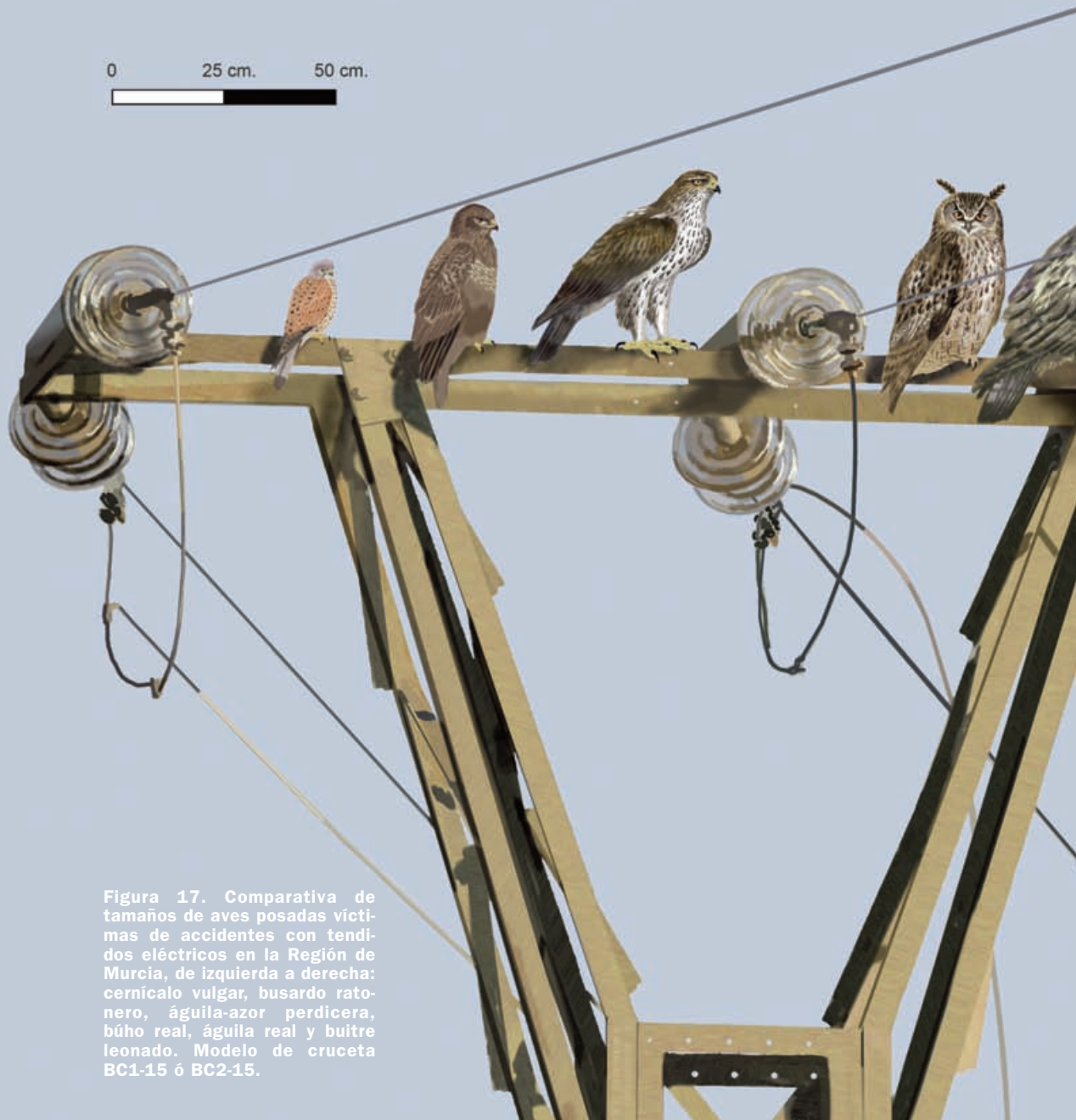


Figura 17. Comparativa de tamaños de aves posadas víctimas de accidentes con tendidos eléctricos en la Región de Murcia, de izquierda a derecha: cernícalo vulgar, busardo ratonero, águila-azor perdicera, búho real, águila real y buitre leonado. Modelo de cruceta BC1-15 ó BC2-15.





## Avances realizados

### *Capítulo 2*

Se exponen a continuación una serie de avances realizados para minimizar el impacto de las líneas eléctricas en la biodiversidad: estudios, corrección de apoyos, balizamiento de vanos, soterramiento de líneas, sensibilización del público, desarrollo de legislación, etc.

#### **Corrección de líneas eléctricas 2003-2009**

Entre el año 2003 y marzo de 2009, la actual Dirección General de Patrimonio Natural y Biodiversidad (DGPNB), ha participado (y financiado en parte) en la corrección de líneas eléctricas (o soterramiento de nuevas) para la protección de la avifauna por importe aproxi-

**Tabla 10. Inversiones ejecutadas en líneas eléctricas por, o en colaboración de, la Dirección General de Patrimonio Natural y Biodiversidad, para evitar electrocución y colisión de la avifauna entre los años 2003 y 2009 (hasta marzo). LIFE: instrumento financiero para el medio ambiente de la Unión Europea; DGMN: Dirección General del Medio Natural (actual DGPNB); REE: Red Eléctrica de España; CHS: Confederación Hidrográfica del Segura; FEADER: fondo europeo agrícola de desarrollo rural.**

Actuación	Financia (colabora)	Inversión
Corrección de 86 apoyos en 3 líneas de 3ª cat. ZEPA Almenara	LIFE, DGMN, Iberdrola	60.644,00 €
Balizamiento de 10 km línea de 440 kV. ZEPA Almenara	LIFE, DGMN, REE	80.671,00 €
Corrección de 79 apoyos línea Puentes-Valdeinf. (Lorca)	CHS (DGMN)	72.116,80 €
Corrección de 30 apoyos Parque Regional Sierra Espuña	DGMN	38.697,00 €
Soterramiento electrificación rural ZEPA Estepas de Yecla	FEADER, DGMN	398.797,00 €
Corrección de 243 apoyos ZEPA Espuña y ZEPA Gigante	LIFE, Iberdrola, DGPNB	364.014,33 €
Total		1.014.940,13 €



**Figura 18. Izquierda: balizamiento con espirales salvapájaros de los cables de tierra en la línea Litoral-Asomada que atraviesa la ZEPA Sierra de Almenara, Moreras y Cabo Cope para aumentar su visibilidad por el águila-azor perdicera (en peligro de extinción, Ley 7/1995 de Fauna Silvestre). Derecha: electrificación rural, línea soterrada a su paso por la ZEPA Estepas de Yecla, para proteger a la avutarda común (en peligro de extinción, Ley 7/1995 de Fauna Silvestre).**

mado de un millón de euros (Tabla 10, Figura 18). La financiación ha sido aportada además por fondos europeos, Iberdrola Distribución S.A.U., Red Eléctrica de España y Confederación Hidrográfica del Segura. Los

apoyos corregidos se seleccionaron en base a la evaluación de la peligrosidad de las líneas eléctricas para la avifauna que se viene realizando en ZEPA por la DGPNB, contando ya con 9 ZEPA evaluadas.



**Figura 19.** Corrección de apoyos con medidas antielectrocución por el Proyecto LIFE de tendidos eléctricos. Izquierda y centro, reubicación y aislamiento de elementos del armado, línea eléctrica propiedad de Iberdrola en el entorno del Embalse de Puentes, Lorca (ZEPA Gigante). Derecha: la sustitución de apoyos a veces es necesaria en el caso de que los antiguos fustes no soporten la nueva cruceta, línea de particular (ZEPA España).

## Proyecto LIFE 2007-2010

### *Inversión y corrección de tendidos eléctricos*

La DGPNB es beneficiaria de un proyecto europeo LIFE que supondrá la mayor inversión en nuestra Región en corrección de tendidos eléctricos para la protección de la avifauna hasta la fecha. Con un presupuesto de 1.826.559 €, de los que 1.223.169 € están destinados a medidas antielectrocución en apoyos peligrosos en el ámbito de cinco ZEPA (Figura 19), tanto de Iberdrola como de particulares (ver grado de ejecución en Tabla 10). En el caso de apoyos propiedad de particulares (sociedades de transformación agraria,

granjas, etc) las obras no tienen coste alguno para estos, obteniendo en cambio una sustancial mejora del servicio y mantenimiento de su línea.

La participación de Iberdrola es imprescindible en el proyecto ya que es la distribuidora de energía eléctrica principal en al Región de Murcia, aportando en esta ocasión el 20% de la financiación del proyecto. El resto de financiación es aportado en un 50 % por los fondos LIFE y el 30 % por el Gobierno Regional. Iberdrola lleva colaborando con este último en la aplicación de medidas correctoras para la protección de las aves desde el año 2003, entonces en el proyecto LIFE para la conservación del águila-azor perdicera (Tabla 10).



**Figura 20. Acciones de divulgación en el proyecto LIFE. Arriba izquierda: II Curso sobre líneas eléctricas y protección de la avifauna; arriba derecha: reunión formativa para la correcta colocación de materiales aislantes; abajo izquierda: reunión informativa con propietarios de líneas eléctricas en la ZEPA Sierra Espuña; abajo derecha: reunión con alumnos del I.E.S. Mariano Baquero de Murcia y la asociación ADESGA en la ZEPA El Valle.**

### **Disminución de la mortalidad y aumento de la sensibilización**

Además, el proyecto LIFE contempla una acción específica para evaluar el éxito de las correcciones en términos de reducción de la mortalidad. Los resultados preliminares son excepcionales: en dos sectores de líneas eléctricas ya corregidos (Carretera de Puentes y Embalse de Puentes, Tabla 9) la mortalidad ha descendido de 0,33 víctimas por apoyo y año a 0 víctimas por apoyo y año.

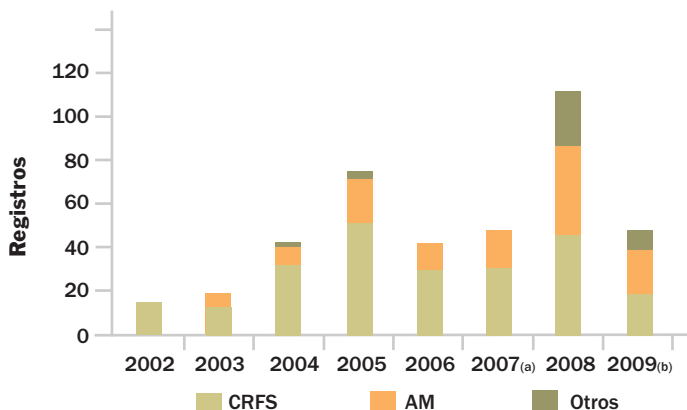
Debido al buen resultado de las medidas antielectrocución implementadas, tanto antes como durante el proyecto, varias empresas mantenedoras e instaladoras eléctricas han incorporado por propia iniciativa las medidas antielectrocución para evitar incidencias en los transformadores y líneas eléctricas de sus clientes,

observando una disminución de los fallos en el servicio y del mantenimiento.

Por otra parte, el proyecto contempla acciones de divulgación y sensibilización: cursos de formación, edición de material divulgativo, elaboración de una página web, reuniones con la población local, ONG, empresas instaladoras eléctricas, colegios profesionales, etc. (Figura 20).

Estas acciones también han tenido una gran acogida y han dado ya resultados: aumento de la formación de técnicos y ambientalistas, una mejor opinión acerca de la Red Natura 2000 por parte de propietarios de líneas y terrenos, aumento del reporte de accidentes (Gráfico 3), etc.

Algunos propietarios de líneas eléctricas o terrenos no suelen notificar el hallazgo de cadáveres de aves e incluso pueden ocultarlos por temor a posibles repercusiones. Con el proyecto LIFE ha aumentado el grado de



**Gráfico 3. Casos reportados de accidentes de animales por tendidos eléctricos en los últimos años (se excluyen recorridos sistemáticos de líneas). AM: agentes medioambientales y SEPRONA. (a) El proyecto LIFE comenzó en 2007, (b) el año 2009, sólo hasta junio. El proyecto LIFE anima a la población a reportar los accidentes, también estableció un protocolo de actuación para Agentes Medioambientales.**

información de estas personas, que incluso informan de accidentes en el pasado (se verifica por fotografías u otros) y lo siguen haciendo posteriormente.

A su vez, gracias al proyecto LIFE, se ha establecido un protocolo de actuación para los Agentes Medioambientales en caso de hallazgo de animales accidentados en líneas eléctricas y otras infraestructuras como balsas, carreteras o vallados, que ha resultado en un aumento de la cantidad y calidad de la información aportada.

El proyecto también incluye el desarrollo de legislación (ver apartado Proyecto de decreto regional) que en este caso establece normas adicionales al Real Decreto 1432/2008 para la Región de Murcia.

### **Real Decreto 1432/2008**

En septiembre pasado se publicó el Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto,

por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión (R. D.). Constituye la legislación básica para tratar esta problemática a partir de la cual las comunidades autónomas pueden establecer medidas adicionales, aunque, hasta la fecha, siete comunidades autónomas ya cuentan con decretos aprobados anteriormente.

El R. D. establece las prescripciones técnicas que deben cumplir las nuevas líneas eléctricas aéreas de alta tensión con conductores desnudos (así como las ampliaciones o modificaciones de las existentes) para la protección de la avifauna. En zonas de protección, establece el marco de adecuación a estas prescripciones técnicas para las líneas existentes.

El R. D. ha supuesto un gran avance para la solución de la electrocución y colisión de



aves en líneas eléctricas, sin embargo, presenta algunas limitaciones, la principal es que sólo se aplica en determinadas zonas de protección. Por otra parte, las medidas anticolidión en líneas existentes son voluntarias, y sólo para aquellas incluidas en un inventario realizado por cada comunidad autónoma, de líneas eléctricas aéreas de alta tensión que provocan una significativa y contrastada mortalidad por colisión, de aves incluidas en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial, particularmente las incluidas en el Catálogo Español de Especies Amenazadas. Por último, el R. D. no hace referencia al soterramiento de líneas eléctricas, ni a las características del trazado de nuevas líneas.

Las zonas de protección las constituyen a los efectos del R. D. las Zonas de Especial Protección para las Aves, los ámbitos de aplicación de los planes de recuperación y conservación de aves incluidas en el Catálogo Español de Especies Amenazadas o en los catálogos autonómicos y las áreas prioritarias de reproducción, alimentación, dispersión y concentración local de aquellas especies de aves incluidas en el Catálogo Español de Especies Amenazadas, o en los catálogos autonómicos. Estas últimas “áreas prioritarias” deben ser publicadas por cada comunidad autónoma en el plazo de un año.

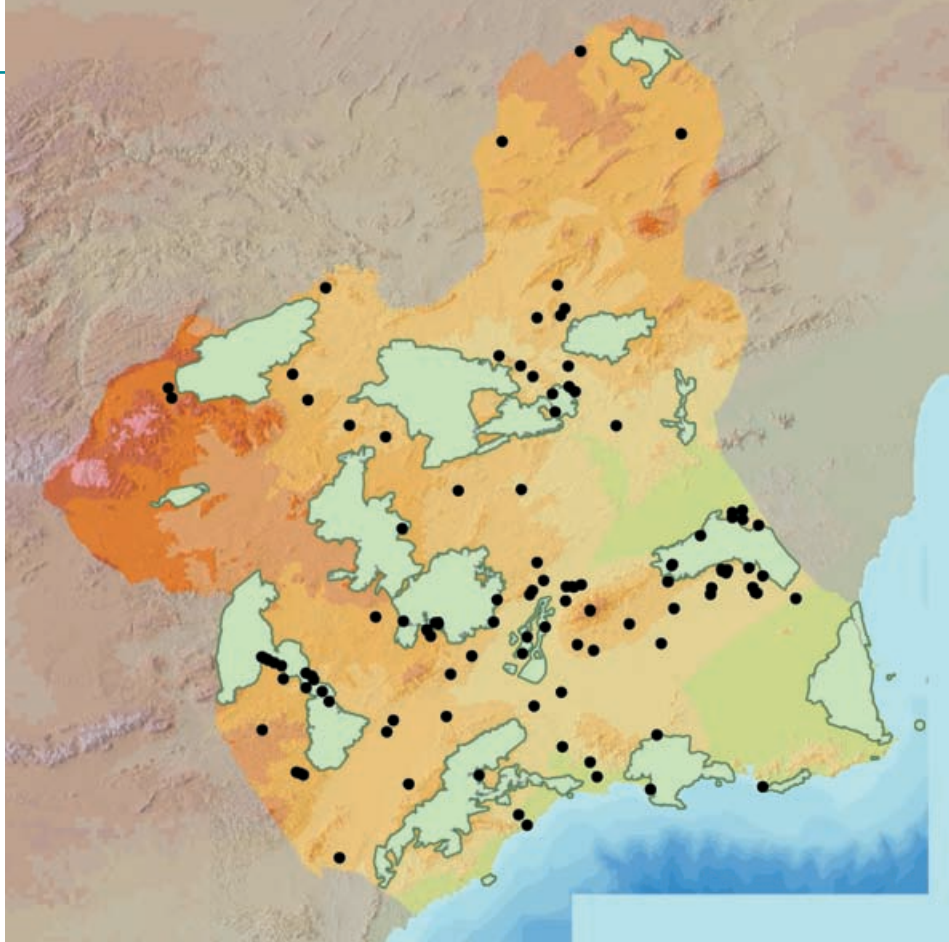
La comunidad autónoma debe determinar y comunicar a los titulares las líneas

eléctricas ubicadas en las zonas de protección que no se ajusten a las citadas prescripciones técnicas. Los titulares de las líneas que hayan recibido la comunicación correspondiente deben presentar el proyecto de adecuación en el plazo de un año desde la comunicación.

Por último, destacar que establece el contenido de los proyectos, así como unas prescripciones respecto al mantenimiento de las líneas para evitar molestias a la reproducción de aves nidificantes, y, sobre todo, crea un plan de inversiones a través del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, para acometer la financiación total de las adaptaciones citadas anteriormente (así como la de las líneas que todavía no tienen acta de puesta en servicio), en un plazo de cinco años desde la entrada en vigor del R. D.

## **Proyecto de Decreto regional**

Actualmente se encuentra en trámite de aprobación el proyecto de Decreto por el que se establecen normas adicionales de carácter técnico aplicables a las instalaciones eléctricas aéreas de alta tensión con objeto de proteger la avifauna y atenuar los impactos ambientales. Este proyecto es el resultado del trabajo de una comisión mixta formada por personal de la administración regional con competencias en medio ambiente y energía.



**Figura 21.** Zonas de Especial Protección para las Aves (en verde claro) de la Región de Murcia y apoyos causantes de muertes por electrocución de aves (puntos negros, se omiten recorridos sistemáticos de líneas). Sólo el 13% de ellos están en ZEPA (Tabla 11), por este motivo, según el proyecto de decreto regional, se aplicarían prescripciones técnicas a todo el territorio regional, además de incrementar las zonas de protección con prescripciones especiales.

El proyecto de Decreto establece normas adicionales al Real Decreto 1432/2008, además de tratar la prevención de otros impactos ambientales como afección a los hábitats de interés comunitario o el paisaje. Podemos decir que se asemeja más a los últimos decretos publicados por otras comunidades autónomas, ampliando el ámbito de aplicación y las prescripciones técnicas.

Por tanto, el ámbito de aplicación se amplía a todo el territorio regional (para instalaciones eléctricas aéreas de tensión nominal superior a 1kV), Figura 21, Tabla 11, siendo las prescripciones técnicas diferentes según

**Tabla 11.** Porcentaje acumulado de apoyos causantes de víctimas según su distancia a ZEPA (se omiten los recorridos sistemáticos de líneas).

Distancia a ZEPA (m)	Apoyos con víctimas (acumulado)
0	13,33 %
0 - 500	31,67 %
0 - 1500	48,33 %
Todas	100,00 %

las instalaciones estén ubicadas o no en zonas de protección. Estas prescripciones técnicas serían algo más restrictivas, sobre todo en las zonas de protección, por ejemplo en lo que se refiere a distancias permitidas entre zonas de posada de los apoyos y elementos en tensión.

También se amplían las zonas de protección, entre otras, a toda la Red Natura 2000 (no sólo ZEPA) y los Espacios Naturales Protegidos, contempla unos criterios de diseño de carácter general donde sí se hace referencia al trazado de las nuevas líneas, y aparece el soterramiento, aunque sólo como recomendación, para la protección de la avifauna.

Por otra parte, y visto que gran parte de las líneas causantes de muertes de aves se sitúan fuera de zonas de protección, se crea la figura de Instalación de Alta Peligrosidad para la Avifauna, donde se recogerán aquellas líneas que han supuesto un significativo riesgo para las aves, para la seguridad pública o para garantizar el suministro eléctrico; estableciéndose los plazos y mecanismos para su corrección. Se priorizarán aquellos apoyos o tramos que hayan causado víctimas dado que estos accidentes suelen ser recurrentes y es previsible que se repitan en el futuro (Gráfico 4).



**Gráfico 4. Reincidencia de apoyos con víctimas encontradas durante los recorridos sistemáticos de líneas eléctricas. Apoyos reinicidentes son apoyos con más de una víctima. Una parte importante de las víctimas (el 22%) se encontraron en apoyos con accidentes previos.**

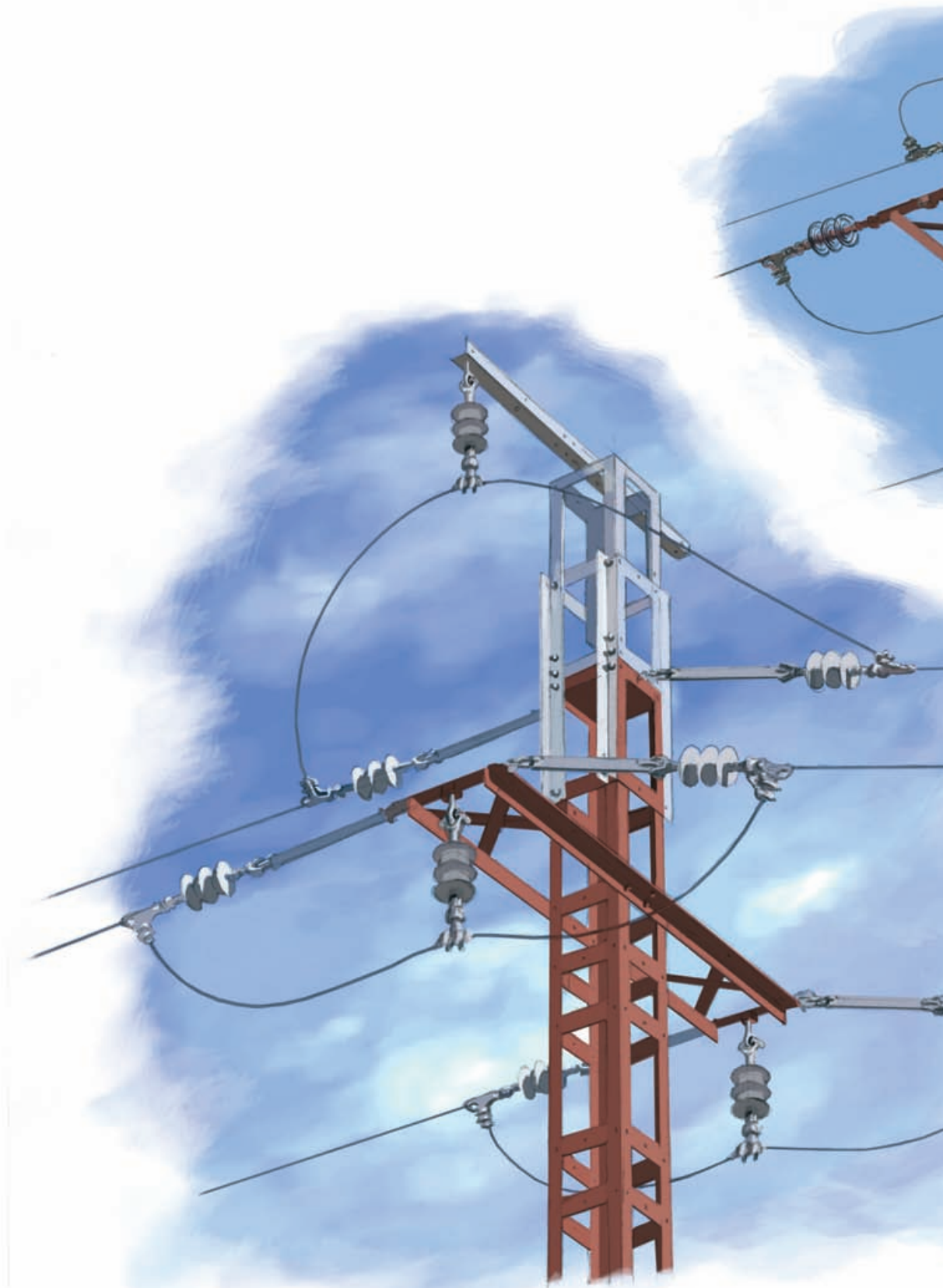
Se establecen marcos de colaboración con compañías eléctricas y propietarios, así como la dotación de presupuestos anuales por parte de la administración ambiental para la adecuación de Instalaciones de Alta Peligrosidad para la Avifauna.

Otra novedad la constituye el establecimiento de una vigilancia y seguimiento de las actuaciones con el fin de evaluar la efectividad de las medidas.

## **Otras actuaciones**

---

Actualmente, las autorizaciones ambientales para ejecución de proyectos de nuevas líneas eléctricas en el medio natural, así como las Declaraciones de Impacto Ambiental e Informes de Afección a Red Natura 2000 en su caso, incluyen en su condicionado prescripciones técnicas para la protección de la avifauna y otros valores del patrimonio natural. Además, en las medidas compensatorias establecidas para otros proyectos con impacto sobre la avifauna, como autovías, incluyen correcciones de tendidos eléctricos.







**Figura 22. Solución antielectrocución para apoyo de amarre en montaje “1” y puente flojo central con aislador rígido.**

## Soluciones técnicas para LAT existentes

### Capítulo 3

Las soluciones que se proponen a continuación, cumplen con las prescripciones técnicas para la corrección de apoyos dentro de las zonas de protección recogidas en el Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión. Estas soluciones son también válidas fuera de éstas zonas de protección si fuesen requeridas.

#### Frente a la electrocución

Los datos recopilados hasta el momento identifican a las líneas eléctricas con conductor desnudo y tensión nominal inferior a 66 kV, como las máximas respon-

sables de la muerte de aves por electrocución dentro de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. La principal peligrosidad de estos apoyos la confiere la presencia de elementos en tensión en posición dominante, seguido por la existencia de puentes de unión en apoyos con derivaciones, elementos de mando y/o protección y centros de transformación intemperie (CTI).

En términos generales, a la hora de realizar una corrección sobre un apoyo eléctrico existente, buscaremos reducir el riesgo de electrocución, principalmente, mediante el aumento de las distancias de separación entre los elementos en tensión y la zona de posada, aunque a veces sólo será posible aislar las partes en tensión con materiales eficaces.

Las 4 reglas básicas a la hora de corregir un apoyo eléctrico existente son:

- Reubicar.
- Modificar.
- Alejar.
- Aislar.

### Reubicar

En la corrección de apoyos con elementos en tensión en posición dominante como autoválvulas, puentes fijos, seccionadores tripolares, etc., se reubicarán dichos elementos a posiciones por debajo de la cruceta principal.

### Modificar

Cuando la reubicación no sea posible, se realizará un cambio de cruceta.

### Alejar

Las cadenas de amarre y suspensión deberán cumplir con unas distancias mínimas de separación entre el punto en tensión y la zona de posada. Para ello, se podrá aumentar el número de aisladores, utilizar herrajes de mayor longitud o emplear alargaderas, siempre y cuando el órgano competente en materia de medio ambiente no desaconseje su uso. En base a esto, las distancias que deben respetarse son:

- 1000 mm entre el punto en tensión más próximo de la cadena de amarre y el punto de anclaje de ésta.

- 600 mm entre el conductor y la zona de posada situada por encima de la cadena de suspensión.

### Aislar

En determinadas situaciones no es posible alejar los elementos en tensión de las zonas de posada, en cuyo caso es necesario recubrir con material aislante eficaz dichos elementos. Es el caso de los conectores de derivación, las palas y terminales de conexión, y los puentes de unión a derivaciones, elementos de mando y/o protección y centros de transformación intemperie (CTI).

Como ejemplo de aplicación de lo indicado, se presentan varios escenarios de corrección (nótese que las cifras de longitud indicadas en las siguientes figuras vienen expresadas en milímetros).

### Apoyos con autoválvulas

**Configuración de partida:** Apoyo de final de línea en montaje “0”, con centro de transformación intemperie (CTI) ubicado en el lado opuesto a la acometida y autoválvulas en posición dominante. Figura 23.

**Corrección propuesta:** Reinstalación de las autoválvulas sobre la carcasa del CTI, reubicación de CTI sobre el fuste en el mismo lado de la acometida. Instalación de alargaderas o elementos aisladores adicionales en cadenas de amarre. Recubrimiento con material aislante eficaz de las partes en tensión en: autoválvulas, terminales de conexión del CTI y puentes de unión, tal y como se indica en el dibujo (material aislante destacado en rojo), Figura 24. Una variante se muestra en la Figura 25.

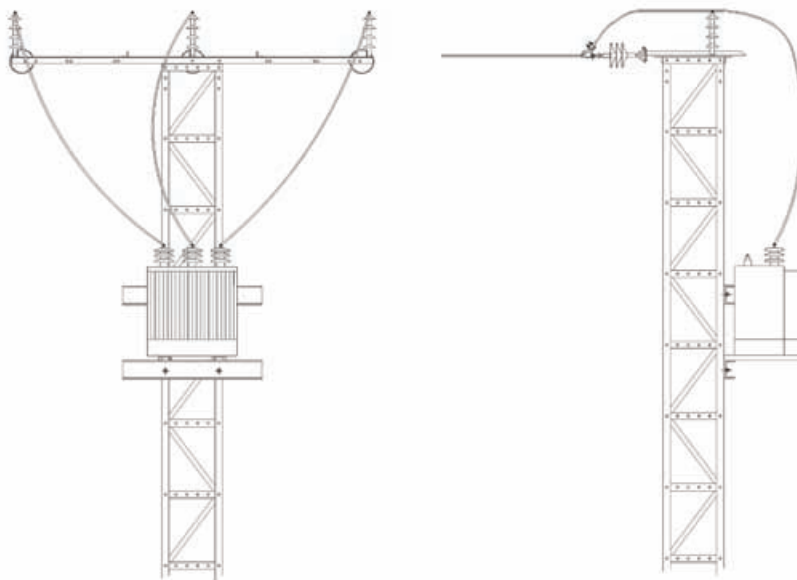


Figura 23. Configuración de partida. La presencia de autoválvulas y puentes de unión por encima de la cruceta principal, le confiere a este tipo de diseños un riesgo muy elevado de muerte por electrocución, debido a que estas zonas quedan muy accesibles para ser utilizadas como zona de posada.

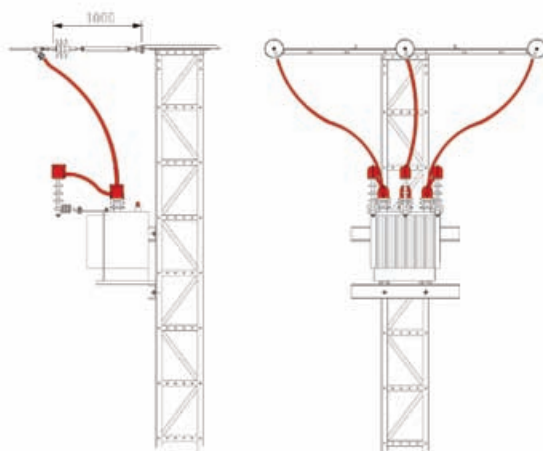


Figura 24. Corrección propuesta. Con el cambio de ubicación propuesto, se elimina el riesgo de electrocución sobre la cruceta principal. Se incluye el aislamiento de los puentes de unión, y de todos los terminales de conexión del CTI, para evitar el contacto fortuito con partes en tensión.

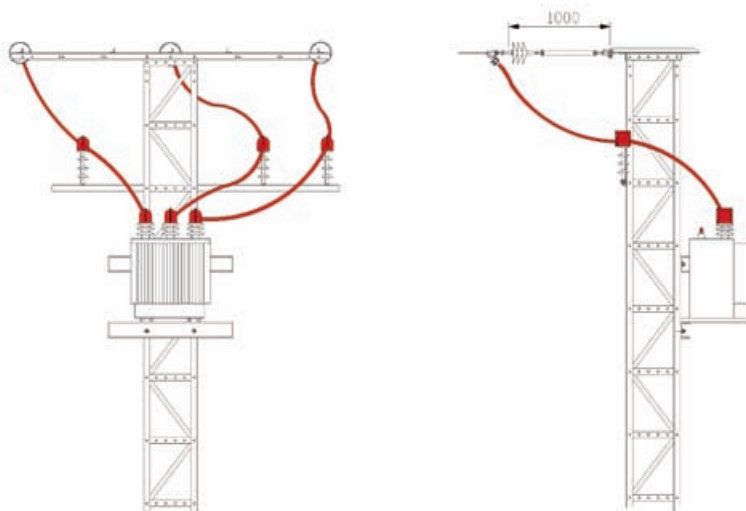


Figura 25. Variante. Instalación de travesaño adicional entre la cruceta principal y CTI, para la reubicación de autoválvulas, incluyendo el aislamiento de las partes en tensión antes mencionadas.

**Apoyos con puentes flojos por encima de la cruceta**

**A) Configuración de partida:** Apoyo de amarre en montaje "0" y puente flojo central con aislador rígido, Figura 26.

**Corrección propuesta para montaje "0":** Eliminación de aislador rígido e instalación de cadenas de suspensión. Instalación de alargaderas o elementos aisladores adicionales en cadenas de amarre. Figura 27.

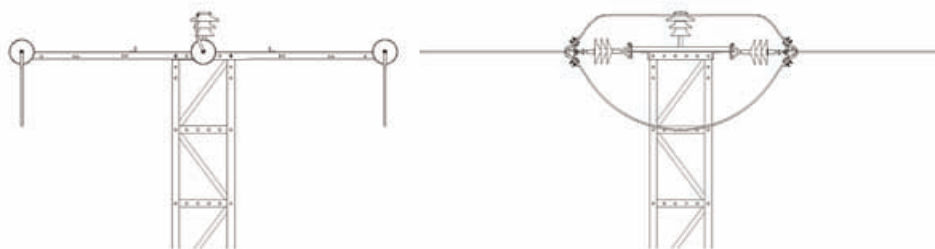


Figura 26. El empleo de aisladores rígidos sobre la cruceta principal, al igual que ocurría con las autoválvulas y sus puentes de unión, presenta un riesgo muy elevado de muerte por electrocución por ser zona de posada.

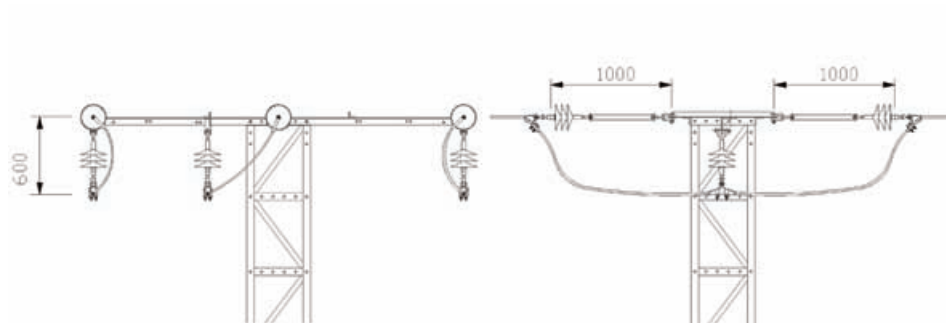


Figura 27. La sustitución del aislador rígido por una cadena de suspensión por debajo de la cruceta principal (puente ecológico) y el empleo de alargaderas en las cadenas de amarre, eliminan el contacto accidental con las partes en tensión sobre la cruceta principal. Adicionalmente, la corrección propone el empleo de cadenas de suspensión para aumentar la fijación de los puentes laterales.



**B) Configuración de partida:** Apoyo de amarre en montaje “1” y puente flojo central con aislador rígido, Figura 28.

En función de la distancia (d), Figura 28, que hay entre la cabeza del fuste y la cruzeta recta inferior, se contemplan diferentes posibilidades de corrección:

**· Solución 1 ( $d \geq 2100$  mm)**

Se instalará en cabeza de fuste, una “ménsula” que sitúe el puente flojo central en posición lateral, suspendida mediante cadena de aisladores de 600 mm, manteniendo una distancia mínima de separación entre el puente flojo y cruzeta inferior de 1500 mm.

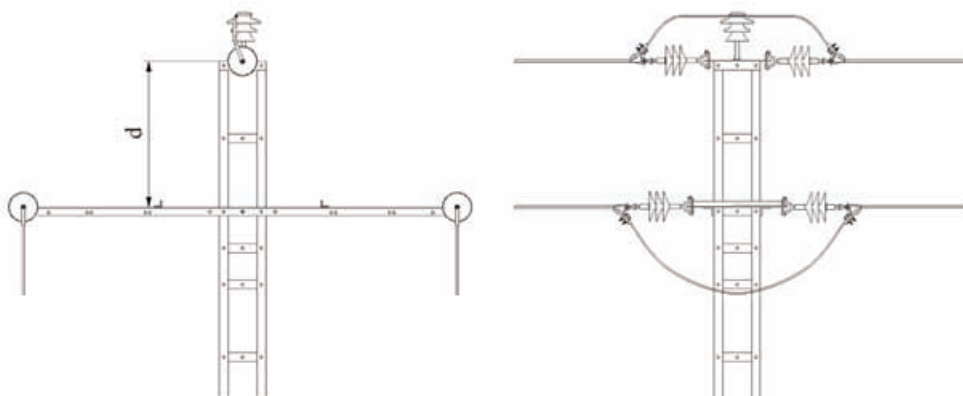


Figura 28. Configuración de partida.

· **Solución 2 ( $1000 \leq d < 2100$  mm)**

Se elevará el recorrido del puente central mediante el empleo de suplemento de fuste, ménsula y cadena de suspensión de 600 mm, dejando una distancia mínima de separación entre el puente flojo y cruceta inferior de 1500 mm. Figura 29.

· **Solución 3 ( $d < 1000$  mm)**

Instalación de puente ecológico tal y como se haría para montaje "O".

En todos los casos, se deberá completar la instalación de alargaderas o elementos aisladores adicionales en las cadenas de amarre.

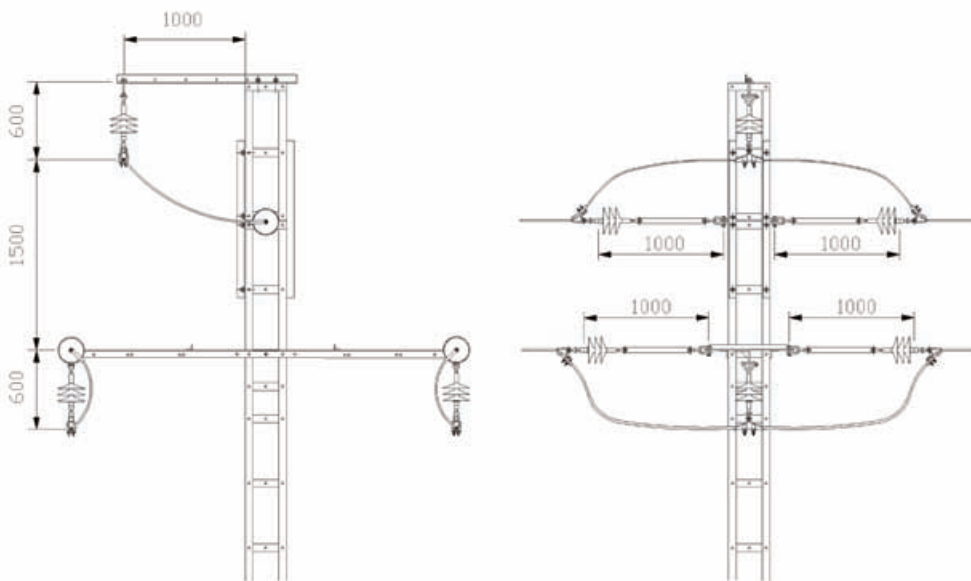


Figura 29. Solución 2. Ménsula realizada con un angular metálico galvanizado L-70.6.

### ***Aposos con seccionadores tripolares***

**Configuración de partida:** Apoyo de amarre en montaje “0” y seccionador tripolar en cabeza de fuste. Figura 30.

**Corrección propuesta:** Sustitución del seccionador tripolar por otro que permita

la instalación sobre fuste o por seccionadores unipolares instalados por debajo de la cruceta principal. Instalación de alargaderas o elementos aisladores adicionales en cadenas de amarre y finalmente, recubrimiento con material aislante eficaz de los puentes de unión, terminales y palas de conexión. Figura 31.



**Figura 30. Configuración de partida.**



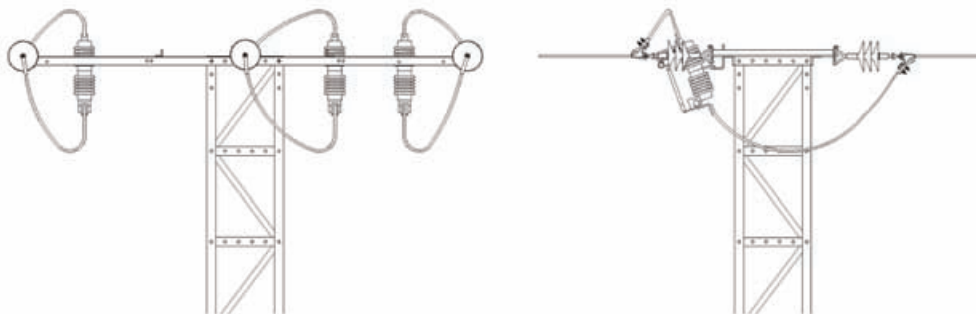
**Figura 31. Correcciones propuestas. Las fotografías muestran apoyos en proceso de corrección pendientes de la colocación del material aislante.**

### **Aposos con fusibles-seccionadores**

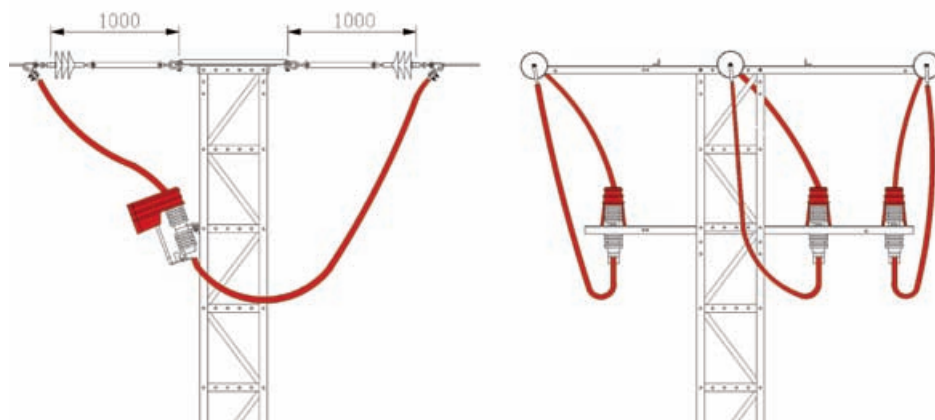
**Configuración de partida:** Apoyo de amarre en montaje “0”, con fusibles-seccionadores sobre cruceta principal. Figura 32.

**Corrección propuesta:** Reubicación de los fusibles-seccionadores sobre travesa-

ño inferior, por debajo de la cruceta principal. Instalación de alargaderas o elementos aisladores adicionales en cadenas de amarre y recubrimiento con material aislante eficaz de las partes en tensión destacadas en rojo en el dibujo (puentes de unión y pala de conexión superior del fusible-seccionador). Figura 33 y Figura 34.



**Figura 32. Configuración de partida**



**Figura 33. Corrección propuesta**





**Figura 34.** Solución para apoyo de protección y maniobra, con fusibles-seccionadores. Una culebrera europea se asea el plumaje. Las aves grandes y medianas se posan más frecuentemente en la cruceta superior, aunque pueden hacerlo en cualquier punto.

### Apoyos de alineación con aisladores rígidos

**Configuración de partida:** Apoyo de alineación con fuste de hormigón o metálico y aisladores rígidos. Figura 35.

**Corrección propuesta:** Instalación de cruceta en bóveda, adaptada al tipo de fuste existente, cadenas de suspensión y aislamiento de la fase central, tal y como se indica en el dibujo. Figura 36.

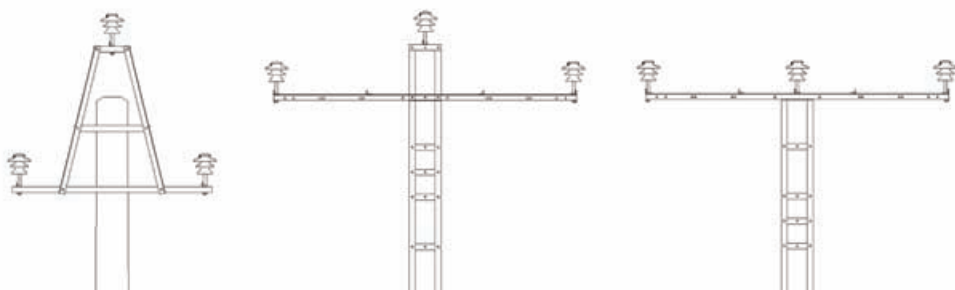


Figura 35. Distintas configuraciones de partida con aisladores rígidos.

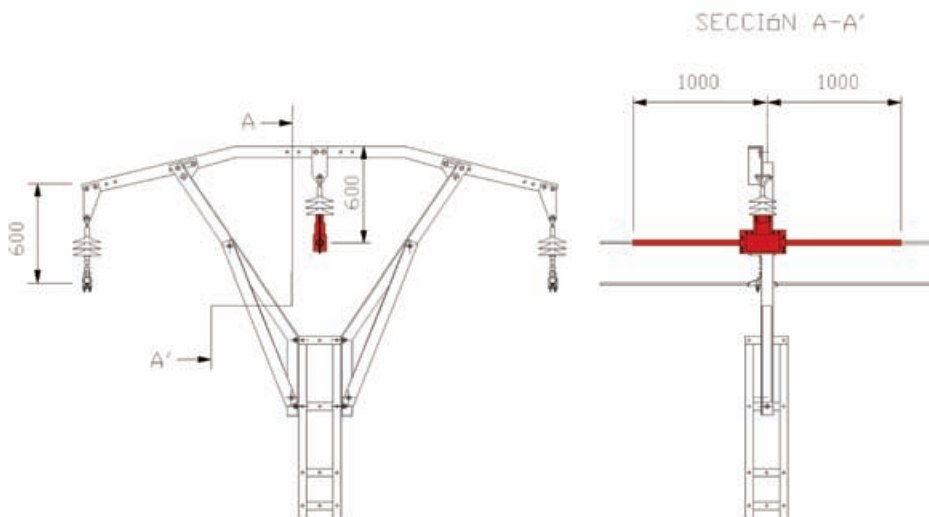


Figura 36. Instalación de cruceta en bóveda sobre fuste metálico, incluyendo el recubrimiento de las partes en tensión de la fase central con material aislante eficaz, hasta un metro a ambos lados de la grapa de suspensión. Éste tipo de solución también puede aplicarse en fustes de hormigón.

## Frente a la colisión

---

Como hemos visto en el Capítulo 1 (Tabla 1), cualquier línea eléctrica con  $U_n > 1$  kV es susceptible de producir accidentes por colisión de aves.

La mortalidad de aves por colisión con tendidos eléctricos parece estar más relacionada con las características de los hábitats, las especies de aves presentes y su comportamiento, que con las propias características de los tendidos eléctricos (VV. AA. 1995), aunque también éstas influyen.

**Algunas medidas para reducir el riesgo de colisión de aves con tendidos eléctricos son:**

- La disminución del número de planos del cableado. En algunas experiencias esta medida no ha dado buenos resultados (Palacios, M. J. 2008).

- La sustitución del cable desnudo por cable seco trenzado. Esta medida aumen-

ta la visibilidad y constituye a su vez una medida antielectrocución.

- El soterramiento de los vanos afectados. En zonas de alto riesgo, zonas con especies en peligro de extinción o zonas donde otras medidas se han demostrado ineficaces.

- La instalación de cables de tierra de mayor sección, como por ejemplo cables con fibra óptica con una sección aparente superior a los 20 mm.

- El balizamiento del cableado con señalizadores visuales (Figura 18) con las características y cadencia que se explica en el siguiente capítulo para líneas de nueva construcción. El balizamiento no es útil para aves nocturnas o especies que migran de noche. En Alonso y Alonso (1999), esta medida disminuyó en un 60% tanto el número de aves que voló a través del tendido, como la frecuencia de colisión en los vanos señalizados.



**Figura 37.** Dos águilas reales utilizan un apoyo con seccionadores como posadero para intercambiar una presa.



# Propuestas técnicas para la instalación de nuevas LAT

## Capítulo 4

Como ya se ha comentado en capítulos anteriores, la mortalidad de aves asociada a líneas eléctricas aéreas no es un fenómeno nuevo. Se puede decir que, a nivel del estado español, la investigación y estudio de esta problemática tiene más de treinta años de historia y ha dado origen a diferentes normativas de protección desde la década de los años noventa en las Comunidades Autónomas y, de forma muy reciente, a la publicación del Real Decreto 1432/2008.

En la Región de Murcia, la preocupación sobre esta grave problemática ya quedó recogida en la ley 7/95 de la Fauna Silvestre que en su artículo 31, ya apuntaba la necesidad de *‘establecer en el plazo máximo de dos años, normas de carácter técnico-ambiental aplicables a las instalaciones eléctricas de alta y baja tensión (protección de las aves)’* para los há-



bitats naturales de la Región de Murcia.

A continuación se presentan recomendaciones técnico-ambientales aplicables durante la fase de diseño en líneas eléctricas aéreas para evitar la electrocución y la colisión de las aves, así como otros impactos ambientales, donde se resume la experiencia de estos años de estudio, investigación y normativas de protección.

### **Trazado de nuevas líneas eléctricas**

---

La medida más importante a la hora de evitar la electrocución y la colisión de avifauna, así como otros impactos de nuevas líneas eléctricas es un trazado óptimo desde el punto de vista ambiental.

En este sentido, a escala regional, cobra vital importancia una adecuada planificación ambiental de la red de transporte y distribución de energía eléctrica asociada a los futuros desarrollos previstos. Además de evitar en la medida de lo posible la red de espacios naturales protegidos y diferentes figuras de protección del territorio, los hábitats naturales, zonas importantes para especies protegidas, la red hidrográfica, etc. se debe intentar crear “pasillos” de líneas eléctricas y tender a concentrarlas con otras infraestructuras lineales como autovías o carreteras; no así canalizaciones de agua, como trasvases o acequias, ya que las zonas húmedas concentran aves. Estos mismos criterios pueden aplicarse a escala municipal o local.

Otros criterios orientativos para evitar la electrocución y la colisión de aves en las nuevas líneas eléctricas, así como afección a los hábitats naturales y otras especies son evitar en su trazado cortados rocosos de nidificación o dormitorio de aves protegidas, zonas de paso migratorio, crestas de montañas, zonas de concentración de aves esteparias protegidas, humedales, hábitats naturales, etc.; así como aprovechar cercanía a caminos, terrenos de labor, etc.

### **Medidas para evitar la electrocución**

---

#### ***Criterios generales***

En términos generales, los armados se diseñarán de manera tal que no sitúen elementos en tensión en posición dominante.

Se recomiendan las siguientes distancias mínimas de separación en las cadenas de aisladores, con objeto de evitar un contacto accidental:

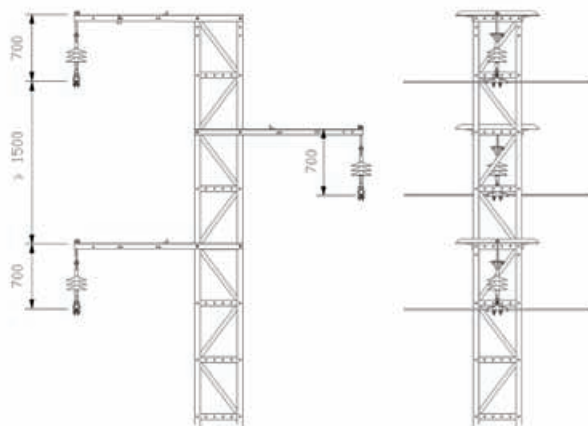
- 1000 mm entre el punto en tensión más próximo de la cadena de amarre y el punto de anclaje de ésta.
- 700 mm entre el conductor y la zona de posada situada por encima de la cadena de suspensión.

Con el mismo objeto se aislarán los puentes de unión (Glosario) en apoyos donde se proyecten CTI, derivaciones o elementos de mando y/o protección.

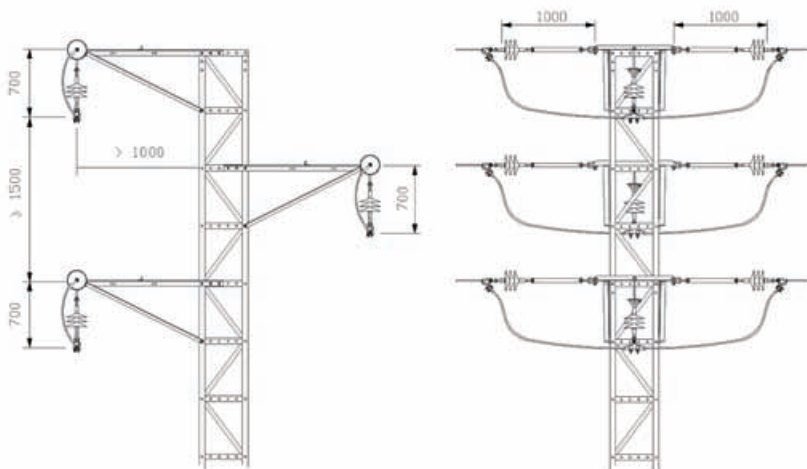
### Tresbolillo y asimilados

Los armados en tresbolillo o asimilados son los que presentan menor accidentabi-

lidad por electrocución. Figura 38 y Figura 39.



**Figura 38. Circuito simple en tresbolillo con cadenas de suspensión. Presenta distancias de separación máximas y no requiere de recubrimiento adicional con material aislante.**



**Figura 39. Circuito simple en tresbolillo con cadenas de amarre. El amarre presenta siempre un riesgo adicional a la suspensión ya que eleva la fase hasta el mismo plano que las zonas de posada. El establecimiento de distancias de seguridad minimiza el riesgo de contacto. Para este armado, se ha propuesto el empleo de cadenas de suspensión adicionales para aumentar la sujeción de los puentes.**

### Montaje vertical y doble circuito

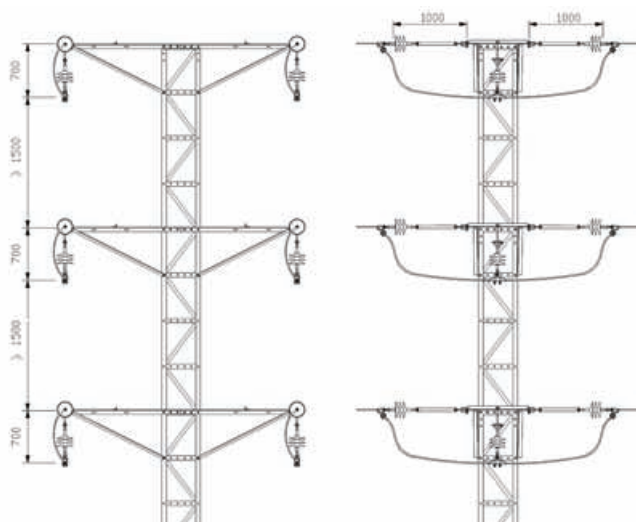


Figura 40. Doble circuito con cadenas de amarre.

### Crucetas rectas y bóvedas

Los diseños con crucetas rectas o bóvedas, reducen el número de planos posibles de colisión. En concreto, a la hora de utilizar bóvedas

y asimilados deberá contemplarse el aislamiento de las partes en tensión de la fase central, hasta un metro a ambos lados del apoyo. Véanse las Figura 41, Figura 42 y Figura 43.

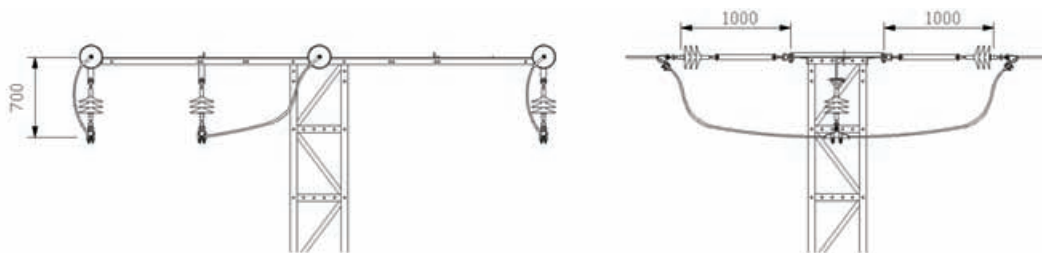


Figura 41. Circuito simple con cadenas de amarre. Al igual que se propuso en la Figura 39, este diseño cuenta con cadenas de suspensión adicionales para aumentar la sujeción de los puentes. La ventaja principal de este diseño sobre el trebolillo en amarre es que sitúa las tres fases en un mismo plano, reduciendo a priori el riesgo de colisión.

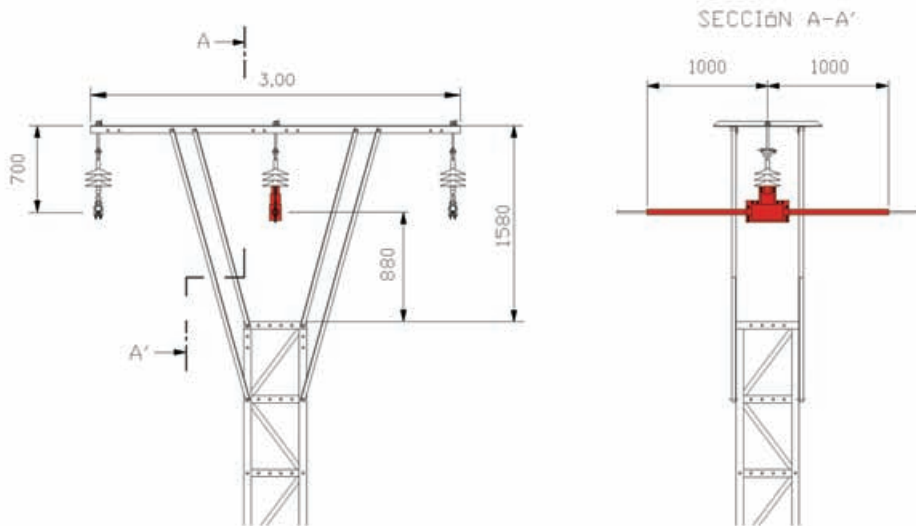


Figura 42. Circuito simple en bóveda con cruceta recta y cadenas de suspensión. Este tipo de diseño, tiene la desventaja de situar el conductor de la fase central, entre la cruceta superior y la cabeza del fuste, constituyendo un riesgo de electrocución cuando las aves utilizan el interior de la bóveda. La combinación de distancia de separación y aislamiento de la fase central minimiza este riesgo de electrocución.

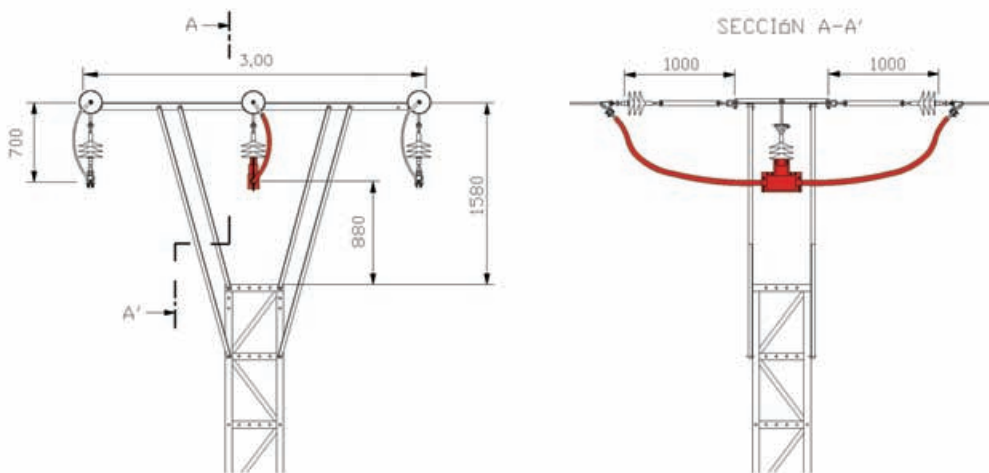


Figura 43. Circuito simple en bóveda con cruceta recta y cadenas de amarre. Presenta la misma problemática indicada en la figura anterior.

## Apoyos especiales

Los armados de apoyos especiales, que presenten CTI, derivaciones o elementos de mando y/o protección, se diseñarán conforme a las indicaciones recogidas en el capítulo 3.

## Medidas para evitar la colisión

Además de un trazado adecuado, pueden ser necesarias otras medidas para evitar la colisión de aves. Algunas de ellas ya se han comentado en el Capítulo 3 apartado *Frente a la colisión*. Entre ellas está el balizamiento de los conductores en líneas eléctricas aéreas con conductor desnudo, tal y como se recoge en el artículo 7 de “Medidas de prevención contra la colisión”, del Real Decreto 1432/2008 para la protección de la avifauna:

*[...] Los salvapájaros o señalizadores visuales se han de colocar en los cables de tierra. Si estos últimos no existieran, en las líneas en las que únicamente exista un conductor por fase, se colocarán directamente sobre aquellos conductores que su diámetro sea inferior a 20 mm. Los salvapájaros o señalizadores serán de materiales opacos y estarán dispuestos cada 10 metros (si el cable de tierra es único) o alternadamente, cada 20 metros (si son dos cables de tierra paralelos o, en su*

*caso, en los conductores). La señalización en conductores se realizará de modo que generen un efecto visual equivalente a una señal cada 10 metros, para lo cual se dispondrán de forma alterna en cada conductor y con una distancia máxima de 20 metros entre señales contiguas en un mismo conductor. En aquellos tramos más peligrosos debido a la presencia de niebla o por visibilidad limitada, el órgano competente de la comunidad autónoma podrá reducir las anteriores distancias. [...]*

Entre los diferentes tipos de balizas salvapájaros disponibles, las espirales de polipropileno de 30 cm de diámetro y 1 metro de longitud, de color naranja o blanco, y las tiras negras de neopreno de 5 x 35 cm cruzadas y sujetas por una grapa de poliuretano con cintas luminiscentes son las que mejores resultados han proporcionado, por lo que se recomienda su uso, Figura 44.





**Figura 44. Señalizadores visuales anticollisión recomendados.**

A continuación se muestra dos propuestas de balizamiento, una para circuito sim-

ple, Figura 45, y otra para doble circuito, Figura 46.

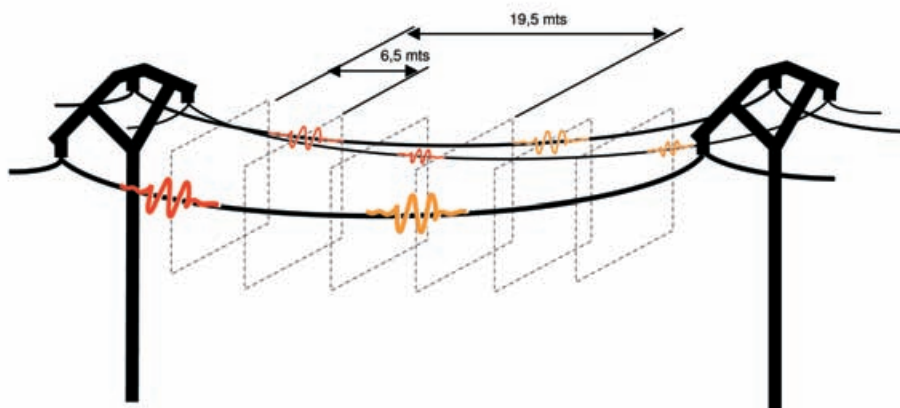


Figura 45. Ejemplo de colocación de elementos anticollisión en circuito simple.

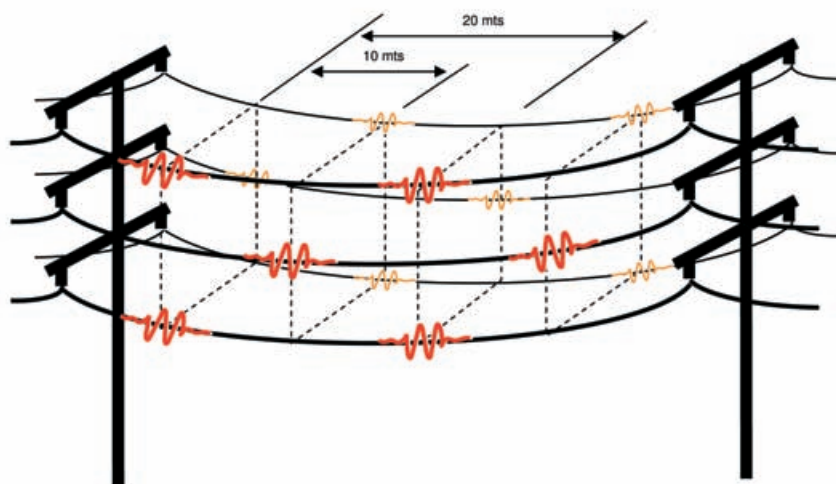


Figura 46. Ejemplo de balizamiento para doble circuito. En triple o cuádruple circuito, se propone el balizamiento al menos de los dos circuitos laterales tal y como se indica en la figura.



**Anexo**  
**Glosario**  
**Referencias**  
**Bibliografía**  
**Agradecimientos**  
**Créditos fotográficos**

## Anexo I

**BOE nº 222 de 13 de septiembre de 2008.**

**14914 REAL DECRETO 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.**

La creciente demanda de energía eléctrica exige el incremento del número de líneas y tendidos eléctricos instalados en el medio natural que, por falta de una normativa específica, carecen de los necesarios elementos o de las adecuadas medidas protectoras que aseguren su inocuidad para las aves, con el subsiguiente riesgo de electrocución o de colisión de éstas en dichas infraestructuras, sobre todo para algunas especies incluidas en el Catálogo Español de Especies Amenazadas, regulado en el artículo 55 de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. En este contexto, las investigaciones actuales sobre las causas de mortandad no natural más frecuentes en la avifauna, han puesto de manifiesto que entre las principales 37482 Sábado 13 septiembre 2008 BOE núm. 222 se encuentran la electrocución y la colisión en las estructuras de conducción eléctrica, hasta el punto de suponer actualmente el principal problema de conservación para especies tan emblemáticas como el águila imperial ibérica, el águila-azor perdicera u otras grandes rapaces. La electrocución afecta también a muchas especies más comunes, como águilas reales, cuclibreras, aguilillas calzadas, milanos negros,

azores, ratoneros, cigüeñas y búhos reales, por citar algunas de las especies más afectadas. Se calcula que al menos varias decenas de miles de aves mueren cada año en España debido los tendidos eléctricos, acarreado al mismo tiempo estas anomalías cortes e irregularidades en la distribución eléctrica. Todo ello aconseja adoptar cuantas medidas electro-técnicas sean posibles para evitar o al menos reducir la citada mortalidad. Se cumple así, el mandato constitucional contenido en el artículo 45 de nuestra Carta Magna, y también se estará cumpliendo el compromiso adquirido por España con la adhesión al Convenio relativo a la Conservación de la Vida silvestre y del Medio Natural en Europa, hecho en Berna el 19 de septiembre de 1979, y ratificado el 13 de mayo de 1986, que reconoce la necesidad de adoptar medidas para llevar a cabo políticas nacionales de conservación de la flora y fauna silvestres y de los hábitats naturales, cuyas medidas deben ser apropiadas para proteger, sobre todo, a las especies amenazadas. Por otro lado, la citada Ley 42/2007, de 13 de diciembre, que tiene por objeto el establecimiento de normas de protección, restauración, conservación y mejora de los recursos naturales y, en particular, de los espacios naturales y de la flora y fauna silvestres, en su artículo 52 prevé que se adopten las medidas necesarias para garantizar la conservación de las especies que viven en estado silvestre.

En este contexto, el Convenio de Especies Migratorias o Convenio de Bonn, aprobó en la Con-

ferencia de las Partes celebrada en Bonn del 18 al 24 de septiembre de 2002, la Resolución 7.4 sobre Electrocutación de Aves Migratorias, en la que se hace una referencia específica a los graves efectos de la electrocutación en la avifauna e insta a los Estados miembros, entre los que se encuentra España, a abordar la resolución del problema. A su vez, las Leyes 21/1992, de 16 de julio, de Industria, y 54/1997, de 27 de noviembre, de Regulación del Sector Eléctrico, establecen, además de la persecución de los fines propios de su objeto específico, que las actividades que regulan deben compatibilizarse con la protección del medio ambiente, afirmando que la seguridad de las instalaciones industriales o eléctricas tiene que garantizar no solo la protección contra accidentes que puedan producir daños a las personas, sino también a la flora, a la fauna y, en general, al medio ambiente. Por ello, aunque este real decreto se aprueba con arreglo a la citada Ley 42/2007, cuya disposición final octava faculta al Gobierno para que dicte las disposiciones reglamentarias que sean necesarias para su desarrollo y ejecución para adoptar las medidas de conservación de las especies a las que a las que se refiere este real decreto, es necesario también recurrir a la adopción de medidas de carácter electro-técnico que introduzcan modificaciones en las líneas eléctricas aéreas, de modo que eviten que las aves se electrocuten o colisionen con ellas y que, al propio tiempo, garanticen el suministro eléctrico y la calidad de dicho suministro; es la citada Ley 54/1997, la que presta cobertura al estable-

cimiento de estas medidas, al hacer repetida mención, en sus artículos 21.3, 28.3, 36.6, 40.3, 43.2 y 51.2 f), al cumplimiento de las condiciones de protección del medio ambiente y contemplar también al tipificar en sus artículos 59 al 67, la correlativa tipificación de las correspondientes infracciones y sanciones administrativas. Esta norma tiene carácter básico y adopta la forma de real decreto porque, dada la naturaleza de la materia regulada, resulta un complemento necesario para garantizar la consecución de la finalidad objetiva a que responde la competencia estatal sobre bases. Aun cuando esta normativa ha sido recogida en el Real Decreto 263/2008, de 22 de febrero, que establece medidas de carácter técnico en líneas eléctricas de alta tensión, con objeto de proteger la avifauna, recientemente publicado, determinados defectos formales, a los que se hace referencia en el párrafo siguiente, aconsejan su sustitución por el presente, con la consiguiente derogación de dicho real decreto. Conforme a lo dispuesto en la Directiva 98/34/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio, modificada por la Directiva 98/48/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de julio, el citado real decreto, por su contenido técnico, requería ser notificado a la Comisión Europea. Con fecha 1 de abril la Comisión Europea comunicó formalmente que dicha notificación se había producido de manera defectuosa y que, en consecuencia se cerraba el procedimiento de notificación, recordando que dicho cierre implicaba la inaplicabilidad del real decreto ante el juez nacional. En consecuencia, con el fin de



subsana el citado defecto formal del Real Decreto 263/2008, de 22 de febrero, es necesario tramitar un nuevo real decreto que lo derogue y que, paralelamente, incorpore íntegramente su contenido, en los mismos términos en los que estaba redactado, con leves ajustes de técnica normativa. La presente disposición ha sido sometida al procedimiento de información en materia de normas y reglamentaciones técnicas y de reglamentos relativos a los servicios de la sociedad de la información, regulado en el Real Decreto 1337/1999, de 31 de julio, a los efectos de dar cumplimiento a lo dispuesto en la Directiva 98/34/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio, modificada por la Directiva 98/48/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de julio. En su virtud, a propuesta de los Ministros de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino y de Industria, Turismo y Comercio, de acuerdo con el Consejo de Estado y previa deliberación del Consejo de Ministros, en su reunión del día 29 de agosto de 2008,

## **D I S P O N G O :**

### **Artículo 1. Objeto.**

Este real decreto tiene por objeto establecer normas de carácter técnico de aplicación a las líneas eléctricas aéreas de alta tensión con conductores desnudos situadas en las zonas de protección definidas en el artículo 4, con el fin de reducir los riesgos de electrocución y colisión para la avifauna, lo que redundará a su vez en una mejor calidad del servicio de suministro.

### **Artículo 2. Definiciones.**

A los efectos de este real decreto, se entenderá por:

- a) Aislador: Elemento que aísla y soporta los conductores de una línea eléctrica en los apoyos.
- b) Aislador de amarre: Aislador en posición horizontal donde ha sido fijado el conductor y que soporta el tensado de la línea.
- c) Aislador suspendido: Aislador dispuesto por debajo de los travesaños del armado.
- d) Alargadera: Elemento sin tensión que se coloca entre la cruceta y el comienzo de la cadena de aisladores para aumentar la distancia entre el conductor y el armado o cruceta.
- e) Ampliaciones o modificaciones de líneas eléctricas aéreas de alta tensión ya existentes: Aquellas que impliquen cambios en los apoyos o crucetas, en los que se pueda variar las distancias entre los conductores para adaptarse a este real decreto y cumplir con el resto de requisitos reglamentarios, sin modificaciones adicionales en el resto de la línea.
- f) Apoyo o poste: Estructura de metal, madera, hormigón, o de otros materiales apropiados, que soporta los conductores en un tendido eléctrico y al que se fijan de modo directo en su caso los cables de tierra. Está formado por el fuste y el armado.
- g) Apoyo de alineación: Apoyo de suspensión, amarre o anclaje usado en un tramo rectilíneo de la línea.
- h) Apoyo de amarre: Apoyo con cadenas de aislamiento de amarre.
- i) Apoyo de anclaje: Apoyo con cadenas de ais-

lamiento de amarre destinado a proporcionar un punto firme en la línea y que limita los esfuerzos longitudinales de carácter excepcional.

j) Apoyo de derivación: Apoyos que sirven para derivar nuevos ramales de la red.

k) Apoyo de principio o fin de línea: Son los apoyos primero y último de la línea con cadenas de aislamiento de amarre destinados a soportar en sentido longitudinal las solicitaciones del haz completo de conductores en un solo sentido.

l) Apoyo de suspensión: Apoyo con cadenas de aislamiento de suspensión.

m) Áreas prioritarias de reproducción, alimentación y dispersión de las aves: Áreas con presencia regular de alguna de las especies incluidas en el Catálogo Español de Especies Amenazadas, o en los Catálogos Autonómicos, en un período de tres años consecutivos.

n) Armado: Estructura del apoyo que sirve para anclar los aisladores que sujetan los conductores.

ñ) Cable de tierra: Conductor conectado a tierra en alguno o en todos los apoyos, dispuesto generalmente aunque no necesariamente, por encima de los conductores de fase, con el fin de asegurar una determinada protección frente a descargas atmosféricas.

o) Cadenas de aisladores: Conjunto de aisladores dispuestos uno detrás de otro.

p) Conductor: Cable de metal que transporta energía eléctrica en un tendido eléctrico.

q) Cruceta: La misma definición que «Armado».

r) Distancia mínima de seguridad «d»: La comprendida entre la punta de la cruceta y la grapa de amarre.

s) Disuasor de posada: Dispositivo externo colocado sobre las crucetas para evitar que se posen las aves.

t) Fusible: Elemento que interrumpe el circuito eléctrico en caso de una sobre intensidad.

u) Líneas eléctricas aéreas de alta tensión: Aquéllas de corriente alterna trifásica a 50 Hz de frecuencia, cuya tensión nominal eficaz entre fases sea igual o superior a 1 KV. Se clasifican de la forma siguiente, de acuerdo con el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09, aprobado por el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero.

1.ª Categoría especial: Las de tensión nominal igual o superior a 220 kV y las de tensión inferior que formen parte de la red de transporte, conforme a lo establecido en el artículo 5 del Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

2.ª Primera categoría: Las de tensión nominal inferior a 220 kV y superior a 66 kV.

3.ª Segunda categoría: Las de tensión nominal igual o inferior a 66 kV y superior a 30 kV.

4.ª Tercera categoría: Las de tensión nominal igual o inferior a 30 kV y superior a 1 kV.

Quedan excluidas las líneas eléctricas que constituyen el tendido de tracción propiamente dicho -línea de contacto- de los ferrocarriles.

v) Punte: Conexión poco tensa entre dos conductores.

w) Salvapájaros o señalizador: Dispositivo externo que se fija a los cables para su visualización a distancia por las aves.

x) Seccionador: Aparato mecánico de conexión que, por razones de seguridad, en posición abierto asegura una distancia de seccionamiento que satisface unas condiciones específicas de aislamiento.

y) Semicruceta: La mitad de una cruceta.

z) Transformador de distribución: Elemento que transforme un sistema de corrientes en alta tensión en otro de baja tensión.

### **Artículo 3. Ámbito de aplicación.**

1. Este real decreto es de aplicación a las líneas eléctricas aéreas de alta tensión con conductores desnudos ubicadas en zonas de protección, que sean de nueva construcción, o que no cuenten con un proyecto de ejecución aprobado a la entrada en vigor de este real decreto, así como a las ampliaciones o modificaciones de líneas eléctricas aéreas de alta tensión ya existentes.

2. Este real decreto también se aplica a las líneas eléctricas aéreas de alta tensión con conductores desnudos existentes a su entrada en vigor, ubicadas en zonas de protección, siendo obligatorias las medidas de protección contra la electrocución y voluntarias las medidas de protección contra la colisión.

### **Artículo 4. Zonas de protección.**

1. A efectos de este real decreto, son zonas de protección:

a) Los territorios designados como Zonas de Es-

pecial Protección para las Aves (ZEPA), de acuerdo con los artículos 43 y 44 de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, de Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

b) Los ámbitos de aplicación de los planes de recuperación y conservación elaborados por las comunidades autónomas para las especies de aves incluidas en el Catálogo Español de Especies Amenazadas o en los catálogos autonómicos.

c) Las áreas prioritarias de reproducción, alimentación, dispersión y concentración local de aquellas especies de aves incluidas en el Catálogo Español de Especies Amenazadas, o en los catálogos autonómicos, cuando dichas áreas no estén ya comprendidas en las correspondientes a los párrafos a) o b) de este artículo. Previo informe de la Comisión Estatal para el Patrimonio Natural y la Biodiversidad y mediante resolución motivada, el órgano competente de cada comunidad autónoma delimitará las áreas prioritarias de reproducción, de alimentación, de dispersión y de concentración local correspondientes a su ámbito territorial.

2. El órgano competente de cada comunidad autónoma dispondrá la publicación, en el correspondiente diario oficial, de las zonas de protección existentes en su respectivo ámbito territorial en el plazo de un año a partir de la entrada en vigor del presente real decreto.

### **Artículo 5. Prescripciones técnicas para las líneas eléctricas.**

1. Las líneas eléctricas incluidas en el artículo 3 habrán de ajustarse a las prescripciones téc-

nicas establecidas en los artículos 6 y 7 y en el anexo, sin perjuicio de la normativa electrotécnica que también les sea aplicable.

2. En el plazo de un año a partir de la entrada en vigor de este real decreto y mediante resolución motivada, el órgano competente de cada comunidad autónoma <sup>37484</sup> Sábado 13 septiembre 2008 BOE núm. 222 noma determinará las líneas que, entre las referidas en el artículo 3.2, no se ajustan a las prescripciones técnicas establecidas en los artículos 6 y 7 y en el anexo. Dicha resolución será notificada a los titulares de las líneas y publicada en el respectivo diario oficial.

3. Una vez completadas las modificaciones de las líneas eléctricas determinadas en el apartado 2, el órgano competente de la comunidad autónoma podrá realizar una actualización de la resolución.

#### **Artículo 6. Medidas de prevención contra la electrocución.**

En las líneas eléctricas de alta tensión de 2.<sup>a</sup> y 3.<sup>a</sup> categoría que tengan o se construyan con conductores desnudos, a menos que en los supuestos c) y d) tengan crucetas o apoyos de material aislante o tengan instalados disuadores de posada cuya eficacia esté reconocida por el órgano competente de la comunidad autónoma, se aplicarán las siguientes prescripciones:

a) Las líneas se han de construir con cadenas de aisladores suspendidos, evitándose en los apoyos de alineación la disposición de los mismos en posición rígida.

b) Los apoyos con puentes, seccionadores, fusibles, transformadores de distribución, de derivación, anclaje, amarre, especiales, ángulo, fin de línea, se diseñarán de forma que se evite sobrepasar con elementos en tensión las crucetas o semicrucetas no auxiliares de los apoyos. En cualquier caso, se procederá al aislamiento de los puentes de unión entre los elementos en tensión.

c) En el caso del armado canadiense y tresbolillo (atirantado o plano), la distancia entre la semicruceta inferior y el conductor superior no será inferior a 1,5 m.

d) Para crucetas o armados tipo bóveda, la distancia entre la cabeza del fuste y el conductor central no será inferior a 0,88 m, o se aislará el conductor central 1 m a cada lado del punto de enganche.

e) Los diferentes armados han de cumplir unas distancias mínimas de seguridad «d», tal y como se establece en el cuadro que se contiene en el anexo. Las alargaderas en las cadenas de amarre deberán diseñarse para evitar que se posen las aves. En el caso de constatarse por el órgano competente de la comunidad autónoma que las alargaderas y las cadenas de amarre son utilizadas por las aves para posarse o se producen electrocuciones, la medida de esta distancia de seguridad no incluirá la citada alargadera.

f) En el caso de crucetas distintas a las especificadas en el cuadro de crucetas del apartado e), la distancia mínima de seguridad «d» aplicable será la que corresponda a la cruceta más aproximada a las presentadas en dicho cuadro.

**Artículo 7. Medidas de prevención contra la colisión.**

En las líneas eléctricas de alta tensión con conductores desnudos de nueva construcción, se aplicarán las siguientes medidas de prevención contra la colisión de las aves:

a) Los nuevos tendidos eléctricos se proveerán de salvapájaros o señalizadores visuales cuando así lo determine el órgano competente de la comunidad autónoma.

b) Los salvapájaros o señalizadores visuales se han de colocar en los cables de tierra. Si estos últimos no existieran, en las líneas en las que únicamente exista un conductor por fase, se colocarán directamente sobre aquellos conductores que su diámetro sea inferior a 20 mm. Los salvapájaros o señalizadores serán de materiales opacos y estarán dispuestos cada 10 metros (si el cable de tierra es único) o alternadamente, cada 20 metros (si son dos cables de tierra paralelos o, en su caso, en los conductores). La señalización en conductores se realizará de modo que generen un efecto visual equivalente a una señal cada 10 metros, para lo cual se dispondrán de forma alterna en cada conductor y con una distancia máxima de 20 metros entre señales contiguas en un mismo conductor. En aquellos tramos más peligrosos debido a la presencia de niebla o por visibilidad limitada, el órgano competente de la comunidad autónoma podrá reducir las anteriores distancias. Los salvapájaros o señalizadores serán del tamaño mínimo siguiente:

Espirales: Con 30 cm de diámetro × 1 metro de longitud.

De 2 tiras en X: De 5 × 35 cm.

Se podrán utilizar otro tipo de señalizadores, siempre que eviten eficazmente la colisión de aves, a juicio del órgano competente de la comunidad autónoma.

Sólo se podrá prescindir de la colocación de salvapájaros en los cables de tierra cuando el diámetro propio, o conjuntamente con un cable adosado de fibra óptica o similar, no sea inferior a 20 mm.

**Artículo 8. Contenido de los proyectos.**

1. Los proyectos de construcción, de modificación, ampliación o de adaptación de las líneas eléctricas incluidas en el artículo 3, además de lo exigido por el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC- LAT 01 a 09, habrán de especificar y describir las medidas concretas tendentes a minimizar los accidentes de electrocución y colisión de la avifauna.

2. A efectos de lo señalado en el apartado anterior, dichos proyectos contendrán al menos, los siguientes datos:

a) Descripción del trazado y plano a escala al menos 1:25.000.

b) Tipos de apoyos y armados a instalar.

c) Características de los sistemas de aislamiento.

d) Descripción de las instalaciones de seccionamiento, transformación e interruptores con corte en intemperie.



e) Características de los dispositivos salvapájaros a instalar y la ubicación de los mismos, en su caso, así como las medidas anticolidión y las medidas anti-nidificación en las líneas.

**Artículo 9. Mantenimiento de las líneas eléctricas.**

1. En la época de nidificación, reproducción y crianza quedan prohibidos los trabajos de mantenimiento de las partes de los tendidos eléctricos que soporten nidos o que en sus proximidades nidifiquen aves incluidas en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial, de acuerdo con los artículos 53 y 54 de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

2. Excepcionalmente, se autorizará la realización de reparaciones en la época de nidificación, reproducción y crianza, siempre que se trate de corregir averías que perturben el normal suministro de energía. Estas reparaciones habrán de realizarse previa notificación fehaciente del programa de trabajo al órgano competente de la comunidad autónoma, que podrá exigir la adopción de medidas concretas para asegurar que la ejecución de las reparaciones no implica riesgo para la avifauna. No obstante y cuando por razones de urgencia se deba actuar para garantizar la calidad o continuidad del suministro eléctrico, y no pudiera realizarse la previa notificación fehaciente del programa de trabajo anteriormente referido, estas reparaciones se podrán llevar a cabo minimizando el impacto sobre la avifauna que pudiera existir e informando en un plazo máximo de 72 horas al órgano compe-

tente de la comunidad autónoma de los trabajos realizados y de las medidas tomadas para asegurar la protección de la avifauna.

**Artículo 10. Régimen sancionador.**

Las infracciones cometidas contra lo dispuesto en este real decreto estarán sometidas al régimen sancionador establecido en el título X de la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, así como en la normativa medioambiental que, en su caso, resulte de aplicación.

**Disposición adicional única.**

Plan de inversiones a la adaptación de líneas eléctricas. Para lograr el cumplimiento de los fines perseguidos por este real decreto, el Gobierno, a través del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, habilitará los mecanismos y presupuestos necesarios para acometer la financiación total de las adaptaciones contempladas en la disposición transitoria única, apartado 2, en un plazo no superior a los cinco años desde la entrada en vigor de este real decreto. La ejecución de las adaptaciones en ningún caso superará los dos años desde la aprobación de la financiación correspondiente.

**Disposición transitoria única. Adaptación de líneas eléctricas aéreas de alta tensión.**

1. Los titulares de las líneas, cuyo proyecto esté presentado y pendiente de aprobación o cuyo proyecto haya sido aprobado pero cuya acta de puesta en servicio no haya sido extendida en el momento de entrada en vigor del real decreto,

deberán adaptarlo a las prescripciones técnicas establecidas en este real decreto. Dicha adaptación deberá ser comunicada al órgano competente para autorizar el proyecto en el plazo de tres meses a partir de la fecha de entrada en vigor de este real decreto. Lo anterior se señala sin perjuicio de la validez de las actuaciones ya realizadas.

2. Los titulares de las líneas eléctricas aéreas de alta tensión a las que se refiere el artículo 3.2, deberán presentar ante el órgano competente y en el plazo de un año a partir de la notificación de la resolución de la comunidad autónoma a que se refiere el artículo 5.2, el correspondiente proyecto para adaptarlas a las prescripciones técnicas establecidas en el artículo 6 y en el anexo, debiéndose optar por aquellas soluciones técnicamente viables que aseguren la mínima afección posible a la continuidad del suministro.

La ejecución del proyecto dependerá de la disponibilidad de la financiación prevista en el Plan de inversiones de la disposición adicional única.

3. Las comunidades autónomas realizarán, en el plazo de un año a partir de la fecha de publicación de las zonas de protección, un inventario de las líneas eléctricas aéreas de alta tensión ya existentes que provocan una significativa y contrastada mortalidad por colisión, de aves incluidas en el Listado de especies silvestres en régimen de protección especial, particularmente las incluidas en el Catálogo Español de Especies Amenazadas. Una vez informado este inventario por la Comisión Estatal para el Patri-

monio Natural y la Biodiversidad, se notificará a los titulares de estas líneas, que podrán acogerse, para su modificación voluntaria, a la financiación prevista en la disposición adicional única, teniendo en cuenta las prescripciones técnicas establecidas en el artículo 7 en materia de protección contra la colisión.

**Disposición derogatoria única. Derogación normativa.**

Queda derogado el Real Decreto 263/2008, de 22 de febrero, por el que se establecen medidas de carácter técnico en líneas eléctricas de alta tensión con objeto de proteger la avifauna.

**Disposición final primera. Títulos competenciales.**

Este real decreto tiene naturaleza de legislación básica en virtud de lo dispuesto en el artículo 149.1.13.ª, 23.ª y 25.ª de la Constitución.

**Disposición final segunda. Entrada en vigor.**

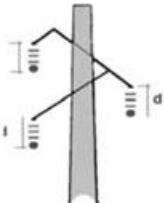
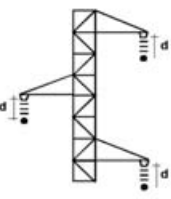
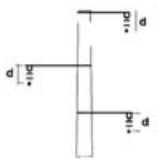

El presente real decreto entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

Dado en Palma de Mallorca, el 29 de agosto de 2008.

JUAN CARLOS R.

La Vicepresidenta Primera del Gobierno  
y Ministra de la Presidencia,  
MARÍA TERESA FERNÁNDEZ DE LA VEGA SANZ

## ANEXO

Tipo de cruceta	Distancias mínimas de seguridad en las zonas de protección
 <p><b>Canadiense</b></p>	<p><b>cadena en suspensión</b> d = 478 mm</p> <p><b>cadena de amarre</b> d = 600 mm</p>
 <p><b>Tresbolillo atirantado</b></p>	<p><b>cadena en suspensión</b> d = 600 mm</p> <p><b>cadena de amarre</b> d = 1.000 mm</p>
 <p><b>Tresbolillo plano</b></p>	<p><b>cadena en suspensión</b> d = 600 mm</p> <p><b>cadena de amarre</b> d = 1.000 mm</p>
 <p><b>Bóveda</b></p>	<p><b>cadena en suspensión</b> d = 600 mm y cable central aislado 1 m a cada lado del punto de enganche.</p> <p><b>cadena de amarre</b> d = 1.000 mm y puente central aislado.</p>

# Glosario

## Definiciones

Se considera a efectos de este manual:

**Aislador rígido:** elemento no conductor que coloca al conductor por encima de la cruceta.

**Apoyo:** estructura de metal, madera, hormigón, o de otros materiales apropiados, que soporta los conductores en un tendido eléctrico y al que se fijan de modo directo en su caso los cables de tierra. Esta formado por el fuste y el armado.

**Apoyo prominente:** aquel localizado en una cima de colina, borde de cortado rocoso o borde de rambla y cauce.

**Apoyo no prominente:** aquel localizado en ladera de colina, llanura o fondo de valle.

**Armado:** estructura del apoyo encargada de soportar los conductores y que puede constar de una o varias crucetas.

**Biometría:** obtención y análisis de medidas de la longitud o anchura de determinadas partes del cuerpo de las aves, como ala, tarso-metatarso, antebrazo, etc., para la determinación del sexo en especies con dimorfismo sexual en su tamaño o forma.

**Cable de tierra:** conductor conectado a tierra en alguno o en todos los apoyos, dispuesto generalmente aunque no necesariamente, por encima de los conductores de fase, con el fin de asegu-

rar una determinada protección frente a descargas atmosféricas.

**Cruceta:** elemento del armado que sirve para anclar los aisladores que sujetan los conductores.

**Dimorfismo sexual:** diferencia de formas, coloración y tamaños entre machos y hembras de una misma especie. Se presenta en la mayoría de las especies, en mayor o menor grado.

**Distancia de seguridad:** entiéndase separación entre la punta de la cruceta y el punto en tensión más próximo de la cadena de amarre, así como la separación existente entre la zona de posada y el conductor en cadenas de suspensión,

**Ecotono:** frontera entre hábitats diferentes excepto: urbano, casas, carretera, balsa o cauce.

**Necropsia:** procedimiento técnico y científico de disección anatómica sistemática de un animal después de su muerte para dilucidar la causa de la misma.

**Posición dominante:** entiéndase "zona más elevada del armado".

**Puentes de unión:** entiéndase conductores poco tensos que, o bien estén conectados con elementos de mando y/o protección, terminales y palas de conexión, o bien permitan la derivación de la línea.

## Diseños más frecuentes de armado ( $1 < U_n \leq 30$ kV) en ZEPA

Viene de Tabla 6, Capítulo 1.

**P02:** las tres fases discurren en dos planos, con la central ligeramente elevada, colgando de aisladores suspendidos de una cruceta en forma de bóveda.

**P06:** tres fases en un mismo plano, apoyadas sobre aisladores rígidos simples o dobles.

**P07:** tres fases en dos planos horizontales, con la fase central elevada, apoyadas sobre aisladores rígidos simples o dobles sobre una cruceta en cruz.

**P09:** tres fases en dos planos, con la central elevada sobre las laterales, tensionadas por cadenas de amarre, dispuestas a ambos lados de la cruceta en forma de bóveda y con puentes por debajo.

**P10:** tres fases en un mismo plano horizontal, tensionadas por cadenas de amarre dispuestas a ambos lados de la cruceta y con puentes por debajo. Puede llevar fusibles-seccionadores en oblicuo en la cruceta principal.

**P11:** tres fases en un mismo plano horizontal, tensionadas por cadenas de amarre a ambos lados de la cruceta, con puentes por encima de los tres pares de cadenas o al menos sobre las cadenas de amarre centrales.

**P12:** tres fases en dos planos horizontales, con la superior elevada, tensionadas por cadenas de amarre ancladas a ambos lados de una cruceta en forma de cruz, con puentes por encima de los tres pares de cadenas o, al menos, sobre las cadenas de amarre centrales.

**P13:** apoyos de amarre de distintos diseños con presencia de tres seccionadores independientes para cada fase, dispuestos bajo la cruceta.

**CTI:** apoyo fin de línea con un transformador sobre el fuste.

**CT:** construcción de obra fin de línea que alberga un transformador en su interior.

## Códigos de edad EURING

AÑO DE NACIMIENTO CONOCIDO				AÑO DE NACIMIENTO DESCONOCIDO			
Código Euring	Año de calendario	Descripción	Ejemplo	Código Euring	Año de calendario	Descripción	Ejemplo
1	-	Ave aún en nido, incapaz de volar	Ave en el nido en 2009				
3	1	Ave en su 1 <sup>er</sup> año calendario	Ave nacida en 2009	2	1A+	Ave de edad desconocida	Año de nacimiento desconocido
5	2A	Ave en su 2 <sup>o</sup> año calendario	Ave nacida en 2008	4	2A+	Ave al menos en su 2 <sup>o</sup> año calendario	Ave nacida en 2008
5	3A	Ave en su 3 <sup>er</sup> año calendario	Ave nacida en 2007	6	3A+	Ave al menos en su 3 <sup>er</sup> año calendario	Ave nacida en 2007
9	4A	Ave en su 4 <sup>o</sup> año calendario	Ave nacida en 2006	8	4A+	Ave al menos en su 4 <sup>o</sup> año calendario	Ave nacida en 2006
B	5A	Ave en su 5 <sup>o</sup> año calendario	Ave nacida en 2005	A	5A+	Ave al menos en su 5 <sup>o</sup> año calendario	Ave nacida en 2005
D	6A	Ave en su 6 <sup>o</sup> año calendario	Ave nacida en 2004	C	6A+	Ave al menos en su 5 <sup>o</sup> año calendario	Ave nacida en 2004

**TABLA 12. Códigos de edad EURING. En el ejemplo, las edades correspondientes a aves encontradas en 2009.**



## Referencias

- Aledo, E.; Illán, R.; Cerezo, E. y Muñoz, A. (Coords.) 2008. Censo y control reproductivo de aves rapaces en la Región de Murcia, Memoria 2008. Dirección General del Medio Natural, Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. Inédito.
- Alonso, J. A. y Alonso, J. C. 1999. Reducción de la colisión de aves con tendidos eléctricos de transporte mediante la señalización de los cables de tierra. En: Ferrer, M. y Janss, G. F. E. (Coords.) 1999. Aves y Líneas Eléctricas. Pp. 121-132. Quercus. Madrid.
- Bevanger, K. 1994. Bird interactions with utility structures: collision and electrocution, causes and mitigation measures. *Ibis* 136: 412-425.
- Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, Junta de Castilla-La Mancha. 2009. Liberada un águila imperial que se había electrocutado en la provincia de Ciudad Real. *Quercus* nº 278, p.12.
- Dawson, J. W. y Mannan, R. W. 1994. The ecology of Harris' hawks in urban environments. Unpublished Report, Arizona Game and Fish Department, Tucson, Arizona, USA.
- Doherty, P. F. y Grubb, T. 1998. Reproductive Success of Cavity nesting Birds Breeding under High-voltage Powerlines. *The American Midland Naturalist* 140 (1):122-128.
- Dwyer, J. F. 2006. Electric shock injuries in a Harris's hawk population. *Journal of Raptor Research* 40 (3):193-199.
- Fernández, C. y Azkona, P. 2002. Tendidos eléctricos y Medio Ambiente en Navarra. Departamento de Medio Ambiente. Gobierno de Navarra.
- Ferrer, M. e Hiraldo, F. 1992. Man-induced sex-biased mortality in the Spanish imperial eagle. *Biological Conservation*, 60, 57-60.
- Lehman, R. N.; Ansell, A. R.; Garrett, M. G.; Miller, A. D. y Olendorff, R. R. 1999. Prácticas recomendadas para la protección de rapaces en las líneas eléctricas: La historia norteamericana. En: Ferrer, M. y Janss, G. F. E. (Coords.) 1999. Aves y Líneas Eléctricas. Pp. 133-154. Quercus. Madrid.
- Mañosa, S. 2001. Strategies to identify dangerous electricity pylons for birds. *Biodiversity and Conservation* 10: 1-16.
- Nelson, M. W. Power lines progress report on eagle protection research. Unpubl. Rep. Boise, Id. 13 pp.
- Nelson, M. W., 1980. Update on eagle protection practices. Unpubl. Rep. Boise, Id. 14 pp.
- Palacios, M. J. 2008. Corrección de tendidos eléctricos peligrosos para la avifauna en Extremadura. Condicionados de nuevas líneas, ejemplos. En: II Curso sobre líneas eléctricas y protección de la avifauna. 3 y 4 de diciembre de 2008, CEMACAM Torre Guil. Murcia.
- Sergio, F.; Marchesi, L.; Pedrini, P.; Ferrer, M. y Penteriani, V. 2004. Electrocution alters the distribution and density of a top predator, the Eagle Owl (*Bubo bubo*). *Jour-*

nal of Applied Ecology 41:836–845.

VV.AA. 1995. Análisis de impactos de líneas eléctricas sobre la avifauna de espacios naturales protegidos. Manual para la valoración de riesgos y soluciones. Sevillana de Electricidad, Iberdrola y REE. CSIC.

## Bibliografía

- Baker, K. 1993. Identification Guide to European Non-Passerines: BTO Guide 24. British Trust for Ornithology, Thetford.
- Baumel, J. J.; King, A. S.; Breazile, J. E.; Evans, H. E. y Vanden Berge, J. C. (Eds). 1993. Handbook of Avian Anatomy: Nomina Anatomica Avium. Second Edition. Publication Nº 23 of the Nuttall Ornithological Club. Cambridge, Massachusetts.
- Blasco-Zumeta, J. Atlas de Identificación de las Aves de Aragón. <http://www.javierblasco.arrakis.es/> Laboratorio Virtual Ibercaja. Obra Social y Cultural de IberCaja.
- Clark, W. S. y Yosef R. 1998. In-hand Identification Guide to Palearctic Raptors. IBCE Tech. Publ. 7 (2): 67 pp.
- Ferrer, M. y Janss, G. F. E. (Coords.) 1999. Aves y Líneas Eléctricas. Quercus. Madrid.
- Forsman, D. 1999. The Raptors of Europe and the Middle East: A Handbook of Field Identification. T & D Poyser. London.
- Friend M. y Franson, J. C. (Tech. Eds). Field Manual of Wildlife Diseases. General Field Procedures and Diseases of Birds. Biological Resources Division. Information and Technology Report 1999–001 US Department of the Interior & US Geological Survey.
- Jenni, L. y Winkler, R. 1994. Molt and Ageing of European Passerines. Academic Press Limited. London.
- Lehman, R. N.; Kennedy, P. L. y Savidge, J. A. 2007. The state of the art in raptor electrocution research: A global review. Biological Conservation 136, pp. 159-174.
- Martínez, J.A.; Zuberogoitia, I. y Alonso, R. 2002. Rapaces Nocturnas. Guía para la determinación de la edad y el sexo en las Estrigiformes ibéricas. Monticola Ed. Madrid.
- Svensson, L. 1996. Guía para la Identificación de los Paseriformes Europeos. SEO/BirdLife. Madrid.

## Agradecimientos

Queremos aprovechar la oportunidad que nos ofrece la publicación de este manual para agradecer su participación a todas aquellas personas que han colaborado con el Proyecto LIFE de tendidos eléctricos hasta la fecha, ya que, como en todos los proyectos que pretenden implicar a toda la sociedad, sin ellas no se hubiera podido realizar:

A Iberdrola, socia y parte integrante fundamental del proyecto, gracias por vuestra dedicación y felicitaciones por el gran volumen de trabajo realizado. En especial a Álvaro Campos, José Luís Solano, Juan López Peña y Juan Carrasco.

A todos los propietarios de líneas eléctricas que han accedido a la corrección de apoyos peligrosos. En especial, a la Confederación Hidrográfica del Segura, que además de colaborar con el proyecto, ha corregido apoyos peligrosos para la avifauna en líneas de su propiedad.

A todos los participantes en la elaboración del borrador del decreto regional y expresamente a los compañeros de la comisión mixta: Daniel Mazón Sánchez, Francisco Vidal Navarro, Eugenio Rosique Pérez, Juan José Puche Martínez, María Ángeles Navarro Aranda, José Antonio Martínez Díez de Revenga y Yolanda Alcántara Jiménez.

A todos los profesores que han participado en los cursos y sesiones técnicas de forma-

ción, especialmente a aquellos que tuvieron que desplazarse hasta Murcia para compartir su experiencia (alfab.): Toni Gallardo, Antonio García, Javier Goitia, Carlos González, Francisco Guil, Jorge Lozano, Agustín Madero, Guillermo Mateo, María Jesús Palacios, Joan Real y Albert Tintó. También realizaron valiosas aportaciones Carmelo Fernández, Paz Azkona, Francisco Hernández y Carmen Ursúa.

Al personal del Centro de Recuperación de Fauna Silvestre El Valle, siempre disponibles para un trabajo no siempre agradable, en especial: Ana Cristina Miñano, Fernando Escribano, Simón Asenjo, Paco Espín, Pedro Martínez, Cristina Calvel y Carlos Micó.

A los Agentes Medioambientales y al Servicio de Protección de la Naturaleza de la Guardia Civil (SEPRONA) que han realizado recogidas de animales accidentados en tendidos eléctricos y propiciado, con sus informes, un mejor conocimiento de la casuística.

Así mismo, a otros muchos compañeros de la Dirección General de Patrimonio Natural y Biodiversidad, en especial a: Andrés Muñoz, Nuria García, Miguel Ángel Martínez-Aedo, José Enrique Martínez, Remedios Illán, Pepa García, Cati Carrillo y personal del Programa de Información al Visitante del Parque Regional Sierra Espuña y del Parque Regional El Valle-Carrascoy.

Otros organismos han colaborado con el proyecto: Federación Regional de Empresarios de Metal, Centro Educativo Medioambiental CEMACAM Torre-Guil, Asociación de Vecinos para el Desarrollo del Garruchal (ADES-GA), y los colegios profesionales o sus delegaciones en la Región de Murcia de: Ingenieros Industriales, Ingenieros Técnicos Industriales, Biólogos, Ingenieros Técnicos Forestales e Ingenieros de Montes.

A todas las empresas colaboradoras que han logrado alcanzar el nivel de exigencia del proyecto, por su dedicación y por haber compartido nuestra ilusión por mejorar.

Otras muchas personas han participado en el proyecto, aunque desgraciadamente no las podemos nombrar de manera personal. A todas ellas, así como a las que torpemente hayamos olvidado mencionar aquí, nos gustaría que sintieran igualmente nuestro agradecimiento por su colaboración.

Este proyecto ha sido cofinanciado mediante el instrumento financiero LIFE para el medio ambiente de la Unión Europea. Nuestro agradecimiento para el personal del Equipo Externo y la Comisión Europea.

## Créditos fotográficos

María Abellán Sánchez: Fig. 2, Tabla 1, 2ª; Fig. 13; Capítulos 3 y 4. Agentes Medioambientales: Fig. 14; Tabla 6, P07 izda. Ester Cerezo Valverde: Tabla 1, 1ª, 3ª y 4ª; Fig. 10 izda.; Fig. 11 centro y abajo; Fig. 12 dcha.; Tabla 6 P02 dcha, P09 dcha; Fig. 19 izda y centro; Fig. 20 arriba dcha. José Manuel Escarabajal Castejón: Tabla 6, P06, P12, P07 izda., P11, CTI izda., P09 izda., P10, CT y P13; Fig. 16; Capítulos 3 y 4. Carlos González Revelles: Fig. 18 aves. Sandra Hervias: Fig. 20 abajo dcha. Remedios Illán Hernández: Fig. 10 dcha.; Fig. 11 arriba; Fig. 12 izda. Inipel: Capítulos 3 y 4. Luís Mariano López: Tabla 1, 5ª; Fig. 18 helicóptero. Andrés Manso Asensio: Capítulos 3 y 4. José Antonio Martínez: Fig. 18 dcha. Alonso Miñano: Fig. 15. Montajes Eléctricos Llamas: Fig. 19 dcha. Jesús Ortín: Fig. 8; Tabla 6 CTI izda. Domingo Rivera Dios: Tabla 6, P02 izda. Fernando Tomás: Águila-azor perdicera p. 17; Fig. 20 arriba izda. Santiago Villa: contraportada.