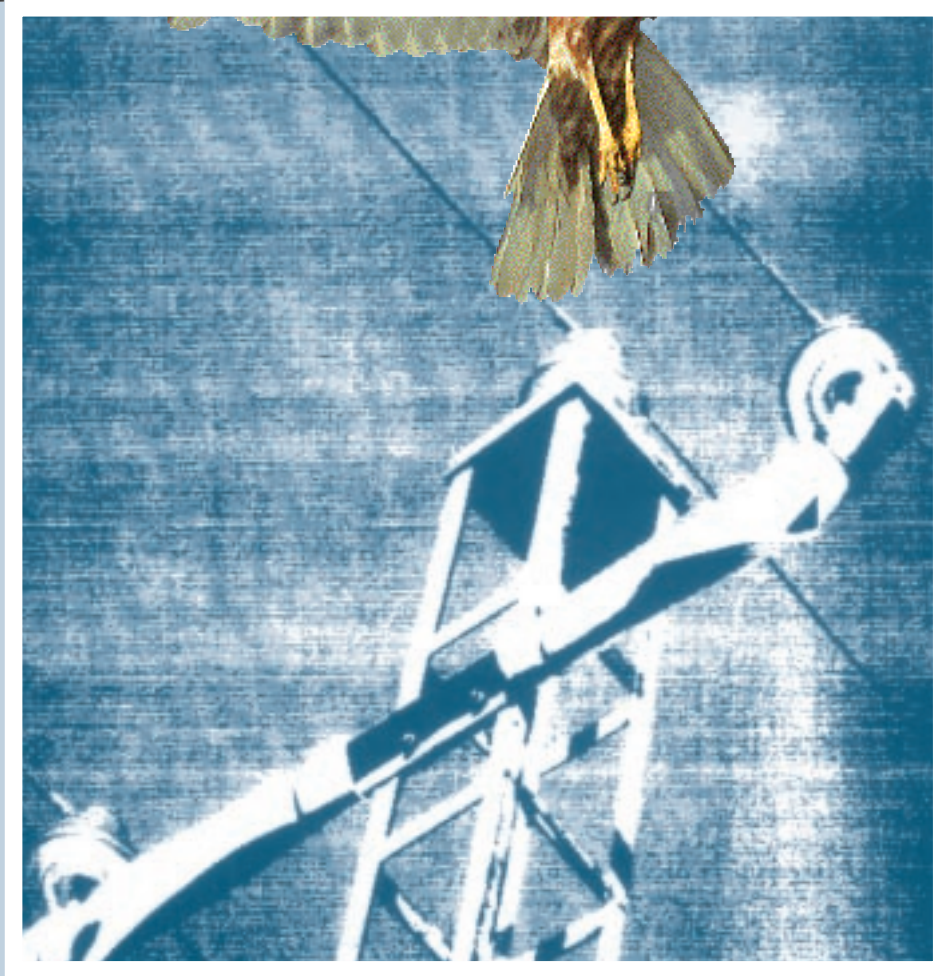
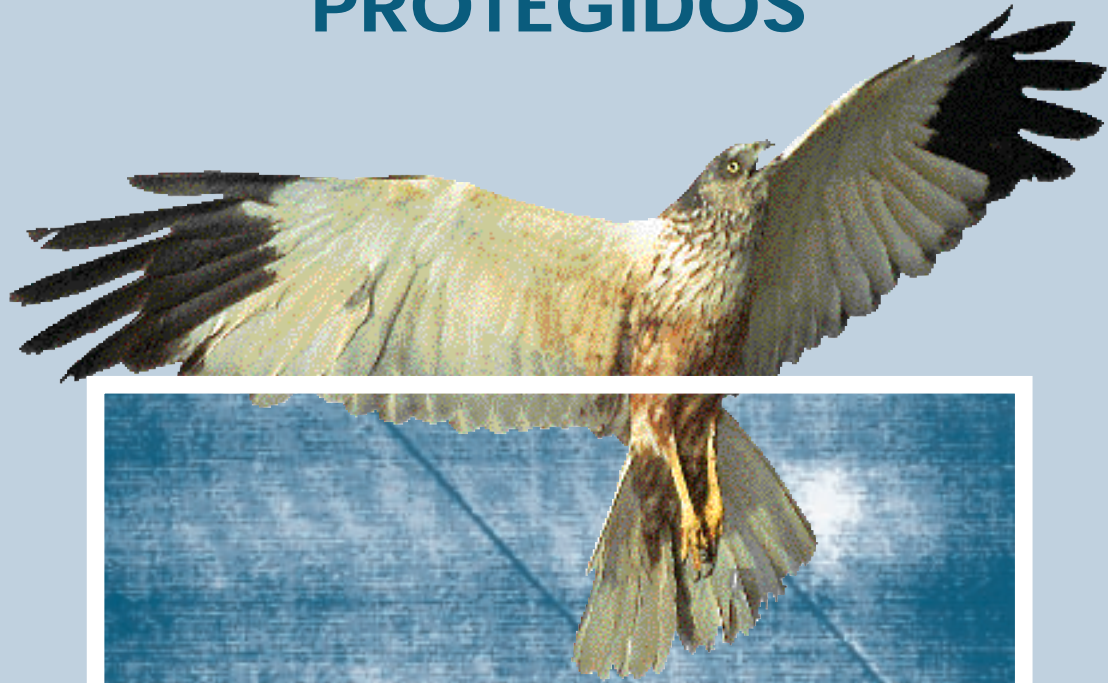


ANALISIS DE IMPACTOS DE LINEAS ELECTRICAS SOBRE LA AVIFAUNA DE ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS



 Sevilla de
Electricidad

 IBERDROLA

REE
RED ELECTRICA

**ANÁLISIS DE IMPACTOS
DE LÍNEAS ELÉCTRICAS
SOBRE LA AVIFAUNA
DE ESPACIOS NATURALES
PROTEGIDOS**

© Compañía Sevillana de Electricidad
Iberdrola
Red Eléctrica de España

Realización:
Asistencias Técnicas Clave, S.L.

Diseño y maquetación:
Asistencias Técnicas Clave, S.L.: Agustín Feliu

Impresión:
Egondi Artes Gráficas, S.A.

Fotografías:
Francisco Márquez (Portada)
Sevillana de Electricidad
Iberdrola
Red Eléctrica

Las empresas eléctricas

Sevillana de Electricidad, Iberdrola y Red Eléctrica de España,
pretenden dar a conocer con este documento un breve resumen
sobre los resultados de un trabajo de investigación finalizado el año 1995,
y que tuvo por objeto conocer en profundidad las causas
de los accidentes que sufren las aves en los tendidos eléctricos
y diseñar medidas eficaces para reducir su incidencia.

TÉCNICOS E INVESTIGADORES QUE HAN PARTICIPADO EN ESTE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Miembros de la Comisión de Seguimiento:

COMPAÑÍA SEVILLANA DE ELECTRICIDAD.....D. Javier Casas
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA.....D. Jorge Roig
IBERDROLAD. Gaspar Gazo
Consejo Superior de Investigaciones CientíficasDr. Miguel Ferrer
Agencia de Medio Ambiente de AndalucíaD^a Rosario Pintos
Agencia de Medio Ambiente de ExtremaduraD. Angel Sánchez
Instituto de Conservación de la NaturalezaD. Rafael Cadenas

Director de la investigación de
la Estación Biológica de Doñana.....Dr. Miguel Ferrer

Por parte de las compañías han participado además en diversos trabajos técnicos de apoyo al proyecto y definición de medidas correctoras, los siguientes técnicos:

- D. Joaquín Muñoz.....COMPAÑÍA SEVILLANA DE ELECTRICIDAD
- D. Jose Luis Larrea
- D. José Ramón Urcelay ..IBERDROLA
- D. Javier Goitia
- D. Víctor NavazoRED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

En la investigación central llevada a cabo por el C.S.I.C. ha tenido una participación destacada el equipo técnico de la empresa consultora A. T. Clave S.L.

El seguimiento del proyecto por parte de O.C.I.D.E. ha sido realizado por D. Joaquín Gortázar.

ESQUEMA DE LA PARTICIPACIÓN DE EMPRESAS Y ORGANISMOS EN EL PROYECTO

Empresas promotoras:

COMPAÑÍA SEVILLANA DE ELECTRICIDAD
IBERDROLA
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

Organismo investigador:

Estación Biológica de Doñana (C.S.I.C.)

Entidades colaboradoras:

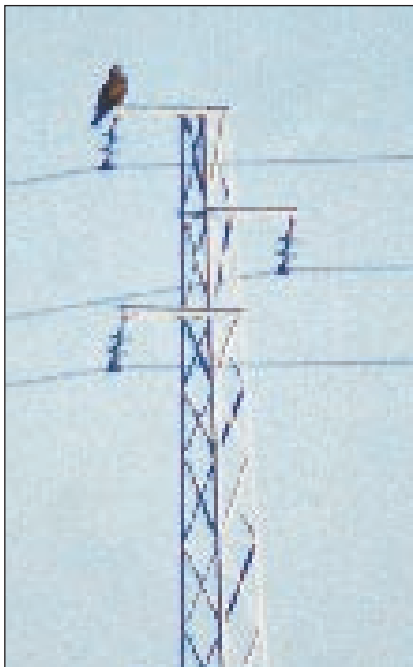
Agencia de Medio Ambiente de Andalucía
Agencia de Medio Ambiente de Extremadura
Instituto para la Conservación de la Naturaleza

Organismo coordinador:

Oficina de Coordinación de la Investigación
y el Desarrollo Electrotécnico (O.C.I.D.E.)

Las empresas promotoras y el organismo investigador han contado con sus propios medios para realizar las tareas de su responsabilidad y con la colaboración de otras empresas que han desarrollado prototipos o realizado diversos trabajos de consultoría.

UNA INVESTIGACIÓN PENDIENTE



Poste eléctrico con aisladores suspendidos.

*Línea de transporte con cable de tierra.
Foz de Lumbier.*



La energía es la fuente originaria de la vida y el combustible necesario para la extensión del bienestar y el desarrollo económico. El hombre prehistórico ya tenía entre sus ocupaciones primordiales el aprovechamiento de la energía natural. La era industrial multiplica exponencialmente las necesidades de energía para el consumo humano y sitúa la capacidad de transportar la energía desde su lugar de origen al consumidor final como un índice inequívoco del desarrollo de nuestras sociedades. Los tendidos eléctricos, convertidos durante la era moderna en componentes elementales de nuestro paisaje, son instrumentos imprescindibles para el transporte de energía entre producción y consumo. Las líneas de tendido eléctrico que transportan la energía desde los centros de producción hasta los centros de transformación o la distribuyen posteriormente hasta los puntos de consumo discurren a menudo por espacios naturales. Una serie de costes ambientales se derivan de este hecho ineludible. El afán por minimizar estos costes ambientales ha puesto de relieve el clásico conflicto entre el correcto funcionamiento de las instalaciones eléctricas (subestaciones y tendidos) y la conservación de la avifauna.

Las aves establecen una estrecha relación con los tendidos eléctricos desde su aparición. Al convertirse en elementos presentes en todo tipo de paisajes, los tendidos y sus apoyos (postes o torres) son utilizados por numerosas especies como posaderos (puntos elevados desde los que se domina visualmente una amplia superficie de terreno), lugares de reposo e, incluso, como plataformas de nidificación. En algunos lugares, la progresiva transformación del medio natural ha supuesto la disminución en el número de soportes naturales en los que muchas aves desarrollan sus actividades: los árboles. Los apoyos de tendidos eléctricos se han convertido así en unos excelentes sustitutos. Esta presencia frecuente de aves en los tendidos suele ocasionar problemas a las instalaciones eléctricas, que no siempre son tenidos en consideración.

Mayor consideración ha merecido, sin embargo, la incidencia de estas instalaciones sobre la avifauna. Y es que las aves, protagonistas destacadas de la sensibilización de la sociedad por la conservación de la naturaleza, pueden ser afectadas directamente por el cableado aéreo del medio natural. Las cifras registradas de accidentes de aves en instalaciones eléctricas han generado preocupación en los agentes sociales públicos y privados relacionados con el transporte y distribución de energía o con la conservación de la naturaleza, así como en los investigadores. Numerosos trabajos científicos han puesto de manifiesto, desde hace años, que los accidentes en líneas eléctricas, colisión y electrocución, constituyen puntualmente una de las causas más importantes de mortalidad de algunas especies de aves y un motivo determinante de la reducción de sus poblaciones. La electrocución de un ave en un tendido se produce por contacto de la misma con dos conductores o, más a menudo, por contacto

con un conductor y derivación a tierra de la corriente a través del poste metálico. La electrocución no es significativa en líneas de tensiones superiores a 66 kV, porque se produce sólo en aquéllas en las que la distancia entre conductores y crucetas es pequeña. Es frecuente, sin embargo, en las líneas de tensiones inferiores, especialmente cuando la cadena de aisladores es muy corta o cuando la disposición de los conductores en el apoyo facilita el contacto simultáneo del ave con el poste y el conductor. Su resultado es casi siempre la muerte del ave. Las de mediana y gran envergadura, y particularmente las rapaces, son víctimas propicias, tanto por su tamaño como por su frecuente utilización de los apoyos como posadero.

El accidente por colisión se produce cuando las aves en vuelo no son capaces de evitar los cables y chocan contra ellos. En la mayoría de los casos, causa su muerte, aunque en algunas ocasiones resultan sólo heridas. La susceptibilidad de las aves a sufrir este tipo de accidentes depende, básicamente, de las características corporales de las distintas especies (envergadura, peso), de sus hábitos gregarios y comportamiento de vuelo, así como de otro tipo de circunstancias, como la reducción de la visibilidad en el entorno de las líneas por causas atmosféricas o el desencadenamiento de reacciones de pánico y huida. Las colisiones se producen en líneas de transporte cuando, en condiciones de escasa visibilidad, las aves remontan el vuelo para evitar los conductores y encuentran el nuevo obstáculo del cable de tierra, de un grosor mucho menor. Entre las especies más afectadas por este tipo de accidente se encuentran las típicamente gregarias, como muchas aves acuáticas y esteparias, las de hábitos crepusculares o nocturnos y las que tienen tendencia a formar acumulaciones temporales en lugares de alimentación. Aunque se han registrado casos de colisiones en el grupo de las rapaces, pueden considerarse excepciones a la regla general.

No conviene olvidar, sin embargo, que, salvo en casos singulares, no es la siniestrabilidad de las aves en tendidos eléctricos la causa más determinante de la regresión de la avifauna silvestre. Su efecto, sin duda relevante, no es comparable al causado por la pérdida generalizada de hábitats, razón principal de la disminución global en diversidad específica, tanto entre las aves como entre otros grupos zoológicos y vegetales.

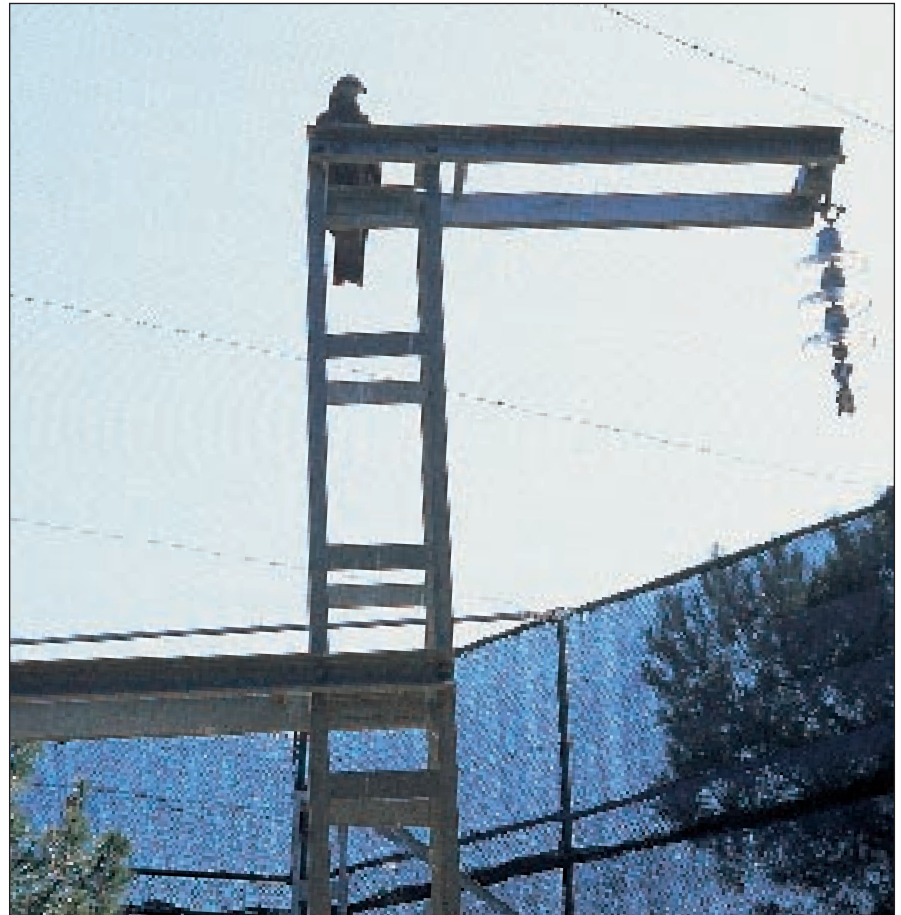
En cualquier caso, los estudios realizados en diversos países sobre el número y filiación de las aves afectadas por la mortalidad en los tendidos ponen de manifiesto la preocupante magnitud que puede alcanzar el problema a escala local y su gran relevancia a nivel mundial. En este contexto, España no es una excepción. Y el valor del patrimonio natural de nuestro país y su gran riqueza ornítica, obligan a emprender medidas correctoras que puedan resolver o paliar esta problemática.

Esta exigencia no es sólo consecuencia de los argumentos conservacionistas. La presencia continuada de aves en los tendidos conlleva frecuentes problemas en la operación y mantenimiento de las redes por parte de las compañías eléctricas. Los excrementos y suciedad que producen las aves en los nidos, o simplemente cuando se posan, pueden causar mermas en la seguridad de las instalaciones. Por otra parte, los cortes de suministro provocados por la electrocución de aves, aunque no frecuentes, repercuten negativamente en la continuidad y calidad del servicio prestado por las redes.

La extensión de la red de tendidos eléctricos que atraviesa espacios naturales hace que la sustitución o modificación generalizada de los apoyos, para evitar o reducir los riesgos de electrocución, o la adopción de medidas correctoras anticolidión en todos los vanos de las líneas sea económicamente inviable. Antes de la realización de esta investigación, se

Poste eléctrico con un puente por encima del travesaño.





Poste con aisladores suspendidos en montaje al tresbolillo en el laboratorio de ensayos de medidas antielectrocución.

habían estudiado aspectos parciales del problema y se había intentado distintas soluciones, pero no se había llegado a cuantificar su magnitud real ni se había encontrado soluciones económicamente viables para las líneas ya instaladas o un diseño seguro y sin costes adicionales para las líneas de nueva construcción.

Los primeros estudios sobre la incidencia de los tendidos eléctricos sobre la mortalidad de las aves y la conservación de las especies se llevaron a cabo en Holanda y Estados Unidos y se concentraron en la siniestralidad por colisión. Posteriormente, hubo estudios sobre la electrocución en España, Alemania y Estados Unidos. Estas investigaciones originales se realizaron a finales de la década de los 70, cuando se empezó a tomar conciencia de la mortandad que los tendidos causaban entre numerosas especies y de las dimensiones preocupantes que este fenómeno podría alcanzar en el caso de las especies protegidas o en peligro de extinción. En estos primeros años, los estudios estuvieron enfocados a la cuantificación de la mortalidad en áreas de gran interés ornitológico y con elevada densidad de tendidos eléctricos y a la identificación del impacto concreto causado sobre especies sensibles y con un estado poblacional precario. Sólo años más tarde se iniciaron investigaciones que permitirán adoptar medidas correctoras antielectrocución y anticolidión.

En España, el estudio y seguimiento de esta problemática ha tenido carácter pionero, gracias a destacadas aportaciones en el conocimiento de sus causas y efectos. En 1982, se alcanzó un hito cuando se lleva a cabo, en el Parque Nacional de Doñana y en su entorno, un seguimiento exhaustivo de la mortalidad de aves en tendidos eléctricos, para evaluar los factores implicados en los accidentes y el efecto causado sobre determinadas poblaciones de aves -rapaces fundamentalmente-, así como

para proponer soluciones. Realizado por la Estación Biológica de Doñana, instituto perteneciente al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (C.S.I.C.), el estudio puso claramente de manifiesto el impacto de algunas líneas sobre especies tan emblemáticas como el águila imperial ibérica. La amenaza de desaparición que se cernía sobre este ave impulsó la rápida adopción de medidas por parte de la Administración del Parque de Doñana y Sevillana de Electricidad. La eficacia de las medidas adoptadas - enterramiento de las conducciones más peligrosas o su sustitución por tendidos de cables trenzados- no se hizo esperar: la mortalidad de los ejemplares jóvenes de águila imperial durante los primeros meses tras el abandono del nido se redujo, en Doñana, desde un 83% a un escaso 20%.

FACTORES RELEVANTES	FACTORES MENOS RELEVANTES
Posición de los aisladores	Altura del apoyo
Presencia de puentes	Disposición de los conductores
Presencia de seccionador en cabecera	Forma de la cruceta
Material de construcción del pilar	Presencia de seccionador en vástago

Factores relacionados con el diseño de los apoyos, que condicionan el riesgo de electrocución.

Desde entonces, se han multiplicado por toda la geografía española, sin la debida coordinación, revisiones de líneas eléctricas para la localización de puntos negros, por acumulación de víctimas, y estudios de interés desigual para identificar factores relacionados con la electrocución y colisión de las aves. La mayoría de estos estudios indagó sólo los elementos descriptivos del problema y sirvió para poner de manifiesto mayores o menores tasas de mortalidad en áreas concretas o en poblaciones de especies determinadas. A medida que se avanzaba en el conocimiento de la dimensión del problema generado por la difícil convivencia entre los tendidos eléctricos y la avifauna, algunas compañías eléctricas dedicaron esfuerzos puntuales para estudiar el problema y buscar soluciones viables desde el punto de vista técnico y económico.

Entretanto las autoridades medioambientales han iniciado actuaciones en este sentido y, tras diversos estudios, unos propios y otros realizados en colaboración, se adoptaron diversas medidas para paliar la situación. La Junta de Andalucía se decantó en 1990 por la formulación de una normativa sobre la construcción de nuevos tendidos en espacios naturales, que completó con la dotación de recursos de apoyo técnico y financiero para la modificación de los tendidos más peligrosos. Esta vía fue seguida por algunas Comunidades Autónomas, mientras que un segundo grupo se decantó por el control de la nueva construcción en el marco de la normativa de impacto ambiental, combinada igualmente con la acción positiva de modificación de tendidos.

A finales de la década de los 80, las condiciones para la colaboración entre los distintos agentes implicados en esta cuestión eran favorables, por lo que, finalmente, tomó cuerpo un ambicioso proyecto de investigación, que se planteó sobre bases rigurosas, para alcanzar los dos objetivos necesarios: conocer con profundidad el problema y encontrar soluciones para resolverlo. Como fruto de la concurrencia de esfuerzos y de la colaboración entre los distintos agentes implicados, el proyecto culminó con éxito en 1995. Los resultados de esta investigación ofrecen, por primera vez, a todos los afectados directa o indirectamente por esta problemática, en España o en otros países, un marco fiable para afrontar las soluciones concretas que mejor se adapten a cada caso, en función de consideraciones técnicas, económicas y ambientales.

Poste eléctrico con seccionador en cabecera.



UN ESFUERZO COORDINADO

En 1991, tres empresas eléctricas españolas, COMPAÑIA SEVILLANA DE ELECTRICIDAD, IBERDROLA y RED ELECTRICA DE ESPAÑA, promovieron un proyecto de investigación, en el marco del Programa de Investigación y Desarrollo Electrotécnico (P.I.E.), coordinado por la Oficina para la Coordinación de la Investigación y el Desarrollo Electrotécnico (O.C.I.D.E.), organismo dependiente del Ministerio de Industria y Energía.

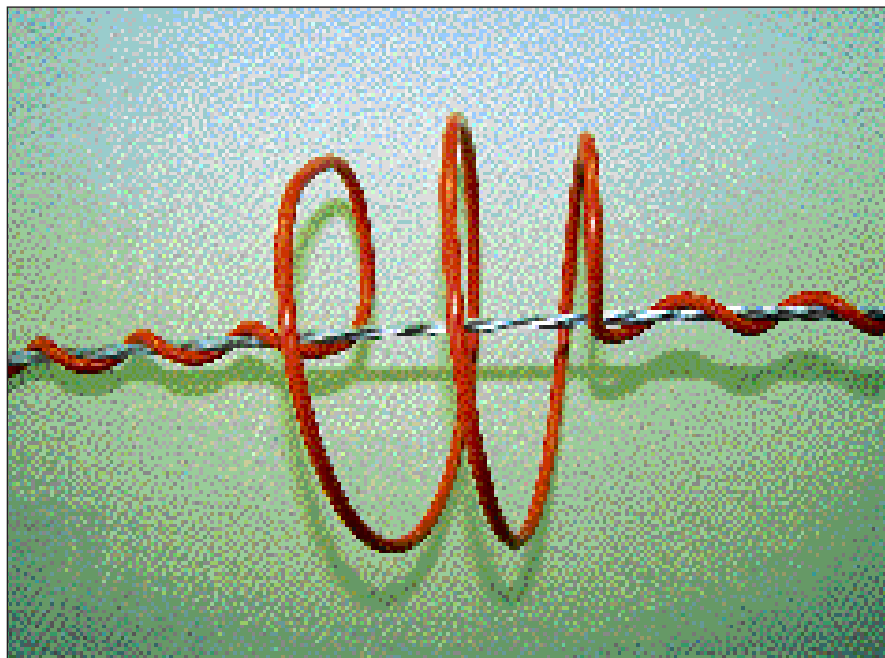
La materialización de esta iniciativa se produjo con la firma de un convenio de colaboración, entre las tres empresas eléctricas y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (C.S.I.C.), que se convirtió en el núcleo principal del proyecto y absorbió el 60% de su presupuesto. La colaboración del C.S.I.C. era imprescindible, porque cuenta con los medios técnicos y humanos necesarios para el óptimo desarrollo de los trabajos y una dilatada experiencia en el campo de la investigación aplicada en este ámbito.

Aparte de los trabajos del C.S.I.C., las empresas promotoras realizaron investigaciones parciales concurrentes con los objetivos del estudio y recopilaron, o desarrollaron, los prototipos de las medidas correctoras que fueron objeto de estudio.

Tres eran, sintéticamente, los objetivos del estudio contemplado en el convenio:

- Valorar cuantitativa y cualitativamente la mortalidad producida por los tendidos eléctricos.

Medida anticollisión espiral naranja.



- Identificar los factores implicados, ver cuadros “Factores condicionantes del riesgo de colisión contra líneas eléctricas” (página 18) y “Factores relacionados con el diseño de los apoyos, que condicionan el riesgo de electrocución” (página 14).
- Desarrollar medidas de protección y variaciones a aplicar en el diseño de los apoyos, que permitan disminuir el impacto de este tipo de infraestructuras sobre la avifauna, un manual sobre valoración de riesgos y soluciones.

El convenio recogía las responsabilidades de las distintas partes en relación con los objetivos del proyecto, correspondiendo a las empresas eléctricas el desarrollo técnico de las medidas correctoras, el suministro de información, el apoyo técnico a la investigación y la aportación económica, con cargo a los fondos del P.I.E. Por su parte, el C.S.I.C., a través de la Estación Biológica de Doñana, se hacía responsable de la dirección científica de los trabajos y de su ejecución material.

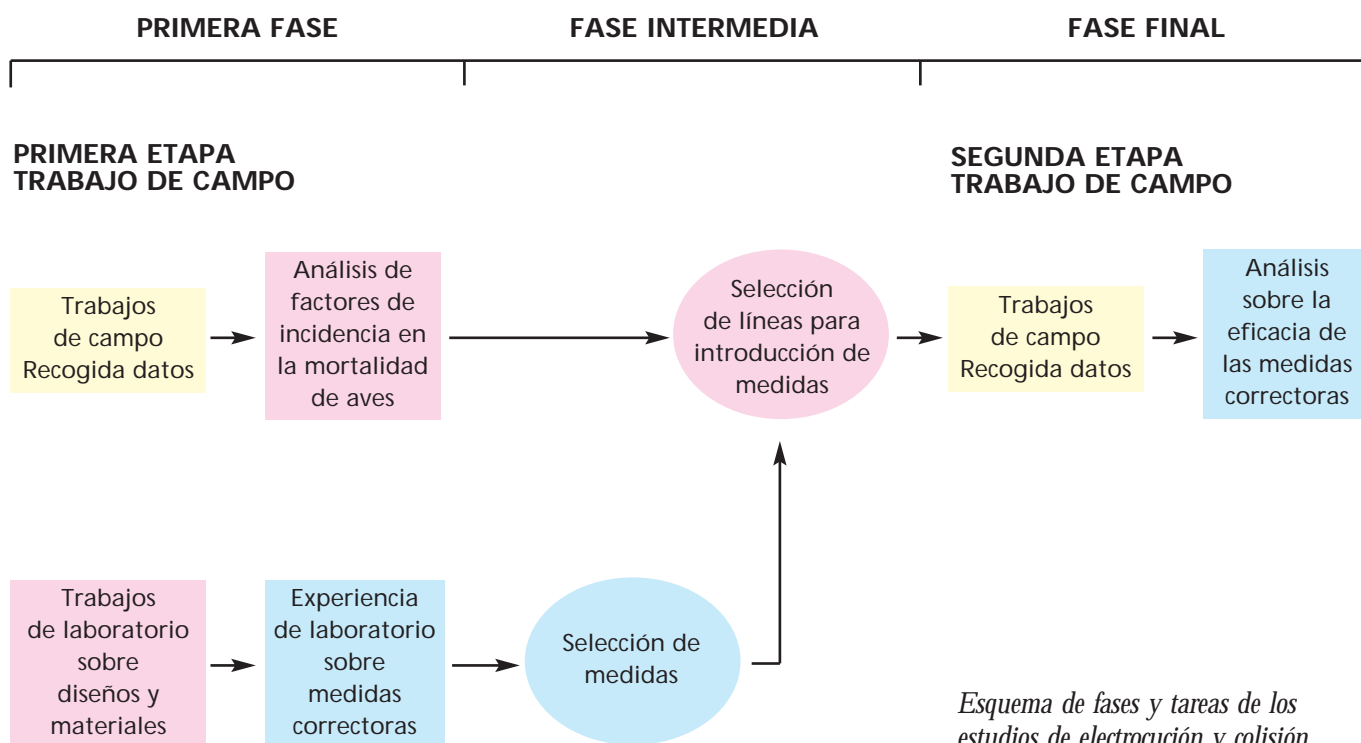
En la puesta en marcha y realización de esta investigación fue decisivo el impulso y apoyo del Instituto para la Conservación de la Naturaleza (en la actualidad Secretaría para el Desarrollo Rural y Conservación de la Naturaleza, M.A.P.A.), que facilitó los medios precisos para el trabajo en laboratorio, y de las Agencias de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía y de Extremadura. A través de las instituciones autonómicas, se obtuvieron autorizaciones y facilidades necesarias para el trabajo de campo y una amplia colaboración en el desarrollo de la investigación.

Representantes de los distintos organismos constituyeron la Comisión de Seguimiento, que se reunió cuatrimestralmente hasta el final del estudio, evaluó su desarrollo e informó el seguimiento del proyecto.

Nunca hasta ese momento se había abordado un estudio de semejante naturaleza y envergadura, que por primera vez expresa una clara voluntad de cooperación entre compañías eléctricas, investigadores y organismos públicos de conservación de la naturaleza en la búsqueda de soluciones eficaces y asumibles, técnica y económicamente, para resolver la problemática derivada del impacto de los tendidos eléctricos sobre la avifauna.



Poste eléctrico con aisladores rígidos.



Esquema de fases y tareas de los estudios de electrocución y colisión.

UN MÉTODO DE INVESTIGACIÓN RIGUROSO

El proyecto de investigación estableció desde el principio una metodología diferenciada para el estudio de los dos tipos de accidentes de aves en tendidos eléctricos, electrocución y colisión, aunque el desarrollo de los trabajos fue simultáneo en el tiempo y en el espacio. Para dar respuesta a los dos primeros objetivos de investigación para la electrocución y la colisión (“Valorar cuantitativamente y cualitativamente la mortalidad producida por los tendidos eléctricos” e “Identificar los factores implicados”) se seleccionaron unas áreas con condiciones apropiadas para caracterizar los factores y realizar un exhaustivo trabajo de campo.

Número de apoyos y vanos de líneas eléctricas muestreados en cada área de estudio.

ÁREA DE ESTUDIO	NÚM. DE APOYOS	NÚM. DE VANOS
Entorno de Doñana	800	-
Sierra de San Pedro	586	-
Monfragüe	572	-
Llanos de Cáceres	800	15
Marismas del Odiel	256	10
Valdecaballeros	-	22
Embalse de Orellana	-	18
La Foz de Lumbier	-	5
Total	3014	70

El método de la investigación correspondiente al tercer objetivo (“Desarrollar medidas de protección y variaciones a aplicar en el diseño de los apoyos”) tuvo un desarrollo diferente según se tratara de la electrocución o de la colisión. Para la evaluación de medidas de protección frente a la electrocución se montó un “laboratorio” donde se observó la conducta de las aves en postes con medidas instaladas. La eficacia de las medidas inicialmente más interesantes fue evaluada finalmente en condiciones reales. Las medidas anticolidión fueron evaluadas directamente por su respuesta en condiciones reales.

Los primeros trabajos de campo se iniciaron en el mes de julio de 1991 y el convenio de colaboración preveía su finalización en diciembre de 1993. Sin embargo, retrasos ineludibles en el desarrollo de algunas tareas técnicas sobre los tendidos y la aparición de elementos no previstos en el planteamiento inicial, pero que podían aportar beneficios añadidos al objetivo de la investigación, impulsaron a la Comisión de Seguimiento a decidir la ampliación de los plazos de ejecución del proyecto, finalmente prorrogados hasta 1995.

Las áreas concretas de trabajo de campo, circunscritas a espacios naturales protegidos, se seleccionaron teniendo en cuenta la densidad y composición de la avifauna, la presencia de una tipología diversa de tendidos eléctricos o su previsible impacto. Para la realización del estudio sobre electrocución, se

FACTORES RELEVANTES	FACTORES MENOS RELEVANTES
Composición de la avifauna	Altura de los apoyos
Características del hábitat	Diseño de los apoyos
Presencia de cables de tierra	Tensión de la línea
Proximidad a puntos de concentración de aves	

Factores condicionantes del riesgo de colisión contra tendidos eléctricos.

eligieron el Entorno de Doñana (Sevilla y Huelva), las Marismas del Odiel (Huelva), los Llanos de Cáceres, la Sierra de San Pedro (Badajoz y Cáceres) y Monfragüe (Cáceres). Asimismo se tuvieron en cuenta los resultados de los estudios realizados con otra metodología en las áreas de dispersión juvenil del águila imperial en las provincias de Cádiz y Huelva, y la Sierra Norte de Sevilla. Los estudios de colisión se desarrollaron en las Marismas del Odiel, en Valdecaballeros y el Embalse de Orellana (Badajoz), en los Llanos de Cáceres y en la Foz de Lumbier (Navarra).

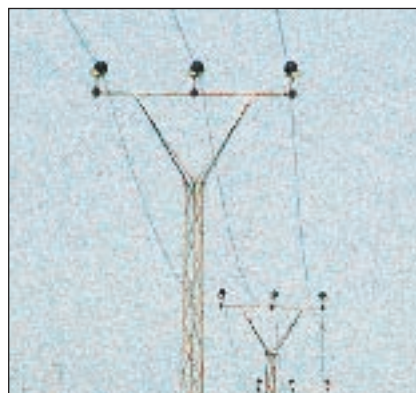
La avifauna de estos espacios tiene características diversas, variando en estructura y densidad: están representadas comunidades de aves de distintos tipos de zonas húmedas, de bosque mediterráneo, de dehesas, estepas, cultivos extensivos y hábitats de montaña. En estos espacios, se seleccionaron 30 km de líneas de transporte y más de 3.000 apoyos de líneas de distribución, propiedad de las compañías promotoras y de particulares. Se trataba, en definitiva, de partir de una amplia diversidad de situaciones en una relación de factores como la densidad y variedad de las especies orníticas, las características ambientales de los hábitats o la peligrosidad potencial de las líneas, entre otros.

El desarrollo de los trabajos de campo se acometió en dos etapas. En la primera, se pretendía cuantificar la mortalidad de aves ocasionada por ambos tipos de accidentes en los ámbitos seleccionados y profundizar en los factores que incidían en la mortalidad, en ausencia de medidas correctoras. Para ello, se realizaron más de 21.000 revisiones de apoyos en todo el conjunto de las áreas de trabajo y se registraron en 520 vanos (tramos entre postes) cerca de 10 millones de m² de terreno en busca de víctimas de colisión. Tras ensayar en el laboratorio las soluciones propuestas en materia de electrocución, se comprobó la eficacia de las que respondieron mejor a las pruebas, en la segunda fase, mediante la revisión mensual de cerca de 300 postes y 14 vanos modificados y de unos 200 postes y otros 16 vanos sin modificar.

La primera etapa del estudio de ELECTROCUCION se desarrolló en dos años. Mediante muestreos bimestrales, que incluyeron un recorrido previo de limpieza, se revisaron los apoyos seleccionados en cada área de estudio y se obtuvieron así datos sobre la variación estacional de la mortalidad de aves. En estos muestreos, se recogieron sistemáticamente las víctimas encontradas, cuyos restos fueron sometidos a un análisis morfológico, para determinar la especie, el sexo y la edad del individuo accidentado. Conjuntamente, se estimó en distintos lugares la tasa de desaparición de restos de aves debida a la acción de los animales carroñeros, deduciéndose, finalmente, la mortalidad real acaecida en cada apoyo durante un período de tiempo determinado.

De forma simultánea, se recopilaron datos que permitían obtener cifras ponderadas de tasas de mortalidad y peligrosidad de las instalaciones, en función de variables como el tipo de ave (especie, edad, sexo...), el tipo de apoyo (estructura del pilar, características de los aisladores, existencia de puentes...), el tipo de hábitat y la densidad de aves en cada zona (estimada a través de censos). Se había logrado, finalmente, una caracterización muy precisa del problema.

Poste eléctrico con aisladores rígidos modificado con la medida antielectrocución forro rígido aislante.



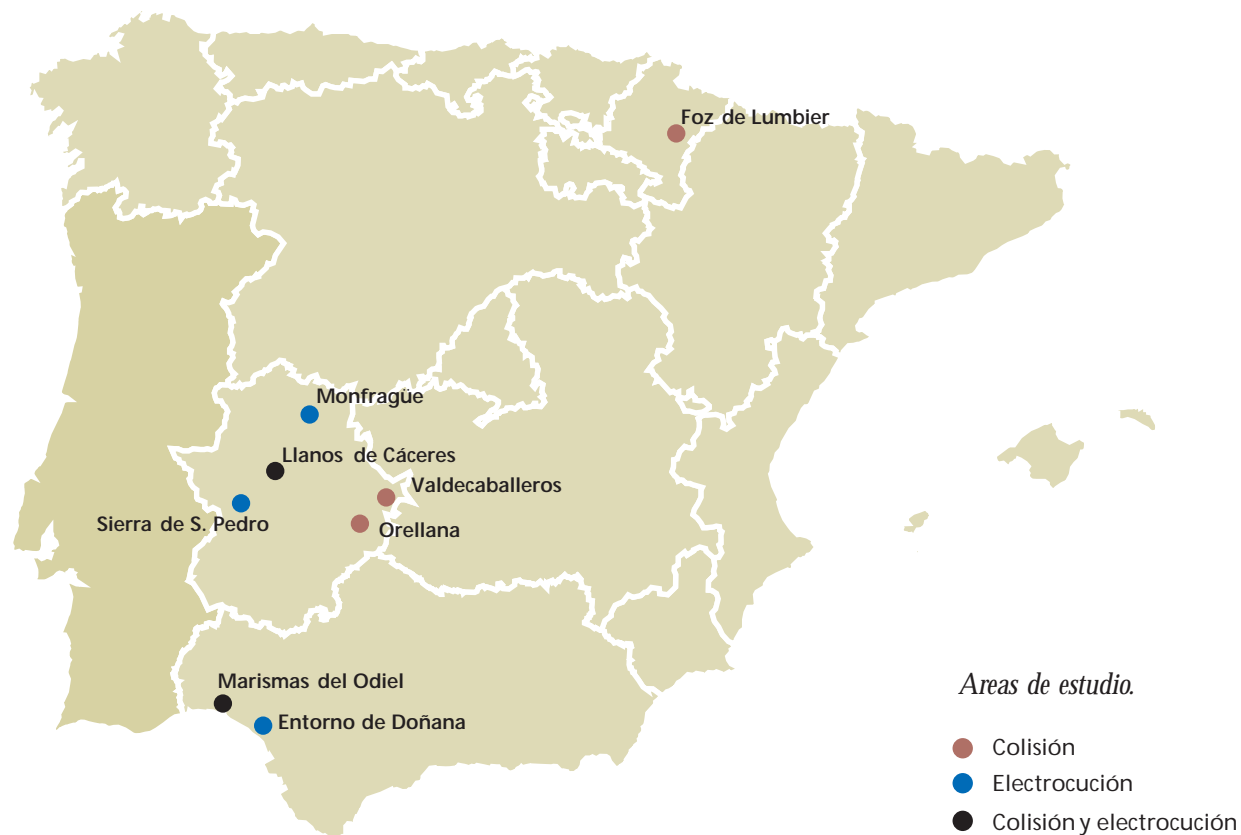
Para las tareas de laboratorio, con las que se pretendía ensayar la eficacia de distintas medidas antielectrocución, se contó con la colaboración del ICONA, que aportó ejemplares del Centro de Recuperación de Fauna Silvestre de El Acebuche (Parque Nacional de Doñana, Huelva) y jaulones en los que se instalaron apoyos con vástagos de 4 metros y conductores entre ambos, en los que se experimentaron las modificaciones necesarias. Las soluciones se instalaron en cinco tipos de postes: cuatro de alineación (postes al tresbolillo con aisladores suspendidos, postes al tresbolillo con aisladores rígidos, postes de bóveda con aisladores suspendidos, postes con aislador rígido y montaje "1") y uno con un seccionador tripolar en cabecera del apoyo. Las modificaciones ensayadas eran prototipos que venían utilizándose sin validación rigurosa de su eficacia o diseñados expresamente por técnicos de las compañías eléctricas promotoras del proyecto.

Dos cámaras de vídeo en filmación continua facilitaron los datos sobre el comportamiento de diferentes especies en los jaulones, la zona del apoyo utilizada para posarse y el tiempo de permanencia en la misma. Se obtuvieron casi 1.000 horas de filmación, que permitieron caracterizar el uso de los apoyos por parte de las especies más susceptibles de sufrir accidentes y realizar una valoración de la eficacia de las distintas medidas, antes de su instalación en apoyos de líneas en tensión.

Una vez constatada la eficacia de las diferentes medidas correctoras experimentadas en los apoyos del laboratorio, se instalaron la que ofrecieron mejor respuesta en una muestra de postes de líneas del Entorno de Doñana, las Marismas de Odiel y los Llanos de Cáceres, mientras se mantenían, en todos los casos, apoyos de control sin modificaciones, que sirvieron de referencia para contrastar los resultados. Con la misma metodología aplicada en la primera fase, se realizaron nuevos muestreos, esta vez mensuales, para determinar tasas de mortalidad en ambos tipos de apoyos.

Víctimas de electrocución registradas en la primera fase del estudio.

ESPECIE	TOTAL
<i>Accipiter gentilis</i> (Azor)	2
<i>Aquila adalberti</i> (A. imperial)	1
<i>Bubo bubo</i> (Búho real)	1
<i>Bubulcus ibis</i> (Garcilla Bueyera)	10
<i>Buteo buteo</i> (Ratonero común)	40
<i>Ciconia ciconia</i> (Cigüeña común)	27
<i>Ciconia nigra</i> (Cigüeña negra)	1
<i>Circaetus gallicus</i> (A. culebrera)	1
<i>Corvus corax</i> (Cuervo)	39
<i>Corvus monedula</i> (Grajilla)	2
<i>Cyanopica cyanus</i> (Rabilargo)	1
<i>Falco peregrinus</i> (H. peregrino)	4
<i>Falco tinnunculus</i> (Cernic. vulgar)	5
<i>Gyps fulvus</i> (Buitre leonado)	1
<i>Hieraetus fasciatus</i> (A. perdicera)	1
<i>Larus fuscus</i> (Gaviota sombría)	1
<i>Milvus migrans</i> (Milano negro)	20
<i>Milvus milvus</i> (Milano real)	24
Milvus spp.	11
<i>Pica pica</i> (Urraca)	1
<i>Strix aluco</i> (Cárabo común)	8
<i>Sturnus unicolor</i> (Estornino negro)	1
<i>Tyto alba</i> (Lechuza común)	6
Indeterminada	11
TOTAL	219



Los datos obtenidos durante estos muestreos y su comparación, mediante procesos estadísticos, con los resultados de la primera fase del trabajo de campo permitió deducir conclusiones concretas y satisfactorias sobre la eficacia real de las medidas correctoras aplicadas.

En el estudio sobre COLISION, las unidades de muestreo objeto de revisión fueron los vanos delimitados por dos apoyos consecutivos y no los postes, como en el estudio sobre electrocución.

Durante la primera etapa del trabajo de campo, el objetivo fue también estimar la mortalidad de aves y su relación con los factores causales, por lo que se desarrolló una metodología similar en cuanto a frecuencia de muestreos, valoración de la densidad de aves, caracterización de las accidentadas, de las líneas y de los hábitats y estimación de las tasas de pérdida de restos por acción de carroñeros y por la ocultación de restos por la vegetación. Se registraba, además, la altitud del vuelo de las aves en relación con la altura de los cables de las líneas estudiadas. Puesto que el ave accidentada puede encontrarse retirada del tendido como consecuencia del impacto de la colisión, el área de muestreo era una banda de 50 metros -limitada por dos líneas paralelas al tendido-, que fue registrada mediante recorridos en zig-zag.

Cuantificada la mortalidad real en los tramos estudiados, se inició, en los últimos meses de 1993, la señalización de un total de 14 vanos de las líneas de las Marismas del Odiel, los Llanos de Cáceres y Valdecaballeros. El conjunto de las soluciones desarrolladas estaba dirigido a hacer más visible el cable de tierra (Valdecaballeros) o los conductores (Cáceres y Odiel). Su instalación entrañó gran dificultad, ya que obligaba a cortes de tensión, que impusieron retrasos en los plazos del proyecto.

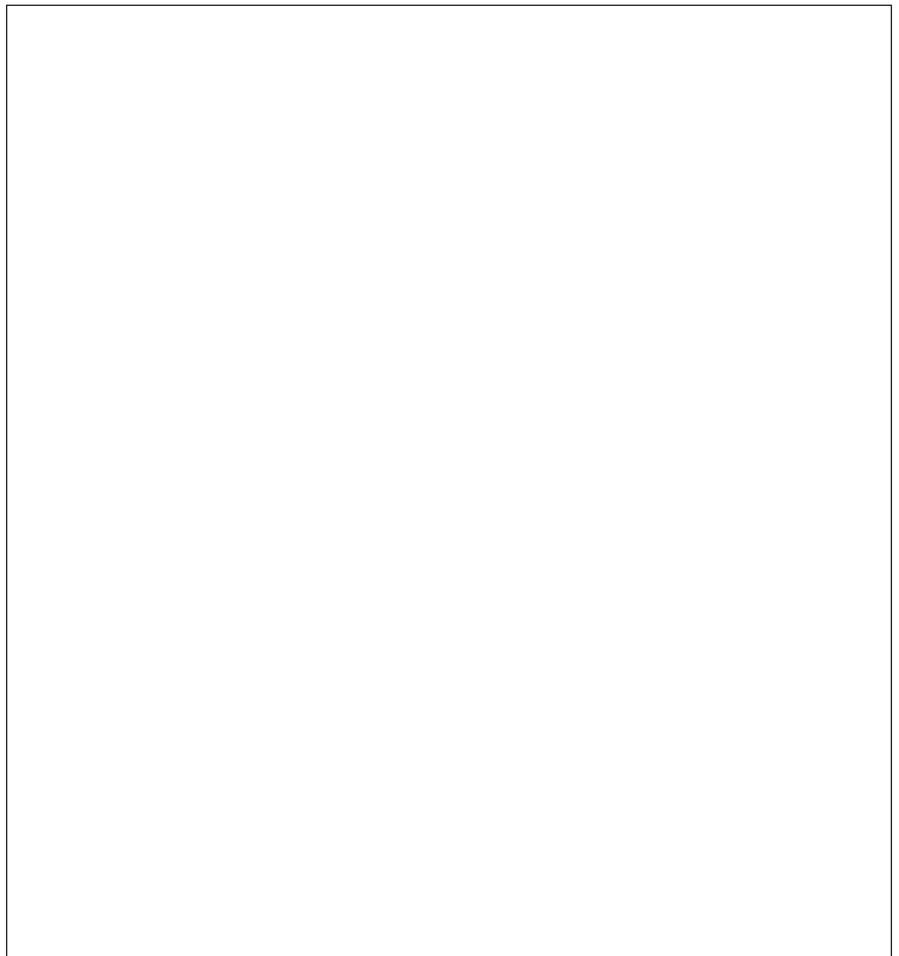
A principios de 1994, se reiniciaron los trabajos de campo. Nuevos recorridos bajo los tramos de las líneas señalizadas aportaron nuevos datos de mortalidad de aves, que permitieron confirmar o descartar la eficacia de las medidas anticolidión ensayadas.

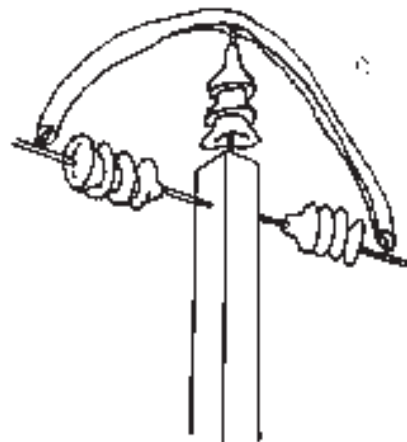
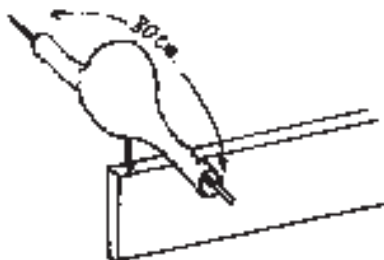
EL ESTUDIO SOBRE ELECTROCUCIÓN

La selección de los ámbitos de trabajo de campo en el estudio de la electrocución tuvo como objetivo reflejar una diversidad de hábitats y comunidades de aves, en los que pudiera darse, a priori, un riesgo elevado de accidentes: las marismas y los montes del Entorno de Doñana, las Marismas del Odiel, las dehesas y el bosque mediterráneo de la Sierra de San Pedro y Monfragüe y los pastizales de características esteparias de los Llanos de Cáceres.

Desde el principio, quedó patente que la forma de realización de los muestreos podía condicionar los resultados: los valores estimados para las tasas de mortalidad de aves en postes eléctricos variaban ampliamente si se consideraban sólo los datos de los recorridos iniciales -de limpieza-, sólo los datos de las revisiones periódicas o bien ambos conjuntos de datos, y según se aplicara o no un coeficiente para corregir el efecto de la desaparición de los restos por la acción de los carroñeros.

Poste con aisladores rígidos en el laboratorio de ensayos de medidas antielectrocución.





Medidas antielectrocución más eficaces.

Resultó obvio que no es posible disponer de tasas de mortalidad completas con un único recorrido de limpieza, porque los datos sólo servirían para la identificación de puntos negros, y que era imprescindible considerar las estimaciones de pérdidas de víctimas que no iban a ser registradas en el trabajo de campo.

Entre todos los factores considerados, a priori, como condicionantes de la electrocución de las aves, destacaron, en primer lugar, las características técnicas de los apoyos.

La evaluación de las dimensiones del problema y la acumulación de datos que relacionaban los accidentes con los tipos de poste se enfrentaba a la ausencia de normalización en el diseño de éstos. Sólo en el ámbito de este estudio se han contabilizado más de ochocientos tipos. El análisis se concentró en la identificación de los efectos de cada uno de los elementos del poste, de esta forma la peligrosidad de cada poste resultará de la acumulación de los elementos de los que está compuesto.

El material de construcción del poste, la disposición de los aisladores o la presencia de puentes por encima de la cruceta superior se revelaron como los más determinantes de la peligrosidad. Los pilares de madera sin cables de derivación a tierra se mostraron más seguros que los metálicos, por ser peores conductores. Los aisladores rígidos, frente a los suspendidos, confieren una gran peligrosidad a los postes y los puentes por encima de la cruceta, ya sea en postes de amarre o en seccionadores, provocan un riesgo mayor de electrocución.

Otras características de los postes, como la disposición de los conductores, la presencia de puentes por debajo de los travesaños o los seccionadores en vástago, son responsables de variaciones menores en la peligrosidad de los apoyos. En este sentido, la presencia en un poste de alguna de las características más peligrosas puede ocasionar una mortalidad de aves hasta 35 veces superior a la estimada para postes sin dichas características.

El análisis del riesgo de electrocución en función de las características técnicas de los apoyos permitió establecer una clasificación de todos los diseños conocidos en cinco categorías de peligrosidad:

1. Postes con seccionador en cabecera de apoyo
2. Postes con uno o más puentes por encima del travesaño
3. Postes con, al menos, un aislador rígido
4. Postes con puentes por debajo del travesaño
5. Postes de alineación con aisladores suspendidos

La amplia casuística en diseños de apoyos se produce, especialmente, en aquellas zonas donde se registra una elevada presencia de líneas de particulares. Estas líneas presentan, además, la mayor concentración de diseños peligrosos para las aves.

Pero toda estimación del riesgo de electrocución es relativa, en la medida en que la peligrosidad de un poste depende, finalmente, de la presencia en su entorno de aves susceptibles de posarse sobre el mismo. En este sentido, no se constató una clara relación entre la abundancia de aves en las áreas de

Poste eléctrico con puentes por debajo del travesaño.



Tasas medias de mortalidad (número de ejemplares por apoyo y año) estimadas para distintos diseños básicos de apoyos de líneas de distribución.

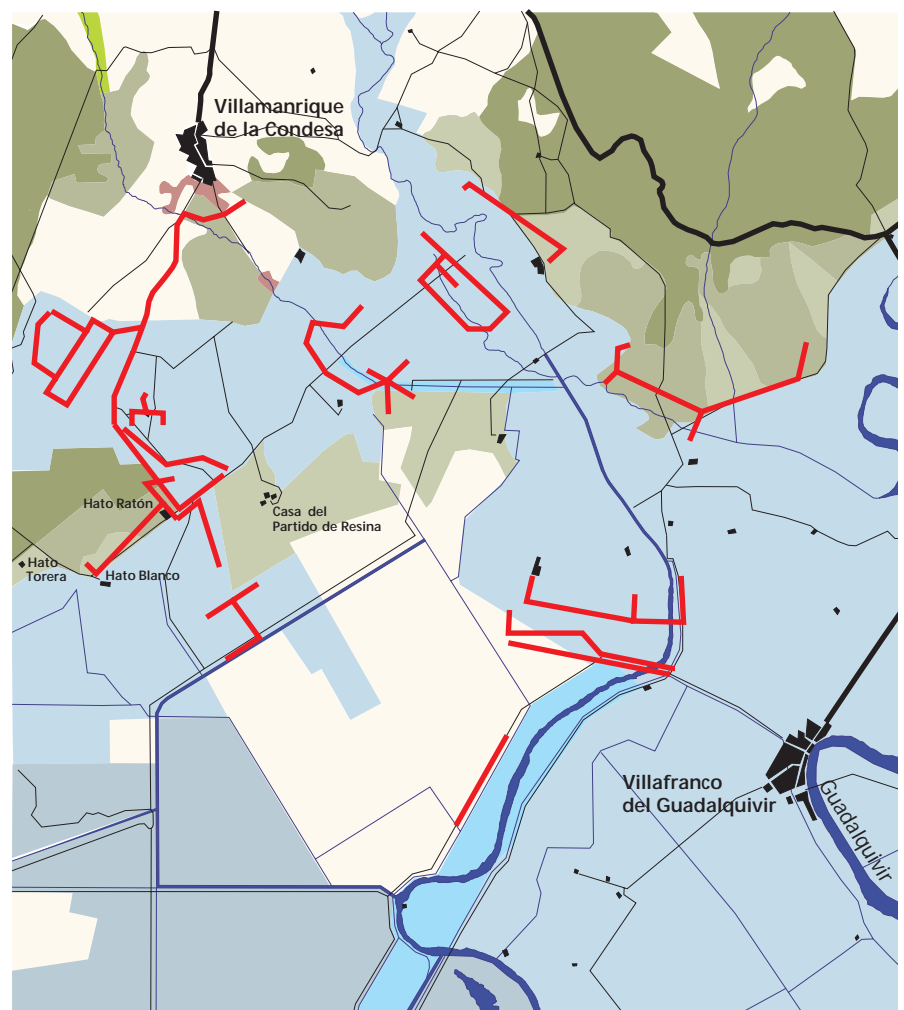
DISEÑOS BÁSICOS DE APOYO	AVES/AÑO
Poste de alineación con aisladores suspendidos	0.03
Poste de alineación con aisladores rígidos	0.38
Poste de amarre con puentes por debajo	0.12
Poste de amarre con puentes por encima	1.12
Poste con seleccionador en cabecera	1.12

trabajo y la mortalidad registrada. La composición específica de la avifauna en las áreas estudiadas y las diferencias de comportamiento entre especies aparecieron como factores más decisivos.

Las aves más susceptibles de sufrir accidentes de electrocución son las que utilizan posaderos elevados con más frecuencia. Es el caso de las rapaces diurnas -que acumulan más de la mitad de la mortalidad registrada-, los córvidos, las cigüeñas o las rapaces nocturnas. Entre estas especies, el tamaño actúa también como factor de peligrosidad. La electrocución es más frecuente en las aves de gran envergadura, que pueden establecer contacto con conductor y poste con más facilidad.

Las experiencias en laboratorio demostraron que, en líneas de simple circuito, el apoyo al tresbolillo con aisladores suspendidos y, sobre todo, el conocido como “canadiense” (aisladores suspendidos, con disposición de los conductores al tresbolillo y con crucetas inclinadas) son los más seguros para todo el conjunto de especies. Esta comprobación permite afirmar que

Localización de líneas de estudio en relación con el hábitat. Parque Natural del Entorno de Doñana.



ELEVADO	MEDIO	BAJO
<ul style="list-style-type: none"> • Bosques • Dehesas • Zonas húmedas • Monte bajo 	<ul style="list-style-type: none"> • Cultivos cerealistas extensivos • Eriales • Pastizales 	<ul style="list-style-type: none"> • Eucaliptales • Cultivos • Hábitats humanizados
ELEVADO	MEDIO	BAJO
<ul style="list-style-type: none"> • Dehesas abiertas • Zonas húmedas • Estepas • Vertederos 	<ul style="list-style-type: none"> • Cultivos cerealistas extensivos • Eriales 	<ul style="list-style-type: none"> • Bosques • Monte bajo • Cultivos • Hábitats humanizados

Niveles relativos de riesgo de electrocución asociados a distintos grupos de hábitats.

Niveles relativos de riesgo de colisión asociados a distintos grupos de hábitats.

existen diseños de postes adecuados para minimizar el riesgo de electrocución en los tendidos de nueva instalación.

Otras medidas encaminadas a reducir el riesgo de electrocución fueron ensayadas en el laboratorio. Se experimentaron soluciones disuasoras (cuyo objeto es dificultar que las aves se posen en los lugares más peligrosos del apoyo), de aislamiento de los conductores y/o los postes y las mixtas de disuasión y aislamiento, con costes, eficacia y dificultades de instalación variables.

El aislamiento de crucetas o aisladores y conductores, en los postes con aisladores rígidos, así como la protección de toda la estructura del seccionador, en los postes de seccionador tripolar en cabecera, resultaron las medidas más eficaces. El grupo de las disuasoras, ensayadas sólo en postes con aisladores suspendidos, ofreció resultados menos satisfactorios. Pero fue, sin duda, el trabajo de campo el que demostró la fiabilidad de las diferentes medidas. En los tipos de postes más frecuentes se ensayaron ocho medidas diferentes. El resultado del grupo de las disuasoras, instaladas en postes con aisladores suspendidos y dispuestos al tresbolillo, fue poco concluyente, por lo que se carece de bases firmes para recomendar la instalación de medidas de protección en este tipo de postes. Otras medidas disuasoras instaladas en postes con puentes por debajo (“pletinas” disuasorias) y en seccionadores en cabecera (“varillas”) tampoco arrojaron resultados que permitan obtener conclusiones definitivas sobre su eficacia. Las medidas aislantes se mostraron, en conjunto, mucho más eficaces, tanto las instaladas sobre postes con aisladores rígidos (forrado del aislador y del conductor en postes con montaje “0” o placa aislante bajo el aislador central y manta cubriendo los brazos laterales de la cruceta en postes con montaje “1”), como en postes con puentes por encima (que se aislaron con mantas de geo-textil).

En cualquier caso, las medidas antielectrocución no resultaron igualmente eficaces para todo tipo de especies: en postes modificados la siniestrabilidad de las rapaces pequeñas se redujo en menor medida que la de rapaces de mayor tamaño.

La eficacia permanente de las medidas se encuentra condicionada, en todo caso, por la durabilidad de los materiales y la permanencia de las condiciones de instalación de los dispositivos. Por ello, es muy importante que se establezcan procedimientos de seguimiento y control para garantizar la consecución de los efectos perseguidos con estas medidas, y emplear cuando sea posible, dispositivos poco sensibles a la degradación, tales como barreras disuasoras de la posada. En tendidos de nueva instalación la mejor solución son los diseños seguros que combinan eficacia y permanencia, tales como el apoyo tipo “canadiense”.

Línea eléctrica modificada con la medida anticolidión tiras de neopreno

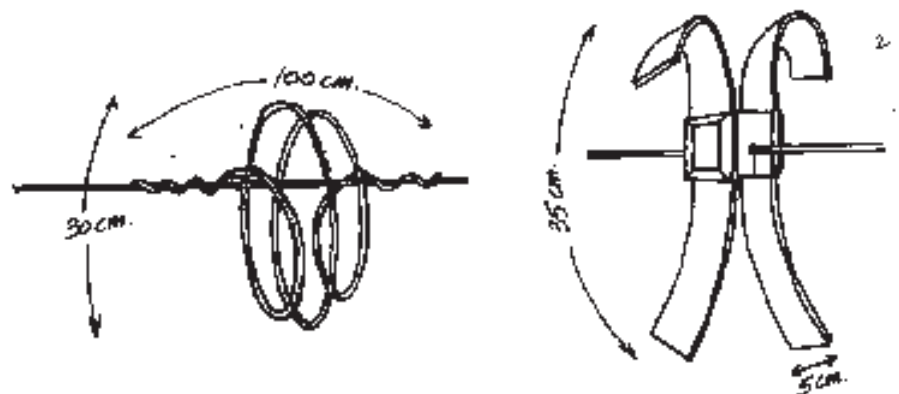


EL ESTUDIO SOBRE COLISIÓN

Los trabajos desarrollados en relación con el riesgo de colisión demuestran que la incidencia global de los tendidos eléctricos de transporte sobre la avifauna se revela proporcionalmente baja, especialmente muy localizada y, hasta cierto punto, fácilmente mitigable mediante la señalización del cable de tierra o los conductores. Su mayor impacto se asocia a la presencia de poblaciones de especies muy susceptibles de sufrir este tipo de accidentes.

Las áreas seleccionadas para este estudio representan diferentes hábitats en los que cabía esperar una elevada frecuencia de este tipo de accidentes: una marisma de litoral densamente poblada por especies orníticas (Marismas del Odiel), un embalse interior frecuentado por aves acuáticas (Orellana), dehesas con elevada presencia de grullas y otras especies invernantes (Valdecaballeros), zonas abiertas de pastizal con una avifauna de características esteparias en la que destacan las avutardas (Llanos de Cáceres) y un área de montaña con una densa y variada comunidad de rapaces (Foz de Lumbier).

Medidas anticolidión más eficaces.



Los resultados ponen de manifiesto claras diferencias entre las tasas de mortalidad por colisión en cada una de estas áreas: los valores brutos registrados oscilan entre ninguna víctima, en la Foz de Lumbier, y las 25 por kilómetro de línea y año en el tramo más peligroso de una línea de distribución en las Marismas del Odiel.

La variabilidad registrada parece estar muy relacionada con las características de los hábitats cruzados por las líneas y con las especies de aves presentes y su comportamiento, más incluso que con las propias características de los tendidos eléctricos. En cualquier caso, algunos aspectos técnicos y físicos de los tendidos parecen tener relación con la siniestralidad de las aves. Así, un factor que otros estudios apuntan como condicionante de la peligrosidad de una línea es la presencia o ausencia de cables tierra, ya que el mayor número de colisiones se produce contra ellos. El número de planos horizontales o niveles delimitados por los cables podría influir también en el riesgo de colisión, porque determina, en

Víctimas de colisión registradas durante la primera fase del estudio.

ESPECIE	NÚM. EJEMPLARES
<i>Anas platyrhynchos</i> (Anade real)	3
<i>Chlidonia niger</i> (Fumarel común)	5
<i>Ciconia ciconia</i> (Cigüeña común)	8
<i>Columba palumbus</i> (Paloma torcaz)	9
<i>Gallinula chloropus</i> (Polla de agua)	1
<i>Grus grus</i> (Grulla común)	11
<i>Gyps fulvus</i> (Buitre común)	1
<i>Larus fuscus</i> (Gaviota sombría)	1
<i>Larus ridibundus</i> (Gaviota reidora)	1
<i>Otis tarda</i> (Avutarda)	16
<i>Otis tetrax</i> (Sisón)	10
<i>Phoenicopterus ruber</i> (Flamenco)	5
<i>Phylloscopus sp.</i> (Mosquitero sp.)	2
<i>Vanellus vanellus</i> (Avefría)	1
Indeterminada	2
TOTAL	86

definitiva, la magnitud del obstáculo, aunque no se han obtenido conclusiones firmes sobre esta cuestión.

Los resultados de la investigación han demostrado que existen especies poco susceptibles de sufrir colisión (rapaces y córvidos, por ejemplo) y otras muy propensas a este tipo de accidente (avutardas, sisones, grullas comunes, flamencos, cigüeñas y ciertas acuáticas), por las características de su vuelo, tamaño y comportamiento gregario, o por su tendencia a formar concentraciones temporales en lugares de cría y/o alimentación.

Aspectos metodológicos como la frecuencia de los muestreos, el tamaño de la banda de terreno rastreada o el entrenamiento de los observadores en la detección de víctimas o restos de aves condicionan subestimaciones o sobreestimaciones de la mortalidad de determinadas especies o categorías de tamaño de ave. Así, por ejemplo, un único muestreo inicial o de limpieza se ha revelado como insuficiente.

Una aproximación realista a la estimación de la pérdida de restos por carroñeros es indispensable para la ponderación ajustada de las tasas de mortalidad.

Las medidas anticolidión ensayadas mostraron niveles de eficacia muy dispares. En general, y según los resultados de otros estudios, puede afirmarse que el tamaño del dispositivo de señalización no tiene una influencia directa en la bonanza de los resultados, aunque sí su frecuencia a lo largo de las líneas.

De las tres medidas experimentadas, la instalación de espirales blancas de 30 centímetros de diámetro -dispuestas en el cable de tierra al tresbolillo cada 10 metros- se ha revelado la más eficaz. Las abrazaderas colgantes de plástico negro -de 70 centímetros de longitud e instaladas en grupos de tres cada 15 metros en el conductor central de una línea de distribución con apoyos de diseño de bóveda- mostraron escasa eficacia en las condiciones ensayadas.

Por último, la instalación de tiras de neopreno negro de 35 centímetros -sujetas a los conductores laterales por tacos de plástico cada 20 metros en una línea con apoyos en pórtico sin cable de tierra- resultó eficaz, como señalización anticolidión, para la práctica totalidad de las aves presentes en el entorno de la línea donde se ensayó, salvo para las avutardas, una especie cuya siniestrabilidad en las líneas eléctricas es, por el momento, un problema pendiente.

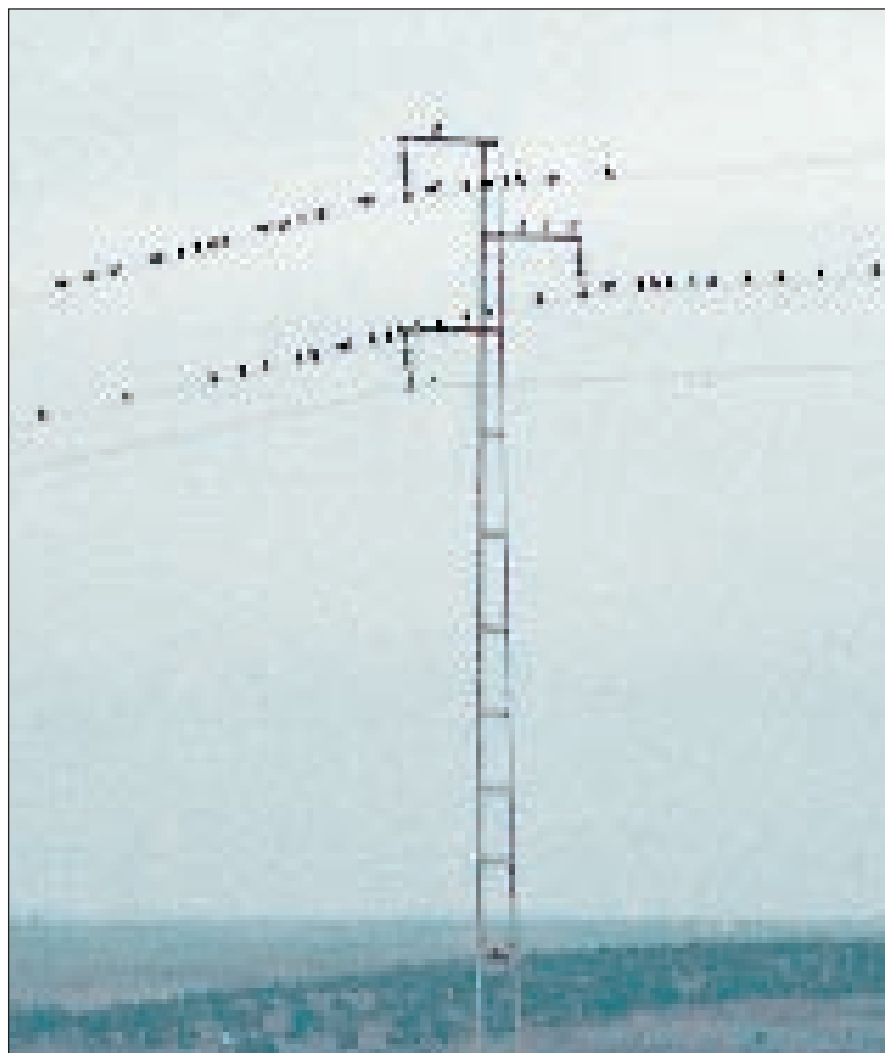
EL FUTURO

La investigación ha permitido aplicar una metodología específica para la identificación de la incidencia de los tendidos eléctricos sobre la avifauna, con muestreos adecuados y un tratamiento científico riguroso de los datos recogidos en el campo.

Se ha conseguido caracterizar la problemática de muerte de aves, constatar su magnitud, identificar las especies y grupos de aves más sensibles, analizar la influencia de distintos factores sobre las tasas de mortalidad y ensayar un catálogo de medidas correctoras para proponer, finalmente, las más eficaces. De ahí que los resultados obtenidos y las soluciones propuestas constituyen un referente fundamental para cualquier actuación futura en esta materia.



Aves posadas en postes con aisladores suspendidos.



La limitación de las áreas de estudio a espacios naturales protegidos y el mayor detalle del trabajo sobre especies que pertenezcan al grupo de las amenazadas, protegidas o en peligro de extinción, no resta validez general a los resultados. Al contrario, estos resultados pueden aplicarse a cualquier espacio y al conjunto de especies orníticas.

El trabajo realizado tiene un enorme interés para los organismos públicos implicados en la conservación del patrimonio natural, las entidades conservacionistas, las propias compañías eléctricas y la empresas que instalan tendidos para particulares, que pueden encontrar en sus conclusiones soluciones fiables y de bajo coste para suprimir o mitigar el impacto de los tendidos sobre las aves y, al mismo tiempo, resolver los problemas asociados en la operación y mantenimiento de las redes. Muchas acciones emprendidas para la protección de la avifauna del impacto de los tendidos eléctricos no estaban apoyadas, hasta ahora, en estudios previos que avalaran con suficientes garantías las medidas correctoras de las que se disponía. Esta incertidumbre motivaba retrasos continuos en su adopción. Los dispositivos comerciales antielectrocución tenían una eficacia muy discutible, mientras que la mayoría de las soluciones correctoras, como el enterramiento de las líneas o la utilización de cables trenzados, eran complejas y caras.

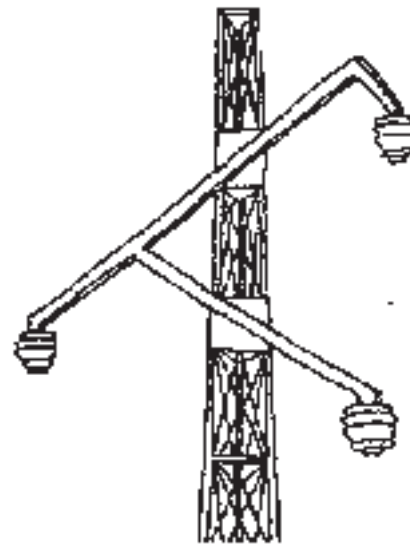
Las soluciones propuestas desde esta investigación son más sencillas, eficaces y baratas y es posible su instalación en una gran número de postes con costes reducidos en materiales y tiempos de ejecución. Los prototipos de protección experimentados están ensayados para su uso en líneas ya existentes y de forma universal, con independencia del tipo de poste o tensión.

Las compañías eléctricas promotoras de la investigación adoptaron las conclusiones preliminares del estudio incluso antes de su finalización. Sus tendidos se encuentran ya entre los más seguros de nuestra geografía, un hecho que contrasta con la elevada peligrosidad de los tendidos de distribución de particulares. La resolución de este problema reclama la intervención de la Administración Pública, que debe exigir la instalación de diseños seguros en las líneas de nueva construcción o impulsar la modificación de las que ya están en funcionamiento. Para este cometido, el **“Manual para la Valoración de Riesgos y Soluciones”** -elaborado al fin de la investigación- es el documento básico de referencia, donde se pueden encontrar las soluciones más adecuadas para cada tipo de instalación.

Una de las conclusiones más importantes del proyecto ha sido constatar que la mayoría de los accidentes se produce en un reducido número de postes (electrocución) y vanos (colisión). La información de la que ahora se dispone permite identificar estos postes potencialmente más peligrosos, proponer las modificaciones más adecuadas y predecir la reducción de mortalidad que se producirá.

Los resultados del proyecto ofrecen además la posibilidad de predecir las dimensiones relativas de la mortalidad de aves en tendidos eléctricos en un área natural específica -conocidas, previamente, la composición de la avifauna, las características del hábitat y las de los tendidos eléctricos presentes-, identificar los puntos negros por acumulación de accidentes y proponer las soluciones más adecuadas. Si, hasta ahora, estas tareas exigían años de dedicación y un esfuerzo considerable de inversión, hoy es posible hacerlo con un número de muestreos mínimo y costes reducidos.

Un caso práctico, correspondiente a un espacio natural concreto, ilustra la relevancia de los resultados obtenidos. Supongamos un Parque Natural de primera importancia ornitológica, en el que cabe esperar una elevada incidencia de los tendidos eléctricos sobre las aves. Este Parque estaría



Diseño de poste considerado como el más seguro: cruceta canadiense con aisladores suspendidos.

atravesado por seis tendidos de transporte de electricidad y una red de distribución de unas 300 líneas y más de 4.000 apoyos. La identificación y corrección del impacto en este espacio habría supuesto varios años de trabajo, un coste económico muy importante y, posiblemente, la modificación innecesaria de apoyos y vanos de escasa peligrosidad y la aplicación de medidas caras y de dudosa eficacia.

Las conclusiones de la investigación llevada a cabo, aplicadas a este caso hipotético, permiten predecir una reducción del 40% en la mortalidad de aves, en este Parque Natural, con la instalación de medidas correctoras en sólo una décima parte de los apoyos de las líneas de distribución, y una reducción del 75% con la modificación de una cuarta parte de los apoyos.

Se conocería sobre qué postes hay que actuar para alcanzar estos porcentajes, y qué medida es la que habría que aplicar en cada uno.

Las conclusiones de esta larga investigación serán un referente ineludible en la ejecución de proyectos concretos de conservación de la avifauna mediante la reducción de la peligrosidad de tendidos existentes, el diseño de nuevos tendidos eléctricos o la elaboración y aplicación de normativas legales.

Para cualquier información sobre
este proyecto de investigación o relativa al
“Manual para la valoración de riesgos y soluciones”,
pueden dirigirse a:

Planificación de Distribución
de Sevillana de Electricidad.

Tel.: (95) 441 73 11

Servicio de Medio Ambiente
de Red Eléctrica de España.

Tel.: (91) 650 20 12

Área de Innovación Técnica
y Medio Ambiente
de la Dirección de Distribución
y Clientes de Iberdrola.

Tel.: (94) 416 60 00

Grupo de Biología de la Conservación
Estación Biológica de Doñana
Consejo Superior de Investigaciones Científicas

Tel. (95) 423 23 40

Secretaría para el Desarrollo Rural
y la Conservación de la Naturaleza.

Tel.: (959) 44 86 40

Agencia de Medio Ambiente
de Andalucía.

Tel.: (95) 448 02 00

Agencia de Medio Ambiente
de Extremadura.

Tel.: (924) 38 14 15

