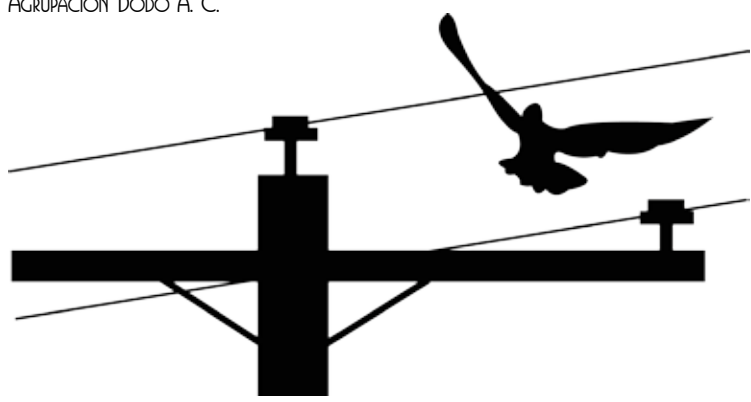




PRINCIPALES CONFLICTOS ENTRE AVES Y LÍNEAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA:

ACCIONES DE MITIGACIÓN Y OTRAS SOLUCIONES PARA LA CONSERVACIÓN DEL ÁGUILA REAL Y OTRAS RAPACES.

PATRICIA MANZANO FISCHER
AGRUPACIÓN DODO A. C.



COMISION NACIONAL DE
ÁREAS NATURALES
PROTEGIDAS



FELIPE CALDERÓN HINOJOSA
Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos

JUAN RAFAEL ELVIRA QUESADA
Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales

ERNESTO ENKERLIN HOEFLICH
Comisionado Nacional de Áreas Naturales Protegidas

DAVID GUTIÉRREZ CARBONELL
Director General de Operación Regional

ÓSCAR MANUEL RAMÍREZ FLORES
Director de Especies Prioritarias para la Conservación

COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS
Camino al Ajusco 200, 3er. Piso Col. Jardines en la Montaña
Del. Tlalpan, C.P. 14210 México, D.F.
www.conanp.gob.mx, info@conanp.gob.mx

CONTENIDO
Patricia Manzano Fischer
Agrupación Dodo A.C.

CORRECCIÓN DE ESTILO
Hermann List Eguiluz

FOTOGRAFÍA
©Rurik List, ©Patricia Manzano, ©Eduardo Ponce Guevara, ©Rodrigo Sierra Corona, ©Tyco Electronics

DISEÑO GRÁFICO E ILUSTRACIONES
Andrea Chong

SEMARNAT/CONANP, 2007





ÍNDICE

I. Introducción	7
1. Estadísticas sobre pérdidas causadas por los continuos cortes de energía	8
II. Principales conflictos entre aves y líneas eléctricas	10
1. Electrocuación	10
1.1 Electrocuación de aves en el mundo	11
1.2 Electrocuación de aves en México	14
1.3 Por qué se electrocutan las aves	16
1.4 Qué especies se electrocutan	19
1.5 Áreas críticas	20
1.6 Soluciones al problema	21
1.7 Diferentes tipos de líneas de distribución	21
- Una fase	
- Trifásicas	
1.8 Elementos de las estructuras	22
- Postes	
- Crucetas	
- Aisladores	
1.9 Diferentes estructuras	28
- Terminales, terminales dobles, de deflexión y esquinas	
- Transformadores	
- Picos contra aves	
- Guardaperchas	
- Cubiertas para boquillas	



2. Colisión	34
2.1 Colisión de aves en líneas eléctricas	35
2.1.1 Por qué colisionan las aves	36
2.1.2 Qué especies pueden colisionar con los tendidos eléctricos	36
2.2 Áreas críticas	37
2.3 Soluciones al problema	38
2.3.1 Guía de modificaciones en las diferentes estructuras que conforman las líneas de energía eléctrica para evitar la colisión de aves.	38
2.4 Colisión de aves en turbinas eólicas	41
3. Contaminación y daño por excretas	43
3.1 Contaminación por excretas de aves en el mundo	43
3.2 Principales afectaciones	43
3.3 Qué especies están involucradas	45
3.4 Áreas críticas	45
3.5 Soluciones al problema	46
3.5.1 Guía de modificaciones en las diferentes estructuras que conforman las líneas de energía eléctrica para evitar la contaminación y daño por excretas	46
4. Nidos en estructuras	48
4.1 Principales afectaciones	48
4.2 Qué especies están involucradas	48
4.3 Áreas críticas	48
4.4 Soluciones al problema	49
4.4.1 Guía de modificaciones en las diferentes estructuras que conforman las líneas de energía eléctrica para evitar la anidación.	49



5. Daño a cable de fibra óptica	50
5.1 Principales afectaciones	50
5.2 Qué especies están involucradas	51
5.3 Áreas críticas	51
5.4 Soluciones al problema	51
5.4.1 Guía de modificaciones en las diferentes estructuras que conforman las líneas de energía eléctrica para evitar los daños en líneas de transmisión	51
III. Agradecimientos	52
IV. Referencias	53
V. Bibliografía	55
VI. Anexos	60
Anexo 1. Guía rápida sobre problemas y soluciones	60
Anexo 2. Catalogo de productos disponibles para acciones de mitigación	68
Catálogo de algunos productos Reychem para la modificación de estructuras peligrosas	70
VII. Sitios de la red con información pertinente	78
En inglés	78
En español	80



OBJETIVO

Presentamos este manual con el fin de ofrecer a los revisores de los Manifiestos de Impacto Ambiental (MIA´s) las herramientas necesarias para la toma de decisiones. Se tratan los principales conflictos que resultan de la interacción de las aves con líneas de energía eléctrica, las especies de aves afectadas, las posibles soluciones o alternativas y los productos que se encuentran en el mercado para mitigar los problemas.

Esperamos que sea de utilidad a los revisores y a las personas involucrada en la solución de este tipo de conflictos.





I INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la población de nuestro país conlleva la necesidad de cubrir los requerimientos de vivienda, alimentación, energía y espacio de todos sus habitantes.

Para lograr esto se extrae agua de lugares naturales, lo cual causa la desecación de lagunas, ríos y otras fuentes de agua; se expande la frontera agrícola y ganadera, y se expanden las estructuras y redes que proveen de servicios, como son la creación de grandes carreteras y la producción y suministro de energía. El resultado de estas actividades es la destrucción de hábitat para la fauna y flora silvestre, la división del hábitat, el aislamiento de las poblaciones, la muerte de animales por atropellamiento, por electrocución y colisión, así como daños a estructuras, cableado y contaminación por excretas

Muchos animales y plantas se extinguen al desaparecer el hábitat donde vivían, otros se van a lugares donde aún exista ese hábitat y algunos más se adaptan y consiguen sobrevivir en estos sitios alterados. Son precisamente estas especies, especialmente las aves, las que comienzan a tener conflictos con una red eléctrica en constante desarrollo.



Los principales conflictos que enfrentan las aves en las redes de producción, transmisión y distribución de energía eléctrica son:

- Electrocuci3n
- Colisi3n
- Contaminaci3n y da1o por excretas
- Nidos en estructuras
- Da1o a cable de fibra 3ptica

.....1. ESTADÍSTICAS SOBRE PERDIDAS CAUSADAS POR LOS CONTINUOS CORTES DE ENERGÍA

El número de cortes de energía causados por aves se traduce en un alto costo tanto para las comunidades que se quedan sin energía, como para las compañías de electricidad que deben mandar equipos de mantenimiento para arreglar el problema. Dos ejemplos de lo anterior son: 1) En un estudio de 10 años en Sudáfrica se encontró que 38% de las fallas en las líneas eran causadas por aves₁₀; 2) Pacific Gas & Electric de California reportó que las interrupciones relacionadas con aves son la tercera causa de interrupciones en su sistema, y un reporte reciente estima que las interrupciones de energía y la calidad de la misma costó a la economía de California entre \$13.2 mil millones y \$20.4 mil millones cada año. Si las aves causan a nivel estatal un aproximado de 10% de las fallas, las pérdidas por esta causa podrían llegar a 1 millón de dólares en los Estados Unidos₁₂



©Rurik List

Esta rapaz murió electrocutada y fue arrancada al poste por la persona que la encontró



©Rurik List

Rapaces electrocutadas debajo de un poste de distribución



II PRINCIPALES CONFLICTOS ENTRE AVES Y LÍNEAS ELÉCTRICAS

.....1. ELECTROCUCIÓN

La electrocución de aves en líneas eléctricas es resultado del rápido crecimiento de la población humana y su necesidad de energía. La electrocución de aves no sólo afecta a las poblaciones de las especies involucradas, especialmente a las de rapaces y cuervos, sino que tiene a su vez un impacto considerable en la economía local. Al electrocutarse un ave, pueden incendiarse sus plumas y causar un incendio, lo cual destruye el hábitat de muchas especies.

El elevado número de cortes de energía causado por la electrocución de las aves se traduce en un alto costo tanto para las comunidades que se quedan sin energía, como para las compañías de electricidad que deben mandar equipos de mantenimiento para arreglar el problema.

Afortunadamente este es un problema con una clara solución; se cuenta con una serie de medidas para modificar las estructuras causantes de electrocuciones y así mitigar el problema. Sin embargo la modificación de estructuras problema en líneas existentes puede resul-



tar costosa y debe acompañarse de estudios de campo que identifiquen las estructuras causantes de electrocuciones y que sufren continuos cortes del suministro, para maximizar el costo-beneficio de estas operaciones. La construcción de nuevas líneas con lineamientos de construcción amigables para las aves, puede resultar inclusive económicamente viable.

.....1.1 ELECTROCUCIÓN DE AVES EN EL MUNDO

La electrocución de aves en líneas eléctricas es resultado del rápido crecimiento de la población humana y de sus necesidades de energía. A principios de los años setentas estudios realizados en los Estados Unidos comenzaron a dar evidencia de águilas electrocutadas en líneas eléctricas. Entre los más alarmantes se encontró una línea en Colorado de tan sólo 88 postes, a lo largo de la cual se encontraron 37 águilas reales (*Aquila Chrysaetos*) electrocutadas; o el registro de 416 aves muertas a lo largo de 24 kilómetros de líneas en 6 estados del oeste¹. Este problema no sólo afectaba poblaciones de especies en riesgo, como las del águila de cabeza blanca (*Haliaeetus leucocephalus*) o el águila real, también causaba cortes en el suministro de energía eléctrica.

A principios de los años setentas un grupo compuesto por agencias del gobierno, compañías de electricidad y organizaciones no gubernamentales se reunieron para analizar la magnitud y buscar soluciones al problema de electrocución. Como resultado se obtuvo la primera impresión de "Practicas Sugeridas para la Protección de Rapaces en Líneas Eléctricas", publicación que tiene ya



tres ediciones y ha sido traducida al español para ser utilizada en Latinoamérica. Esta publicación reúne información sobre los aspectos biológicos de la electrocución de rapaces y brinda una clara explicación de que diseños de estructuras eléctricas son peligrosas para las aves y de cómo pueden ser modificados para evitar futuras electrocuciones.

En los últimos 20 años se han tenido numerosos avances en el área de diseño y mitigación de estructuras para hacerlas amigables para aves. En la actualidad se trabaja en 2 productos (Indicador de Colisiones de Aves y Monitor de Actividad de Aves), que ayudarán a monitorear y documentar las interacciones entre aves y líneas eléctricas, lo cual ayudará a evaluar el efecto de las medidas de mitigación (Electric Power Research Institute).

Alemania fue uno de los primeros países en tomar medidas para evitar la electrocución de aves, se determinaron lineamientos para la construcción y diseño de las líneas, e incluso otros países europeos (Suiza) han adoptado dichas medidas.

Entre otros países que han estado trabajando para solucionar este problema se encuentra España, donde la electrocución es una causa importante de mortandad de rapaces. Todas las semanas muere algún ave por electrocución o colisión en España. La electrocución se produce cuando las aves se posan en determinadas torretas de diseño peligroso, de las que en España existen 25.000. Las principales especies afectadas por electrocución son rapaces como el águila perdicera, el águila



imperial, el águila pescadora o el milano real. Asimismo, mueren electrocutadas también águilas reales, culebrenas, aguilillas calzadas, milanos negros, azores, ratoneros y búhos reales. En los últimos 15 años han muerto electrocutadas 120 águilas imperiales en España, cuando la población reproductora es de 200 parejas; y en 10 años también han fallecido por esta causa 200 águilas perdiceras de las 750 parejas reproductoras.

En la Republica de Eslovaquia mueren alrededor de 10,000 aves cada año a causa de electrocución en líneas de distribución de 22 kv, especialmente en postes terminales.

En Israel, los buitres griffon y las cigüeñas blancas y negras, mueren por electrocución, principalmente en líneas de distribución de 33 kv, causando daños a las estructuras y al suministro de energía. A partir del 2001 se han implementado esquemas de protección para aves que utilizan principalmente materiales aislantes.

En Rusia y Kazakhstan se utilizan líneas de distribución de 10kv, las cuales causan una gran mortalidad de rapaces, inclusive han afectado las poblaciones de águila esteparia (*Aquila nipalensis*). Un ejemplo claro del peligro que representan las líneas de distribución, fue el caso de una línea de 11 kms dentro de una reserva natural, donde en el mes de octubre de 2000, se registró la muerte por electrocución de 200 cernícalos, 48 águilas esteparias, 2 águilas imperiales españolas, un águila de cola blanca y un buitre negro.

En Sudáfrica y otros países del continente Africa-



no especies como el buitres del Cabo (*Gyps coprotheres*), el buitres egipcio (*Neophron pernopterus*), el águila marcial (*Polemactus bellicosus*) y el águila negra (*Aquila vereauxii*) son algunas de las especies que más se electrocutan en las líneas eléctricas. En una sola línea se encontraron más de 300 buitres del Cabo muertos a lo largo de un periodo de tres años. En un estudio se encontró que los buitres se electrocutaban en postes de una fase, diseño que se pensaba era seguro. La conducta agresiva de los buitres y el hecho de que percharan sobre la fase los hacía susceptibles a electrocutarse en este tipo de estructura. Eskom, la compañía sudafricana que provee el servicio de energía discontinuó el uso de dichos postes y ha llevado a cabo programas de mitigación en las líneas ya existentes. Eskom tienen una gran experiencia en estudios y soluciones a problemas causados por la interacción de aves con líneas eléctricas.

En América Latina se desconoce la magnitud del problema.

.....1.2 ELECTROCUCIÓN DE AVES EN MÉXICO

En México se ha trabajado en la solución de algunos conflictos relacionados con el uso de estructuras eléctricas por las aves. En 1997 se colocaron plataformas de anidación para gavilán pescador (*Pandion haliaetus*) en Baja California. Los gavilanes usaban los postes causando cortes en el suministro de energía y electrocución de aves adultas, problemas que han sido solucionados con la colocación de plataformas artificiales en dichos



postes. De hecho, la población de esta especie se ha incrementado gracias al uso que hacen de estructuras artificiales (balizas de señalamiento, plataformas artificiales y postes del tendido eléctrico) como plataformas de anidación.

El único otro caso reportado es el de los tendidos eléctricos del área de Janos-Casas Grandes en Chihuahua. Esta zona está habitada por ejidatarios y Menonitas. Los primeros tendidos eléctricos para proveer de energía a los ejidatarios y ranchos privados fueron construidos en 1986. Debido a sus creencias religiosas, los Menonitas no tenían electricidad hasta 1995, año en que las comunidades Menonitas votaron a favor de aceptar la electricidad para reducir los costos de irrigación de cultivos (antes utilizaban bombas operadas con diesel, más costoso que la electricidad). Las líneas eléctricas se instalaron en 1996, para proveer de energía a todas las comunidades Menonitas del área. Entre octubre y noviembre de 1996, las colonias Menonitas de Buenos Aires y El Cuervo fueron conectadas mediante una línea eléctrica que corre a través de la colonia de perros llaneros más grande de Norte América. Fue entonces que se comenzaron a encontrar rapaces electrocutadas, y un par de años después inició un proyecto de monitoreo para buscar aves electrocutadas en otras líneas del área. Los resultados mostraron que el problema no es exclusivo a las líneas nuevas, sino común a otras líneas que cruzan las colonias de perros llaneros.

En general, las líneas de electricidad no están diseñadas teniendo en cuenta a las rapaces, y México no es una excepción. Entre las especies de aves electrocutadas



encontradas bajo de los postes en Janos están: águila real (*Aquila chrysaetos*), aguililla real (*Buteo regalis*), aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*), zopilote aura (*Cathartes aura*), lechuza de campanario (*Tito alba*) y una gran cantidad de cuervos (*Corvus cryptoleucus*).

.....1.3 POR QUÉ SE ELECTROCUTAN LAS AVES

Las aves suelen usar las estructuras de las líneas de distribución como sitios para perchar y para anidar, y son lugares ideales para cazar. Los postes de las líneas eléctricas atraen a las aves por diversas razones:

- Incrementan el rango de visión y la velocidad de las aves mientras cazan.
- Los postes son buenas plataformas para cazar y perchar, especialmente en lugares donde la vegetación es baja y el terreno es plano.
- La localización de los postes ayuda a la aves a delimitar sus territorios.
- Los postes brindan sombra o sol dependiendo de las necesidades del ave.

Las águilas son las victimas más frecuentes de electrocución, especialmente los juveniles₆. El aguililla más comúnmente electrocutada es el aguililla cola roja₄.

La probabilidad de que un ave se electrocute se basa en₃:



LA ESPECIE:

- Las aves más grandes son más susceptibles a ser electrocutadas
- Las aves de hábitats abiertos (por ejemplo águila real, aguililla cola roja) son más vulnerables que las especies de aves rapaces que habitan bosques

LA EDAD:

- Las aves jóvenes carecen de la experiencia y control del vuelo que tienen los adultos
- Las águilas reales jóvenes cazan moviéndose de percha en percha, y prefieren utilizar postes de electricidad



© Rurik List

Juvenil de águila real electrocutada



EL CLIMA:

- Cuando llueve, las aves mojadas son más susceptibles a electrocución
- Las crucetas perpendiculares al viento permiten a las rapaces remontarse alejándose de las estructuras y de los cables
- Las crucetas montadas en paralelo a los vientos prevalecientes pueden causar que un ave sea empujada hacia los cables

EL CAMBIO ESTACIONAL:

- En invierno los postes son valiosos sitios de descanso y espera durante la cacería
- En primavera los postes proveen sitios de anidación y perchas para vigilar los territorios
- La abundancia de presas, que varía de estación a estación (en primavera, por ejemplo, se incrementan las poblaciones debido a los nacimientos).

LOS CONDUCTORES, EQUIPO Y SEPARACIÓN DEL EQUIPO:

El tamaño de las aves es importante al considerar su protección. El águila real hembra puede tener una envergadura (lo que mide de la punta de un ala a la punta de la otra ala) de 2.20 metros y el macho de 1.82 metros₃₄. La distancia entre las muñecas en una hembra grande es de 1,37 metros. La cola de las águilas reales mide hasta 33 centímetros de largo y llega a sobresalir 25 centímetros por debajo de la percha.



.....1.4 QUÉ ESPECIES SE ELECTROCUTAN

Las especies más afectadas por este problema son las aves rapaces y los cuervos. Las aves rapaces medianas y grandes sufren un mayor riesgo de electrocución ya que utilizan las líneas como sitios para perchar, cazar o anidar específicamente en áreas donde no hay árboles u otras estructuras naturales que puedan usar para estos fines. Las especies que migran en grupos pequeños o en solitario tienen un mayor riesgo.

Es importante hacer una distinción entre dos grupos de aves, aquellas con un alto índice de electrocución con poblaciones relativamente abundantes como el cuervo llanero, lo cual puede causar una disminución en el tamaño de la población, pero no su desaparición; y aquellas con un índice de electrocución menor pero con poblaciones en riesgo como el águila real, en donde la muerte de unas cuantas águilas puede causar un desequilibrio en la población y su posible desaparición.



©Rodrigo Sierra

Aguilillas de Swainson electrocutadas



1.5 ÁREAS CRÍTICAS

Algunas áreas presentan un mayor riesgo de electrocución de aves. Entre los sitios críticos podemos encontrar:

- Áreas que presentan una gran densidad de presas y por lo tanto, donde se congregan aves rapaces. Ejemplo de esto son las colonias de perros llaneros en el norte de Chihuahua, o de otras ardillas terrestres en el centro y sur del país.
- Áreas planas sin árboles u otras estructuras donde puedan perchar las aves, situación que se presenta en muchas zonas áridas del Desierto Chihuahuense.
- Áreas donde se congregan aves migratorias.
- Áreas agrícolas donde abundan los insectos y roedores.



©Rodrigo Sierra

Rapaces electrocutadas debajo de poste de distribución



.....1.6 SOLUCIONES AL PROBLEMA

Como se mencionó con anterioridad la electrocución de aves ocurre con mayor frecuencia en las líneas de distribución. Esto se debe a las distancias entre fases y entre una fase y los diferentes elementos de la estructura que pueden estar sin aislar.

En la actualidad ya se cuenta con información sobre modificaciones que se pueden realizar en las estructuras problema. A continuación se describen los principales problemas de las estructuras y las soluciones aplicables a cada caso.

.....1.7 DIFERENTES TIPOS DE LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN

- UNA FASE

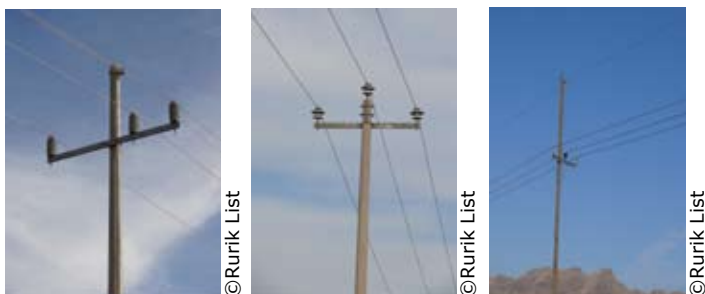
Los postes que llevan una sola fase energizada pueden llegar a causar la electrocución de las aves. Esto ocurre cuando los elementos de la estructura no están aislados. Un ave puede tocar una fase energizada y cualquier elemento metálico y electrocutarse.

- TRIFÁSICAS

Los postes que sostienen 3 fases energizadas son llamados trifásicos. La más común de las estructuras trifásicas en el sistema de la CFE es la estructura tangente, que consiste en 2 conductores energizados soportados sobre una sola cruceta de metal con un tercer conductor en la punta del poste. La separación fase a fase de la estructura tangente es de aproximadamente 152 centí-



metros. Hay un ángulo de 40 grados entre el cable fase externo y el central. En este tipo de poste el problema más serio es el uso de crucetas de metal conductor y los componentes no aislados de la estructura.



Diferentes tipos de estructuras tangentes trifásicas

Una variante de esta configuración consiste en los tres conductores energizados sobre una sola cruceta de metal. El resultado es una enorme reducción en la separación de fase a fase (aproximadamente 84 centímetros). Estas unidades pueden ser muy peligrosas y letales ya que dos cables de fase están muy cercanos y todos los cables están cerca de la cruceta a tierra.

.....1.8 ELEMENTOS DE LAS ESTRUCTURAS

- POSTES

Problemática:

En México la Comisión Federal de Electricidad utiliza una variedad de postes de madera, metal y concreto, sin embargo, el de madera es poco utilizado debido al costo y su limitada disponibilidad, razones que hacen



del poste de concreto el más utilizado. El poste de concreto presenta el mayor riesgo de electrocución para las aves, esto se debe a que en su manufactura se utiliza un armazón de varilla, lo cual hace que el poste sea conductor con lo que un ave requiere tocar tan sólo una fase y cualquier parte metálica (ya que toda la estructura está conectada a tierra) para electrocutarse.

- CRUCETAS

Problemática:

La mayoría de las crucetas utilizadas en nuestro país son metálicas y su longitud es de 2 metros. Un serio problema se presenta cuando se colocan crucetas de metal en postes de concreto con estructura de soporte interna de varilla. Cuando las crucetas conductoras son montadas en estos postes se crea una sólida conexión a tierra. Un ave grande únicamente necesita pararse en la cruceta y tocar una fase energizada para electrocutarse.

Las crucetas metálicas hacen que todas aquellas partes sin aislar que se encuentran sobre un poste pueden llegar a causar la electrocución de aves.



© Eduardo Ponce

Rapaz posada sobre poste trifásico



©Rurik List

Rapaz posada sobre poste trifásico



©Rurik List

Estructura modificada con cruceta de madera

SOLUCIONES:

Para evitar las electrocuciones se sugiere una longitud mínima de 2.5 metros, lo cual ofrece un mayor espacio para separar las fases. Se sugiere además, que en los casos donde sea posible, se coloquen crucetas de madera o de fibra de vidrio, que han resultado muy efectivas para evitar electrocuciones.



©Rurik List

Línea modificada en Janos, Chihuahua



©Eduardo Ponce

Cernícalo posado sobre estructura con aisladores tipo alfiler y tipo poste



Una solución alternativa es el armar los postes en forma diferente, con los conductores energizados por debajo de la cruceta, en vez de colocarlos sobre esta. Suspender los conductores permite a las aves perchar en la cruceta sin acercarse a los cables energizados. Se debe colocarse una cubierta en la punta del poste para desalentar a las aves a perchar. Suspender los aisladores y conductores permite a su vez lograr una separación de 152 centímetros, distancia recomendada por la Fundación para la Investigación de las Rapaces si se utilizan crucetas cortas.



Andrea Chong

Poste trifásico modificado con aisladores y conductores suspendidos

- AISLADORES

En México se pueden encontrar diferentes tipos de aisladores, dependiendo del año en el que fue construida la línea y el tipo de aislador disponible en ese momento. Se pueden encontrar aisladores cortos tipo alfiler o aisladores largos tipo poste.

Los aisladores cortos tipo alfiler representan un mayor riesgo y se han encontrado aves electrocutadas debajo de postes con este tipo de aislador.



Los aisladores tipo poste incrementan la separación eléctrica entre el cable y la cruceta de metal. Aunque esto suele hacerse como protección contra los rayos, brinda protección adicional a las aves.

Los aisladores tipo poste son más seguros para aves grandes, sin embargo, aves como los cuervos pueden llegar a electrocutarse ya que son más pequeñas que la separación entre la fase y la cruceta. Cuando el cuervo se para sobre una cruceta a tierra, se acerca al cable fase y se electrocuta.



©Rurik List



©Rurik List

Direfentes tipos de estruturas terminales

SOLUCIÓN:

Los aisladores cortos pueden incrementar el riesgo de electrocución para aves más grandes. Se deben utilizar aisladores más largos ya que son más seguros.



1.9 DIFERENTES ESTRUCTURAS

- TERMINALES, TERMINALES DOBLES, DE DEFLEXIÓN Y ESQUINAS

Las estructuras terminales sirven para llevar a cabo cambios en la dirección y derivaciones laterales. Estas estructuras pueden ser letales debido a los puentes sin aislar entre los circuitos.

Las estructuras terminales dobles, aquellas que presentan doble cruceta metálica y ayudan a mantener la tensión de las fases en una línea, pueden ser letales debido a puentes sin aislar entre circuitos.

El principal problema con este tipo de estructuras es la utilización de puentes, (cables que llevan la energía de una fase a otra). Los puentes son asociados con frecuencia con la muerte de aves, ya que representan un alto riesgo de electrocución.



©Rurik List



©Rurik List

Diferentes tipos de estructuras terminales



SOLUCIONES:

El arreglo de los puentes puede ser la diferencia entre una estructura segura y una letal. Una estructura terminal doble trifásica puede puentear las fases exteriores sobre o debajo de la cruceta. Colocar los puentes por debajo de las crucetas evita que aves grandes perchadas hagan contacto fase a fase con el puente fase central y es una práctica de construcción amigable con las aves.

Los puentes muy largos pueden incrementar los problemas de electrocución. Los puentes deben ser tensados adecuadamente y tener el tamaño necesario.

Si no existe un espacio adecuado para acomodar aves rapaces grandes, los puentes expuestos deben ser forrados con material aislante. Los cables próximos a superficies a tierra o a otros cables energizados deben ser equipados con material aislante.

- TRANSFORMADORES

Los transformadores, restauradores, capacitores, y reguladores pueden ser letales debido a los puntos de contacto en las boquillas expuestas de los transformadores, puentes sin aislar, tierras expuestas, puntos de contacto en aparta rayos y crucetas de metal.

Los postes ubicados en áreas abiertas son atractivos para las rapaces. En zonas abiertas los postes son vulnerables a los rayos, los cuales pueden causar daños extensos a las estructuras y equipo.



Los aparta rayos protegen el equipo y sitios elevados y son utilizados en estructuras tangentes para desviar un rayo cuando cae. Estos dispositivos permiten que el sobre voltaje pase directamente al suelo a través de cables a tierra en el poste.



©Rurik List

Transformador con boquillas y puentes expuestos

SOLUCIONES:

Los postes nuevos deben tener equipos amigables para las aves, con puentes aislados, cubiertas para las boquillas de los transformadores, e instalar picos contra aves o guardaperchas en postes nuevos. Esto protege a los animales y reduce los cortes de energía, mejorando la confiabilidad del sistema.

Las cubiertas para boquillas se utilizan para cubrir puntos terminales expuestos en las boquillas de los transformadores, reguladores, capacitores, y restauradores.



Todos estos dispositivos están conectados a tierra y los animales sentados en ellos solo necesitan tocar la parte superior de una boquilla para electrocutarse.

Las guías de aparta rayos deben ser aisladas o colocadas lejos de posibles puntos de contacto para evitar contactos potenciales fase a tierra.

Para modificar los transformadores y equipo similar se necesitan:

- Guarda perchas en la punta del poste o aislar los puntos de contacto
- Cubiertas en las boquillas de los transformadores
- Aislar los cables de los puentes-Picos contra aves entre los aparta rayos

- PICOS CONTRA AVES

Los picos contra aves se utilizan para desalentar a las aves a aterrizar en sitios no deseados. Se fabrican en plástico con inhibidores ultravioleta. Se encuentran disponibles en diferentes colores, el negro es el que presenta una mejor resistencia a los rayos ultravioleta. Se instalan fácilmente en las crucetas y están diseñados para ofrecer una amplia cobertura de 17.7 centímetros. Los picos contra aves son una barrera efectiva para evitar que las aves se perchen entre los aparta rayos montados en las crucetas.

No son efectivos en todos los casos, ya que se han observado aves anidando en los picos contra aves montados en crucetas. Los picos contra aves pueden ser utilizados como sustituto de los guardaperchas triangulares.



Picos contra aves

Andrea Chong

- GUARDAPERCHAS

Los guardaperchas triangulares son diseñados para desalentar a las aves a aterrizar en sitios con estructuras peligrosas, sin embargo, existe poca investigación sobre su efectividad₅ y pueden también cambiar el problema a otros segmentos de la línea . Su uso en la parte alta de construcciones verticales puede contribuir a la electrocución ya que las aves pueden escoger perchar en partes más bajas del poste, cerca de los conductores energizados₂.

Los guardaperchas no siempre mantienen a las rapaces alejadas de las estructuras, muchas especies de aves han sido observadas en estructuras con guardaperchas. Los guardaperchas son simplemente una herramienta para manejar en que parte de una estructura pueden



aterrizar las aves. Proveer de espacios adecuados para las aves es siempre preferible a tratar de evitarlas.



- CUBIERTAS PARA BOQUILLAS

En la mayor parte de la industria, la manera más común de mitigación utilizada para combatir el corte de energía en estos equipos son las cubiertas para boquillas. Estas cubiertas están hechas en general de polímeros de alta densidad resistentes que se deslizan o entran a presión sobre la parte superior de la boquilla.

Las propiedades de las cubiertas para boquillas varían entre fabricantes. Desafortunadamente no existen normas uniformes de cubiertas para boquillas y algunas son más resistentes a los rayos ultravioleta y al deterioro ambiental que otras. Este deterioro puede llevar



a problemas de seguimiento. Algunas de las cubiertas incluyen una matriz de pequeños agujeros para permitir que la humedad se evapore. Desafortunadamente estos agujeros permiten que insectos ocupen el espacio entre la boquilla y la cubierta. Se han observado aves pequeñas introduciendo el pico en estos agujeros buscando insectos, lo cual resulta en su electrocución. Por lo tanto, cubiertas para boquillas sin agujeros son preferibles.



Andrea Chong

Cubierta para boquillas

.....2. COLISIÓN

La colisión de aves puede darse en diferentes estructuras, como son las torres de comunicaciones, edificios con ventanas reflejantes, torres de alta tensión o turbinas eólicas. En los Estados Unidos se estima que las cifras de muertes de aves causadas por colisión son las siguientes:



- Edificios y ventanas de 98 a 980 millones
- Líneas de alta tensión de decenas de miles hasta 174 millones
- Torres de comunicaciones: de 4 a 50 millones
- Turbinas eólicas de 30,000 a 60,000.

Como podemos observar, las líneas de alta tensión son responsables de un gran número de aves muertas, mientras que las turbinas eólicas causan menos muertes que otras estructuras. Estas cifras se explican por la enorme cantidad de tendidos eléctricos en comparación con la cantidad de turbinas eólicas que producen energía, sin embargo, estas cifras se irán incrementando conforme se incremente el número de turbinas para la producción de energía.

..... 2.1 COLISIÓN DE AVES EN LÍNEAS ELÉCTRICAS

La colisión con líneas de alta tensión se debe principalmente a que las aves no pueden ver el cable guía (un cable mucho más elgado que las fases conductoras) y chocan contra él. Las aves mueren a causa de las heridas causadas por la colisión.

En España la colisión con los tendidos eléctricos supone un riesgo para diversas aves amenazadas. El problema puede llegar a ser muy serio para aves cuyas poblaciones se encuentran muy reducidas, como por ejemplo las avutardas de las Islas Canarias, donde se reporta la muerte de 80 avutardas hubaras por colisión de una población con tan solo 800 individuos.



2.1.1 POR QUÉ COLISIONAN LAS AVES

Ocurre en líneas de alta tensión (400 a 150 kv) y turbinas eólicas. El problema es más grave cuando se coloca una nueva línea, ya que las aves no están acostumbradas o no conocen el nuevo obstáculo y chocan con el cable guía. El cable guía es el que se coloca en la parte más alta de la estructura, es más delgado que las fases energizadas por lo que es difícil para las aves verlo.

Las aves acuáticas suelen congregarse en grandes parvadas, si algo las asusta y levantan el vuelo rápidamente pueden chocar contra los cables.

2.1.2 QUÉ ESPECIES PUEDEN COLISIONAR CON LOS TENDIDOS ELÉCTRICOS

Las principales especies afectadas por este problema son las aves acuáticas, especialmente las de gran tamaño y las de vuelo débil o poco maniobrable, cuyas características propician situaciones de peligro.



© Rurik List

Concentración de pelícanos en la costa



2.2 ÁREAS CRÍTICAS

Suele ocurrir con mayor frecuencia en zonas costeras y humedales, especialmente cuando recién se instalan las líneas de transmisión, en líneas sin marcar cerca de cuerpos de agua, rutas migratorias o costas.

Diversos factores intervienen en la susceptibilidad de un área a este problema, especialmente:

- El número de aves presentes en un sitio
- La temporada del año: en época reproductiva las aves jóvenes e inexpertas comienzan a volar y se incrementa el riesgo de colisiones; en época migratoria cuando llegan aves a pasar el invierno o el verano
- Falta de visibilidad de las líneas, en especial del cable guía
- Perturbaciones que provoquen el vuelo súbito de las aves
- Grado de familiaridad de las aves con el área



© Rurik List

Gansos en zona de cultivo



- El mal tiempo, como neblina u otras condiciones que obstruyan la visibilidad
- La ubicación de las zonas de alimentación y descanso

.....2.3 SOLUCIONES AL PROBLEMA

2.3.1 GUÍA DE MODIFICACIONES EN LAS DIFERENTES ESTRUCTURAS QUE CONFORMAN LAS LÍNEAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA EVITAR LA COLISIÓN DE AVES

Para evitar problemas de colisión con líneas de transmisión, se deben tomar en cuenta ciertos aspectos al considerar la construcción de una nueva línea:

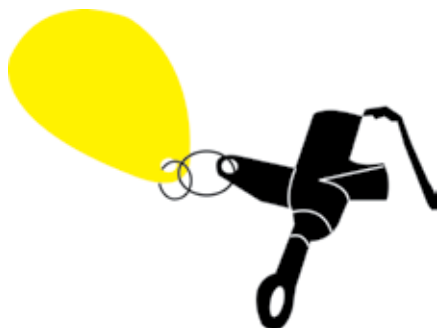
- Las líneas no deben construirse sobre cuerpos de agua.
- No deben cruzar por lugares donde se congregan aves acuáticas.
- Las aves acuáticas no deben ser molestadas cuando se encuentren cerca de líneas existentes
- Incrementar la visibilidad de las líneas, especialmente el cable guía, con dispositivos como desviadores de aves en vuelo, que reducen hasta en 80% las colisiones, ya que permiten que las aves vean las líneas, además de que producen sonido cuando hay viento.

El sistema más estudiado y el más efectivo reportado en la literatura es el marcaje del cable de guarda con dispositivos para el desvío de aves en vuelo. Entre los dispositivos disponibles en el mercado se encuentran los desviadores de aves en vuelo en espiral, las "aletas"



y las aspas verticales.

1



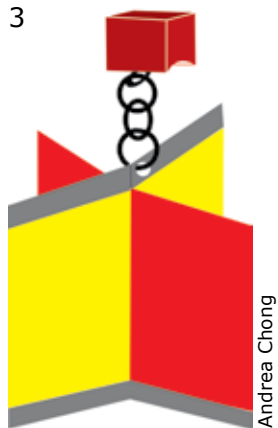
Andrea Chong

2

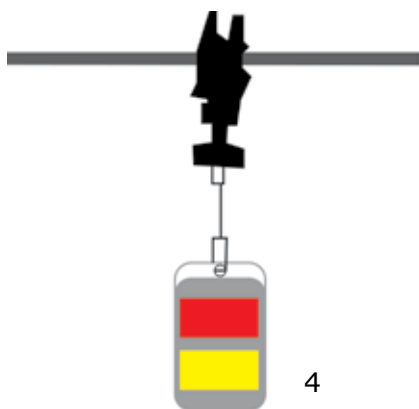


Andrea Chong

3



Andrea Chong



4

Andrea Chong

Dispositivos para el desvío de aves en vuelo
1. Aleta 2. Espiral 3. Aspa vertical 4. Aleta



Se ha reportado que las espirales blancas de 30 cm de diámetro y 1m de largo en cable de guarda reducen en un 81% la mortandad de aves debida a colisión¹³.

Los mejores colores son el gris y amarillo. Al usarse dos colores se asegura la visibilidad de los dispositivos en diferentes condiciones de luz. No se recomienda usar otros colores, ya que con el paso del tiempo tienden a decolorarse.

Estudios sugieren que los dispositivos amarillos o blancos son más visibles en condiciones de luz pobres, y que el rojo es más visible durante el día⁸. Sin embargo, el material tiende a decolorarse y perderse con el paso del tiempo debido a la radiación ultravioleta.

En Sudáfrica se realizaron estudios que compararon la efectividad de los espirales y de las aletas. El resultado mostró una mayor efectividad de las aletas, por lo que se ha incrementado su uso a partir del 2001.

Un estudio en el Parque Nacional Doñana en España determinó que el mejor tipo de dispositivo para evitar la colisión de aves es el de aspa vertical, fabricado en PVC y dotado de tiras catadióptricas que refractan la luz. Resultó ser el más eficaz para evitar colisiones de aves pues al refractar la luz alerta mejor de la presencia de los cables¹¹.

El aspa vertical es más fácil de instalar que el espiral, ya que no requiere interrumpir el suministro eléctrico para su instalación o reposición.



Se recomienda colocar los dispositivos dejando 5 metros entre cada uno. En caso de colocarse en cables paralelos, se pueden colocar cada 10 metros a intervalos, con lo que se logra una vista como si estuvieran separados cada 5 metros.

RECOMENDACIONES

Estudios en diferentes partes del mundo han reportado la efectividad de los desviadores de aves en vuelo, sin embargo, no se tienen investigaciones en México por lo que es importante estudiar y evaluar las líneas donde se instalen los dispositivos para determinar su efectividad en diversas condiciones.

Los humedales han sido identificados como los hábitats más críticos para el problema de colisión de aves, sin embargo no son los únicos. Es importante estudiar el problema en otros hábitats (bordes de montaña, rutas migratorias locales y latitudinales y en general sitios de grandes concentraciones de aves)₁ .

.....2.4 COLISION DE AVES EN TURBINAS EÓLICAS

La colisión de aves con turbinas eólicas ha generado un gran debate en nuestro país. Estudios en los Estados Unidos, Dinamarca y algunos otros países de Europa han mostrado que las muertes a causa de colisión con turbinas es muy baja, eso, aúnado al hecho de que en nuestro país el número de turbinas instaladas es muy reducido, hace que el riesgo real para las aves sea muy



bajo. Esto podría cambiar en el futuro con la instalación de más granjas eólicas, por lo que se debe tomar en cuenta lo siguiente:

Con una ubicación, operación y monitoreo adecuados, las turbinas eólicas pueden ser una muy buena fuente de energía, además de ser seguras para las aves y murciélagos. Debido a que las turbinas de última generación son más seguras (el incremento en el costo puede verse compensado en términos de mantenimiento y monitoreo) , se debe insistir en la elección y uso de estas sobre modelos más antiguos y económicos.

Al elegir sitios para la colocación de granjas eólicas, se deben tomar en cuenta las rutas migratorias de las aves; las áreas que albergan especies amenazadas, en peligro de extinción o en riesgo, áreas donde hay grandes concentraciones de rapaces como áreas que por su topografía puedan atraerlas o sitios con poblaciones grandes de presas. En zonas por donde cruzan rutas migratorias se debe establecer un programa de monitoreo, de manera que las instalaciones puedan detenerse durante los períodos críticos de migración.

Al tener en cuenta estas consideraciones desde un principio, se pueden evitar riesgos y hacer que la generación de energía por viento sea una alternativa viable en nuestro país.



.....3. CONTAMINACIÓN Y DAÑO POR EXCRETAS

La contaminación de las líneas de energía ocurre a nivel mundial. Esto ocurre principalmente por dos motivos:

- 1.- Fallas causadas por chorros de excremento. Suelen ocurrir temprano por la mañana o a primeras horas de la tarde, esto debido a los patrones de actividad de las aves
- 2.- Fallas causadas por un depósito de excremento sobre aisladores y otras partes de la estructura, que al humedecerse hace que se pierda la capacidad aislante, se vuelva conductor y cause una falla.

.....3.1 CONTAMINACIÓN POR EXCRETAS DE AVES EN EL MUNDO

En Sudáfrica la compañía de electricidad Eskom ha realizado diversos estudios sobre el tema. En una línea de 132kv se encontró que el 45% de las variaciones de voltaje eran causadas por actividad de zopilotes en las líneas. Las estructuras afectadas estaban a 300m de un área de disposición de ganado muerto

Eskom estimó que las fallas causadas por contaminación con excretas representan un gasto anual a la economía del país de \$40 millones de pesos al año

.....3.2 PRINCIPALES AFECTACIONES

Los zopilotes y otras aves grandes como águilas o gru-



llas son los principales causantes del problema. Las aves pueden contaminar las estructuras ya sea al perchar o al hacer sus nidos sobre estas.

El problema se presenta en líneas de baja, media y alta tensión. Las fallas ocurren cuando la separación entre los aisladores es cerrada por un chorro continuo de excremento, o cuando la cadena de aisladores se encuentra cubierta por una capa de excremento que puede reducir su capacidad aislante.

Los montajes en V son más susceptibles a fallas causadas por chorros de excremento que los montajes en I, sin embargo, también pueden ocurrir fallas en estos últimos.



©Rurik List

Torre de alta tensión en montaje en V

Las excretas dañan los componentes metálicos de las estructuras, la contaminación por excretas representa un alto costo económico debido a las fallas y al continuo mantenimiento de estructuras.



.....3.3 QUÉ ESPECIES ESTÁN INVOLUCRADAS

Las principales aves involucradas, aunque no las únicas, son los zopilotes cuya conducta gregaria hace que se concentren en grandes números, perchando sobre las estructuras. Suelen preferir torres altas, como las de alta tensión, que ofrecen un buen sitio para perchar y comenzar el vuelo.

Los zopilotes tienen por costumbre el defecar sobre sus patas para eliminar los parásitos y bacterias, conducta que conlleva la contaminación de las superficies donde percha el ave.

.....3.4 ÁREAS CRÍTICAS

Los zopilotes suelen congregarse en sitios donde el alimento es abundante. Por tanto las áreas cercanas a tiraderos de basura o rellenos sanitarios, áreas donde se dispone de animales muertos son particularmente susceptibles a problemas.

Otros sitios son las áreas planas sin vegetación, donde las torres ofrecen sitios para perchar o aquellas donde existan buenas corrientes de aire que permitan buenos aterrizajes y despegues.



.....3.5 SOLUCIONES AL PROBLEMA

3.5.1 GUÍA DE MODIFICACIONES EN LAS DIFERENTES ESTRUCTURAS QUE CONFORMAN LAS LÍNEAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA EVITAR LA CONTAMINACIÓN Y DAÑO POR EXCRETAS

Para evitar la contaminación en estructuras se deben usar diversas modificaciones simultáneamente. Se recomienda la utilización de dispositivos guarda percha para evitar que las aves se posen sobre las áreas críticas, al tiempo que se instalan perchas alternativas para dirigir a las aves a los sitios "seguros". Por último se recomienda la utilización de cubiertas para aisladores hechas con materiales resistentes y durables, las cuales protegen los aisladores de la contaminación.

Se sugiere colocar los dispositivos guardapercha a una distancia de 1 metro a cada lado, justo por encima del conductor.

La modificación de estructuras puede ser muy costosa, lo ideal es entender la situación del área, de preferencia se debe contar con la asesoría de un experto que ayude a determinar la ubicación de las modificaciones para lograr mejores resultados.



Foto cortesía ©
Tyco Electronics

Sombrero de chino para la protección de aisladores



Foto cortesía ©
Tyco Electronics

Sombrero de chino colocado sobre aisladores



.....4. NIDOS EN ESTRUCTURAS

.....4.1 PRINCIPALES AFECTACIONES

Ocurren en líneas de baja, media y alta tensión. Los nidos, o el material que sobresale de estos, pueden causar cortes de energía e interfieren con el mantenimiento de las líneas.

.....4.2 QUÉ ESPECIES ESTÁN INVOLUCRADAS

Las principales especies involucradas son las rapaces y cuervos. En Baja California se ha estudiado el caso del gavilán pescador y en Chihuahua se reconoce el problema del cuervo llanero. Ambos anidan en las estructuras de las líneas de distribución.

.....4.3 ÁREAS CRÍTICAS

Es un problema que se presenta en baja, media y alta tensión. Especialmente en áreas donde las estructuras ofrecen un sitio protegido de los depredadores, o donde son escasos los árboles u otros sitios para anidar.



© Rurik List



4.4 SOLUCIONES AL PROBLEMA

4.4.1 GUÍA DE MODIFICACIONES EN LAS DIFERENTES ESTRUCTURAS QUE CONFORMAN LAS LÍNEAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA EVITAR LA CONTAMINACIÓN Y DAÑO POR EXCRETAS

La mejor solución es la colocación de plataformas artificiales para anidación.



© Patricia Manzano

Nido de gavilán pescador sobre plataforma artificial

Los nidos que tienen ramas o material colgando, pero que de otra manera no causen problemas, pueden ser "podados" o recortados para evitar riesgos.

En algunos casos puede ser necesaria la reubicación de los nidos, esto no debe hacerse cuando el nido está ocupado o activo, sino fuera de la temporada repro-



ductiva. Se deben reubicar en plataformas artificiales cercanas a la ubicación original del nido.

Se ha observado que es más efectivo el dar una alternativa a las aves, más que tratar de ahuyentarlas.

.....5. DAÑO A CABLE DE FIBRA ÓPTICA

.....5.1 PRINCIPALES AFECTACIONES

Las torres de transmisión llevan un cable guía en la parte más alta, este cable guía es más delgado. En la actualidad se está cambiando el cable guía por un cable de fibra óptica que permite la transmisión de información. Este es el cable que es dañado por las aves.



Torre de alta tensión

© Rurik List



.....5.2 QUÉ ESPECIES ESTÁN INVOLUCRADAS

Se desconoce la razón por la cual los zopilotes dañan el cableado de fibra óptica.

.....5.3 ÁREAS CRÍTICAS

Los zopilotes suelen congregarse en sitios donde el alimento es abundante. Por tanto las áreas cercanas a tiraderos de basura o rellenos sanitarios, áreas donde se dispone de animales muertos son particularmente susceptibles a problemas.

Otros sitios son las áreas planas sin vegetación, donde las torres ofrecen sitios para perchar o aquellas donde existan buenas corrientes de aire que permitan buenos aterrizajes y despegues.

.....5.4 SOLUCIONES AL PROBLEMA

5.4.1 GUÍA DE MODIFICACIONES EN LAS DIFERENTES ESTRUCTURAS QUE CONFORMAN LAS LÍNEAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA EVITAR LOS DAÑOS EN LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

Para evitar el daño al cable de fibra óptica se utilizan cubiertas para aislar el cable, dispositivos guarda percha para evitar que los zopilotes perchen sobre las estructuras y la instalación de perchas alternativas.



III AGRADECIMIENTOS

Agradezco la colaboración de los miembros del Comité sobre electrocución de aves en México, al Sub-comité de águila real, a Andrea Chong y Fernando Venegas (diseñadores), Rurik List por sus comentarios y apoyo.

Gracias especialmente a todos los fotógrafos, que a pesar de la premura, participaron con sus fotografías para ilustrar este manual.

Un reconocimiento y mis más sinceras gracias para Rick Harnes y Jean-Luc Cartron, quienes han trabajado para resolver el problema de electrocución en Janos y en otras partes del mundo.



IN REFERENCIAS

1. Avian Power Line Interaction Committee (APLIC.) 1996. Suggested Practices for Raptor Protection on Power Lines: The State of the Art in 1996. Edison Electric Institute and the Raptor Research Foundation. Washington, D. C. 125 pp.
2. Bridges, J.M. 1998. Case study one. Southern Engineering Web Site.
3. Ferrer, M. and F. Hiraldo. 1992. Man-induced sex-biased mortality in the Spanish imperial eagle. *Biological Conservation* 60:57-60.
4. Harness, R. E. 1997. Raptor electrocution caused by rural electric distribution power lines. Tesis de Maestría. Universidad del Estado de Colorado, Fort Collins, Colorado, E. U. 52 Pp.
5. Harness, R.H. and M. Garrett. 1999. Effectiveness of perch guards to prevent raptor electrocutions. *Journal of the Colorado Field Ornithologists*. 33(4):215-220.



6. Kochert, M. N. and R. R. Olendorff. 1999. Creating raptor benefits from power line problems. *Journal of Raptor Research* 33(1):39-42.
7. Negro, J. J. and M. Ferrer. 1995. Mitigating measures to reduce electrocution of birds on power lines: a comment on Bevanger's review. *Ibis* 137:423-424.
8. Raevel, P. & J. C. Tombal. 1991. Impact des lignes hautetension sur l'avifaune. *Les cahiers de L'A.M.B.E., Francia*. Reinert. S. E. 1984. Use of introduced perches by raptors: experimental results and management implications. *Raptor Research* 18(1):25-29.
9. Vosloo, H. 2003. Birds and Power lines. *ESSI Africa* 3, 2003. http://www.esi-africa.com/last/esi_3_2003/033_38.htm
10. Wheeler, B.K. y W.S. Clark. 1996. A photographic guide to North American raptors. Academic Press Inc., San Diego, CA 198 pp.
11. (<http://canales.laverdad.es/nuestratierra/nt18052007/suscr/nec26.htm>)
12. PIER. 2003. http://www.energy.ca.gov/pier/environmental/project_fact_sheets/100-98-01.html
13. Guyonne, F.E. Janss, & M. Ferrer. 1998. Rate of bird collision with power lines: effects of conductor-marking and static wire marking. *Journ. Of Field Ornithology* 69:8-17



∪ BIBLIOGRAFÍA

Bayle, P. 1999. Preventing birds of prey problems at transmission lines in western Europe. *Journal of Raptor Research* 33(1):43-45.

Bevanger, K. 1994. Bird interactions with utility structures: collision and electrocution, causes and mitigating measures. *Ibis* 136:412-425.

Brown, W. M. and R. C. Drewien. 1995. Evaluation of two powerline markers to reduce crane and waterfowl collision mortality. *Wildl. Soc. Bull.* 23(217-227).

Cartron, J-L., G.L. Garber, C. Finley, C. Rustay, R. Kellermuller, M. P. Day, P. Manzano-Fischer and S. H. Stoleson. 2000. Power pole casualties among raptors and ravens in Northwestern Cihuahua, Mexico. *Western Birds* 31: 255-257.

Dawson, J, and W. Mannan, 1994. The ecology of Harris' hawks in urban environments. Final report, Urban Heritage Grant, Submitted to Arizona Game and Fish Department. Arizona, USA. 59 pp.



E7 Network of Expertise for the Global Environment. 1998. Environmental Assessment of Power Line Projects Mexico & Latin America. Reporte de conferencia 16-19 Noviembre 1998, Ciudad de México.

Ferrer, M., M De la Riva and J. Castroviejo. 1991. Electrocution of raptors on power lines in southwestern Spain. *Journal of Field Ornithology* 62(2):181-190.

Ferrer, M. and F. Hiraldo. 1991. Evaluation of management techniques for the Spain imperial eagle. *Wildlife Society Bulletin* 19(4):436-442.

Ferrer, M. and G. F. E. Janss (Eds.) 1999. Aves y Líneas Eléctricas. Colisión, Electrocutación y Nidificación. Quercus, España.

Gilmer, D. S. And J. M. Wiehe. 1977. Nesting by ferruginous hawks and other raptors on high voltage power line towers. *The Prairie Naturalist*:9(1):1-10.

Hall, T., W. E. Howard and R. E. Marsh. 1981. Raptor use of artificial perches. *Wildlife Society Bulletin* 9(4):296-298.

Harness, R. E. 2000. Steel distribution poles and their environmental implications. *IEEE Industry Applications Magazine* May/June 2000, 53-56pp

Harness, R. E. 1997. Raptor electrocution caused by rural electric distribution power lines. Tesis de Maestría. Universidad del Estado de Colorado, Fort Collins, Colorado, E. U. 52 Pp.



Harness, R. 2000. Raptor electrocutions and distribution pole types. North American Wood Pole Coalition, Technical Bulletin. 19 pp.

Harness, R. 2002. Raptors: Test to protect. Transmission and Distribution Magazine <http://industryclick.com/magazinearticle.asp?relea...&magazinearticleid=144115&siteid=30&magazineid=108>.

Harness, R.H. and K. R. Wilson. 2001. Electric-utility structures associated with raptor electrocution in rural areas. Wildlife Society Bulletin 29(2):612-623.

Janns, G.F.E. y M. Ferrer. 1999. Mitigation of raptor electrocution on steel power poles. Wildlife Society Bulletin, 27(2):263-273.

Koops, F. B. J. & J. De Jong. 1982. Verminderin van draadslachtoffers door markering van hoogspanning-sleidingen in de omgeving van Heerenveen. Electro-techniek 60: 641-646.

Ledger, J. A. and J. C. A. Hobbs. Raptor use and abuse of power lines in South Africa. Journal of Raptor Research 33(1):49-52.

Liguori, S. and J. Burruss. 2001. Raptor Electrocu-tion Reduction Program (RERP). Training Manual 2001. HawkWatch and UTAH Power.

Mañosa, S. and J. Real. 2001. Potential negative effects of collisions with transmisión lines on a Bonelli´s eagle



population. *Journal of Raptor Research* 35(3):247-252.

Melcher, C. and L. Suazo. 1999. Raptor electrocutions: the unnecessary losses continue. *Journal of Colorado Field Ornithologist* 33(4)221-223.

Reinert, S. E. 1984. Use of introduced perches by raptors: experimental results and management implications. *Raptor Research* 18(1):25-29.

Rodríguez-Estrella, R. 2002. A survey of golden eagles in northern México in 1984 and recent records in central and southern Baja California Península. *Journal of Raptor Research* 36(1 suplement):3-9.

Sevillana de Electricidad, IBERROLA y REE. 1995. Análisis de Impactos de Líneas Eléctricas sobre Avifauna de Espacios Naturales Protegidos. Sevillana de Electricidad, IBERROLA y Red Eléctrica Española.

Smith, J. C. 1985. Perching and roosting patterns of raptors on power transmission towers in southeast Idaho and southwest Wyoming. *Raptor Research* 19(4):135-138.

Stahlecker, D. W. 1979. Raptor use of nest boxes and platforms on transmission towers. *Wildlife Society Bulletin* 7(1):59-62.

Steenhof, K., M. N. Kochert and J. A. Roppe. 1993. Nesting by raptors and common ravens on electrical transmission line towers. *Journal of Wildlife Management* 57(2):271-281.



Suazo II, L. R. 1998. Power lines and raptors: using regulatory influence to prevent electrocutions. Resumen de presentación oral, RRF ANN MTG, Ogden, UT, 30 Sept.-4 oct., 1998.

Williams, R. D. and E. W. Colson. 1989. Raptor Associations with linear rights-of-way. Proceedings of the Western Raptor Management Symposium and Workshop, Institute for Wildlife Research, National Wildlife Federation Scientific and Technical Series No. 12. 173-192 p.

Williams, Ted. 2000. Zapped! Audubon January-February Vol. 102, No. 1. 2000, 32-44 pp.



VI ANEXOS

ANEXO 1. GUÍA RÁPIDA SOBRE PROBLEMAS Y SOLUCIONES

ELECTROCUCIÓN

- **Estructuras involucradas**

- Ocurre principalmente en líneas de distribución de 34,000-voltios (34-kV) o menos.

- **Especies afectadas:**

- Las aves rapaces y los cuervos son las principales víctimas

- **¿Por qué usan las rapaces las líneas eléctricas, específicamente los postes?**

- Incrementan el rango de visión y velocidad durante la cacería

- Proveen plataformas de cacería y percha

- Proveen sombra o sol dependiendo de la necesidad

- La ubicación de los postes ayuda a las rapaces a co-



municar cuales son los límites de su territorio

- La existencia de presas en ciertas áreas
- Vegetación baja y terrenos planos

- **¿Por qué se electrocutan las aves?**

La mortalidad está directamente relacionada con el espacio entre elementos que puede incluir contactos fase-a-fase o fase-a-tierra.

- **Estructuras involucradas**

- Ocurre principalmente en líneas de distribución de 34,000-voltios (34-kV) o menos.

- **Especies afectadas:**

- Las aves rapaces y los cuervos son las principales víctimas

- **¿Por qué usan las rapaces las líneas eléctricas, específicamente los postes?**

- Incrementan el rango de visión y velocidad durante la cacería
- Proveen plataformas de cacería y percha
- Proveen sombra o sol dependiendo de la necesidad
- La ubicación de los postes ayuda a las rapaces a comunicar cuales son los límites de su territorio
- La existencia de presas en ciertas áreas
- Vegetación baja y terrenos planos

- **¿Por qué se electrocutan las aves?**



La mortalidad está directamente relacionada con el espacio entre elementos que puede incluir contactos fase-a-fase o fase-a-tierra.

● **¿Cómo saber si un ave se electrocutó?**

- Las quemaduras son visibles en las plantas de las patas de un ave electrocutada. Las quemaduras pueden variar de áreas rojizas hasta áreas donde la piel fue severamente dañada.
- Las aves electrocutadas suelen encontrarse debajo de las líneas de distribución
- Las plumas se ven quemadas y "rizadas"

● **Problemas en las estructuras**

- Postes de cemento con crucetas metálicas, lo cual crea una conexión a tierra e incrementa el riesgo de electrocución.
- Algunas líneas presentan dos fases en un lado de la cruceta lo cual disminuye la separación entre fases.
- Muchos alfileres son cortos lo cual incrementa el riesgo de contacto entre la cruceta y la fase.
- Los transformadores con puentes sin aislar, boquillas expuestas y puntos de contacto tanto en aparta rayos como en la cruceta.

● **Soluciones**

- La modificación de estructuras en áreas altamente utilizadas por rapaces debe ser prioritaria
- Cambiar las crucetas metálicas por crucetas de madera, usar aisladores más largos y alfileres de fibra de



vidrio

- Aislar puentes, fases y crucetas
- Colgar las fases por debajo de la cruceta, lo cual incrementa la separación de fases sin necesidad de usar una cruceta más larga
- Uso de guarda perchas en casos que requieran modificación inmediata
- Utilizar cubiertas en las boquillas, así como guarda perchas y picos para evitar que las aves se posen en estas estructuras.

COLISIÓN

● **Estructuras involucradas**

- Ocurre en líneas de transmisión de 400 a 150 kv, e instalaciones de generación de energía eólica

● **Especies afectadas**

- Las principales víctimas son: aves acuáticas de gran tamaño con poca maniobrabilidad, aves acuáticas de vuelo rápido y aves rapaces

● **¿Qué factores causan las colisiones?**

- El número de aves presentes en un sitio
- Falta de visibilidad de las líneas, en especial del cable guía
- Perturbaciones que provoquen el vuelo subido de las aves
- Grado de familiaridad de las aves con el área



- **¿En qué áreas es más común este problema?**

- Zonas costeras
- Humedales
- Lagunas, lagos, ríos y otros cuerpos de agua
- Lugares donde se congregan aves acuáticas
- Áreas donde se ubican turbinas eólicas
- Corredores migratorios

- **¿Qué hacer para evitar las colisiones?**

- Las líneas no deben construirse sobre cuerpos de agua.
- No deben cruzar por lugares donde se congregan aves acuáticas.
- Incrementar la visibilidad de las líneas, especialmente el cable guía, con dispositivos como desviadores de aves en vuelo, que reducen hasta en 80% las colisiones
- Las aves acuáticas no deben ser molestadas cuando se encuentren cerca de líneas existentes
- Durante la temporada pico de migración, establecer temporadas o periodos para detener el funcionamiento de las turbinas eólicas

NIDOS EN ESTRUCTURAS

- **Estructuras involucradas**

- Ocurre tanto en líneas de distribución como de transmisión



- **Especies afectadas**

- Entre las especies que anidan en estructuras están: cuervo, gavilán pescador, otras rapaces

- **¿En qué áreas es más común este problema?**

- Sitios altos en lugares que carecen de árboles

- **¿Por qué ocurre?**

- Los postes y torres ofrecen un sitio protegido de los depredadores, brindando un lugar perfecto para hacer un nido

- Interfieren con el mantenimiento de las líneas y pueden causar cortes de energía

- **Solución**

- La mejor solución es la colocación de plataformas artificiales para anidación

CONTAMINACIÓN Y DAÑO POR EXCRETAS

- **Estructuras involucradas**

- Ocurre tanto en líneas de distribución como de transmisión

- **Especies afectadas**

- Los zopilotes son los principales causantes, en oca-



siones se pueden encontrar aves electrocutadas

- **¿En qué áreas es más común este problema?**

- Las áreas cercanas a tiraderos de basura o rellenos sanitarios
- Áreas donde se dispone de animales muertos
- Áreas planas sin vegetación, donde las torres ofrecen sitios para perchar
- Áreas donde existan buenas corrientes de aire que permitan buenos aterrizajes y despegues.

- **¿Cómo ocurren las fallas?**

- Las fallas ocurren cuando la separación es cerrada por un chorro continuo de excremento.
- Los montajes en V son más susceptibles a fallas causadas por chorros de excremento que los montajes en I.

- **Soluciones**

- Dispositivos guarda percha
- Instalación de perchas alternativas
- Cubiertas para aisladores hechas con materiales resistentes y durables

CABLE DE FIBRA ÓPTICA

- **Estructuras involucradas**

- Cable de fibra óptica en líneas de transmisión (alta tensión)



- **Especies involucradas**

- Los principales causantes de los daños son los zopilotes

- **¿En qué áreas es más común este problema?**

- Las áreas cercanas a tiraderos de basura o rellenos sanitarios

- Áreas donde se dispone de animales muertos

- Áreas planas sin vegetación, donde las torres ofrecen sitios para perchar

- Áreas donde existan buenas corrientes de aire que permitan buenos aterrizajes y despegues.

- **¿Por qué ocurre?**

- Los zopilotes pueden dañar los cables a picotazos, se piensa que lo hacen por curiosidad

- **Solución**

- La mejor solución es la colocación de cubiertas para aislar el cable

- Dispositivos guarda percha

- Instalación de perchas alternativas



ANEXO 2. CATÁLOGO DE PRODUCTOS DISPONIBLES PARA ACCIONES DE MITIGACIÓN

COMPAÑÍAS EN MÉXICO

Tyco Electronics México

Vía Gustavo Baz No.2160 Col. La Loma, 54060 Tlal-
nepantla, Edo. de Méx., México

Tel: (+55) 1106-0900

Fax: (+55) 1106-0911

Ing. Manlio Tapia

Servicio a Clientes: Patricia Montiel [pmontiel@tyco-
electronics.com](mailto:pmontiel@tyco-electronics.com)

<http://tycoelectronics.com/?LG=5>

Tyco Electronics es un proveedor mundial de compo-
nentes electrónicos de ingeniería, destinados a miles de
consumidores y productos industriales; soluciones de
red y sistemas para los mercados de energía y teleco-
municaciones; y sistemas inalámbricos para comunica-
ciones vitales, aplicaciones de radar y defensa. Diseña,
fabrica y comercializa productos para clientes en una
amplia gama de industrias, desde automotores, apar-
tos, aeronáutica y defensa hasta telecomunicaciones,
computadoras y electrónica de consumo.

Fabrica aproximadamente 500.000 productos de ing-
eniería de precisión.



FURUNO ELECTRICA, S.A. de C.V.

Av. Insurgentes Centro no. 11, Col. San Rafael, Del.
Cuauhtémoc, C.P. 06470, México, D.F.
Tel. (52) (55) 57 05 49 47

Es Una Empresa Mexicana Fundada en 1986, se ha Dedicado a la Distribución de Material Eléctrico para Alta Tensión como son Fusibles de Media Tensión, Subestaciones, Interruptores, Cuchillas, Apartarrayos y Refacciones para Subestaciones.

3M

Avenida Santa Fe No. 190, Colonia Santa Fe C.P. 01210
México D.F. Deleg. Álvaro Obregón
Tel. 52 70 04 00
http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en_US/3MElectrical/Home/Solutions/ElectricalUtility/

Proveedor de materiales para la manutención y construcción de redes de distribución de energía y telecomunicaciones, así como insumos para la industria electrónica.



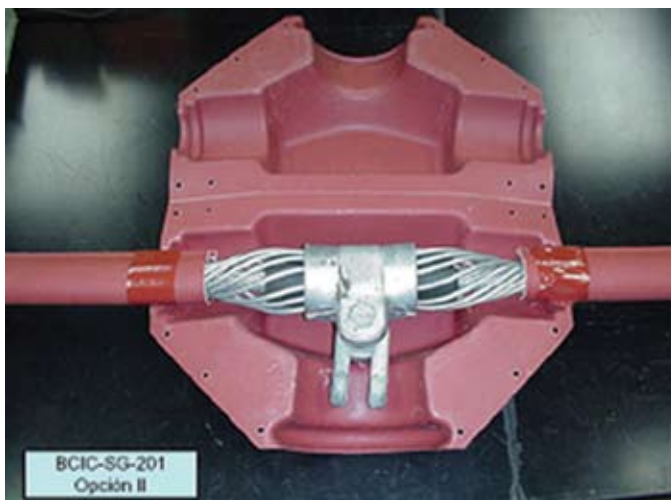
CATÁLOGO DE ALGUNOS PRODUCTOS RAYCHEM PARA LA
MODIFICACIÓN DE ESTRUCTURAS PELIGROSAS
(CORTESÍA DE TYCO ELECTRONICS MÉXICO)



BCIC-TR-205-R-M

Diseñado para proteger los conductores o la barra de distribución energizados contra las fuertes descargas debido al contacto de los pájaros, de las ardillas y de otros animales.

El BCIC está hecho de material resistente a la degradación ultravioleta y al traqueo que permite que el funcionamiento sea confiable.



© Tyco Electronics



MNLC

Aislador de Protección Antifauna para cable de línea eléctrica de media tensión.

Esta cubierta se aplica en frío y solamente enrolla alrededor de la cubierta que proporciona el aislamiento necesario para los conductores situados en la parte más alta ya que se pueden prevenir los daños eléctricos causados por el contacto accidental entre las 3 ramificaciones ó por los animales.

La cubierta de MVLC se puede aplicar selectivamente en las envergaduras dañadas para evitar el reemplazo costoso del conductor.



©Tyco Electronics



CUBIERTA BCIC PARA AMORTIGUADOR
MODELO BCIC -DAMPER -01

Cubierta moldeada con material específicamente formulado para aplicación en Alta Tensión. Esta basado en la combinación de Polietileno, co-polímeros de Polyolefina y Ethyleno modificado.

Material altamente reticulado por proceso de irradiación (irradioactivo) que mejora las propiedades físicas debido al encadenado molecular de los componentes.

Con resistencia superior a (la) degradación por rayos ultra violeta (UV), y estabilidad térmica. Provee nivel de aislamiento requerido para desempeño en ambiente húmedo y seco.

Material de alta resistencia a traqueo (tracking) y erosión. No contiene componentes alógenos.



©Tyco Electronics



CUBIERTAS AISLANTES DISEÑADAS PARA PREVENIR LA ELECTROCUCIÓN DE AVES Y CORTES RELACIONADOS EN ESTRUCTURAS DE CRUCETAS HASTA DE 35kV

BCIC-1215



BCIC-1217



© Tyco Electronics



© Tyco Electronics



CUBIERTA DE DISTRIBUCIÓN DISEÑADA PARA PREVENIR LA ELECTROUCIÓN DE ANES Y CORTES RELACIONADOS EN ESTRUCTURAS DE CRUCETAS HASTA DE 25kV. DISEÑADA PARA AISLADORES DE PORCELANA.



© Tyco Electronics



© Tyco Electronics



© Tyco Electronics



BCAC-G-Cutout-100

Cubierta aislante de instalación en línea energizada está diseñada para prevenir la electrocución de aves y los cortes relacionados en interruptores cortacorriente con fusibles hasta de 35kV.



©Tyco Electronics



©Tyco Electronics



BCIC-10/13.5/3-L

Cubierta para aislar las terminaciones grandes y otras piezas en las aplicaciones de distribución.

SOMBRERO DE CHINO

Protege las estructuras de los excrementos de las aves.



©Tyco Electronics



©Tyco Electronics



©Tyco Electronics



VII SITIOS DE LA RED CON INFORMACIÓN PERTINENTE

EN INGLES

Artículo sobre electrocución de aves

- Zapped! Text by Ted Williams

For years, power lines have been electrocuting golden eagles and other raptors. Thanks to a recent court decision, utility companies are now being held liable.

<http://audubonmagazine.org/incite/incite0001.html>

Bibliografía sobre electrocución y colisión de aves

- Avian Collision and Electrocution:

An Annotated Bibliography

http://www.energy.ca.gov/reports/avian_bibliography.html

Documento en Pdf sobre medidas para la protección de aves en generación de energía por medio de turbinas eólicas.

<http://www.energy.ca.gov/renewables/06-OII-1/index.html>

Manual de enfermedades y muertes de vida Silvestre
Capítulo 50. Electrocución



Prácticas sugeridas para la protección de aves en líneas eléctricas

(Suggested Practices for Bird Protection on Power Lines)

NABU-German Society for Nature Conservation

http://www.nabu.de/vogelschutz/caution_electrocution.pdf

Lista de publicaciones sobre interacciones entre aves y turbinas eólicas.

National Wind Coordinating Committee (NWCC)

<http://www.nationalwind.org/publications/wildlife.htmf>

Resumen de los estudios sobre colisiones de aves con turbinas eólicas.

- Avian Collisions with Wind Turbines: A Summary of Existing Studies and Comparisons to Other Sources of Avian Collision Mortality in the United States

http://www.nationalwind.org/publications/wildlife/avian_collisions.pdf



EN ESPAÑOL

Electrocución de aves en líneas eléctricas de México
Instituto Nacional de Ecología

Memorias del Primer Taller sobre electrocución de aves en líneas eléctricas de México: hacia un diagnóstico y perspectivas de solución. 6 y 7 de marzo 2002

http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=371&id_tema=6&dir=Consultas

Electrocución de aves en el Parque Natural del Montseny

Más de 3000 aves mueren electrocutadas cada año en Cataluña a lo largo del trazado eléctrico. La electrocución es una de las principales causas de mortalidad para las aves, en especial las rapaces diurnas y nocturnas, los córvidos y las cigüeñas.

http://www.universia.es/html_estatico/portada/actualidad/noticia_actualidad/param/noticia/ihgca.html

Aves electrocutadas

Más de un millón de pájaros mueren al año por tendidos eléctricos en España, un problema que puede combatirse con la ayuda de los consumidores

http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/naturaleza/2007/10/20/170889.php

Mortandad de aves en las líneas eléctricas

http://www.ambientum.com/revista/2001_36/2001_36_NATURA/COLAVES1.htm



Mitigación de colisión de aves contra líneas de transmisión eléctrica con marcaje del cable de guarda
<http://www.ornitologiacolombiana.org/REVISTA/Roselli.pdf>

Energía eólica y aves
<http://www.invdes.siw.com.mx/activacion-inf.asp?CategoriaID=1&MesID=10&YearID=10&SubCategoriaID=1412>

Descubren en España un sistema para evitar la colisión de aves
<http://canales.laverdad.es/nuestratierra/nt18052007/suscr/nec26.htm>

Red eléctrica y la avifauna: años de investigación aplicada
<http://www.ambientum.com/revistanueva/2006-10/aves.htm>

Informe sobre mortandad inducida por los parques eólicos
http://www.navarra.es/home_es/Actualidad/Archivo+de+notas+de+prensa/Noticias/



D.R. © Comisión Nacional de Areas Naturales Protegidas
Camino al Ajusco #200, Col. Jardines en la Montaña,
Delegación Tlalpan, México, Distrito Federal, C. P. 14210
info@conanp.gob.mx

Principales conflictos entre aves y líneas de energía eléctrica, acciones de mitigación y otras soluciones para la conservación del águila real y otras rapaces.

1. Águila real
2. Aves-Conservación
3. Electrocutación
4. Impacto Ambiental
5. Rapaces

DERECHOS DE AUTOR.

Los fotógrafos otorgaron el permiso de uso de las fotografías para esta publicación, pero conservan los derechos autorales de cada uno de ellas.

DIBUJO DE PORTADA

Fernando Venegas

FOTOGRAFÍAS

©Rurik List, ©Patricia Manzano, ©Eduardo Ponce Guevara,
©Rodrigo Sierra Corona, ©Tyco Electronics

DISEÑO GRÁFICO E ILUSTRACIONES

Andrea Chong

HECHO EN MÉXICO