Crucetas aislantes CICA-D para mitigar la electrocución de aves en líneas de distribución

Jose Antonio Rausell Héctor de Santos Rosa Márquez Marcos Fernandes

Jiangsu Shemar Electric

cigre

For power system expertise

Jornada Iberoamericana sobre

Infraestructuras Eléctricas y Avifauna

Madrid – 21 de septiembre, 2023

Índice de contenidos

1. Electrocución de aves en líneas eléctricas.
2. Limitaciones de las crucetas y aisladores tradicionales.
3. Limitaciones de los forros protectores.
4. Crucetas aislantes CICA-D.
5. Tecnología de las crucetas aislantes.
6. Diseño y ensayos mecánicos.
7. Experiencia internacional.
8. Diseños para protección de avifauna en España.
9. Electrocución por defecación y crucetas CICA.
10. Conclusiones.

cigre
For power system expertise

Electrocución de aves en líneas eléctricas

La electrocución se produce cuando el ave toca dos elementos en tensión, o uno en tensión y otro con derivación a tierra.

Esto puede suceder mientras el **ave está posada** en el apoyo, durante el **aterrizaje o despegue**, al transportar presas o por acción de los excrementos.

- Principalmente ocurre en **líneas de distribución**.
- Es una de las causas más importantes de mortalidad no natural de algunas **especies amenazadas**.
- Produce anomalías en la infraestructura eléctrica, **problemas de desconexión** y una pérdida global de calidad del suministro eléctrico
- Dentro de los posibles efectos colaterales se incluye la posibilidad **incendios forestales** cuando el ave se incendia a causa de la electrocución.

Ave electrocutada por contacto en una cruceta tradicional con aisladores de vidrio.

Limitaciones de las crucetas y aisladores tradicionales

Casos de electrocución en <u>crucetas y aisladores tradicionales</u>:

A. Electrocución por contacto entre dos conductores.

B-C-D-E-F. Contacto entre conductor y parte metálica.

G. Electrocución por defecación.

H. Por formación de arco eléctrico.

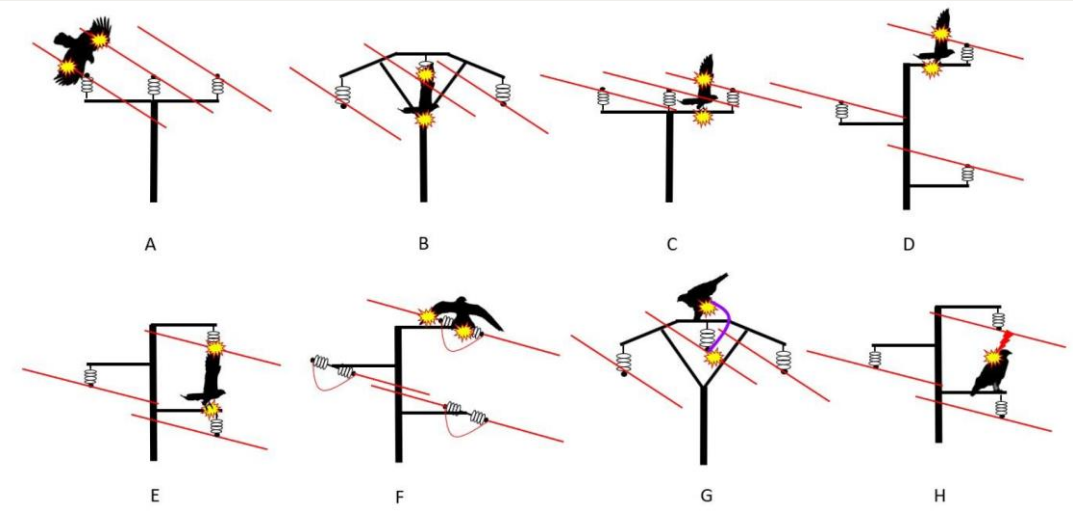


Ilustración: “Aves y Tendidos eléctricos Problemas y Soluciones”, Justo Martín. 2020.

Los **factores más influyentes** en la electrocución de aves son las **distancias** entre conductores, y entre conductor y partes puestas a tierra.

- Los **apoyos más seguros** son aquellos con **mayores distancias** entre elementos.
- En diseños convencionales, compuestos por **cruceta tradicional y aisladores**, se ha trabajado principalmente en la búsqueda de los mejores diseños de crucetas y de disposición de los aisladores.
- Sin embargo, debido a **limitaciones de tipo tecnológico** esto no siempre es suficiente siendo necesario la instalación de **forros protectores**.

Limitaciones de los forros protectores

Son piezas preformadas o forros de silicona instalados sobre elementos en tensión del apoyo y que permiten **aumentar las distancias** de seguridad del ave.

Aunque eficaz, presenta limitaciones importantes:

- **Instalación en campo** y calidad sujeta a la correcta ejecución del trabajo y condicionantes ambientales.
- **Dificulta la inspección de las líneas** (puntos calientes, corrosión, …), en zonas sensibles como la sujeción del conductor al aislador.
- Incidentes observados: acumulación de humedad y nidos.
- **Escasa durabilidad**, muy inferior a la vida útil de la línea eléctrica. Lo que resulta en la necesidad de realizar inspecciones y contemplar reemplazos periódicos del material. **Aumentando de manera significativa el coste** de esta tecnología.

Forros de silicona instalados en las tres fases de una línea eléctrica.

Crucetas aislantes CICA-D

Las **crucetas aislantes CICA-D** (*Composite Insulated Cross Arm - Distribution*) son la evolución tecnológica donde la cruceta integra al propio aislador y cumple la doble función de proporcionar aislamiento eléctrico y soporte mecánico a los conductores.

Se desarrolló con el objetivo de ser una **solución eficaz**, **permanente y económicamente viable** para los **problemas de desconexión de las líneas eléctricas de distribución**.

- Permite aumentar de manera significativa las distancias entre zonas en tensión y partes puestas a tierra, **reduciendo el riesgo de electrocución de aves**.
- El aumento de las distancias de arco mejora la capacidad de **protección contra rayos**. Y la mayor línea de fuga y sus propiedades hidrofóbicas mejoran el comportamiento ante **contaminación y excrementos de pájaros.**
- Diseñadas para durar **toda la vida útil de la línea (+40 años).**
- Menor peso y número de componentes. Fácil instalación.

★ **Posibilidad de diseños a medida** → crucetas seguras para aves y en conformidad con los requisitos particulares de las compañías eléctricas.

Primera generación de crucetas aislantes CICA-D.

Tecnología de las crucetas aislantes

Núcleo de fibra de vidrio (FRP):

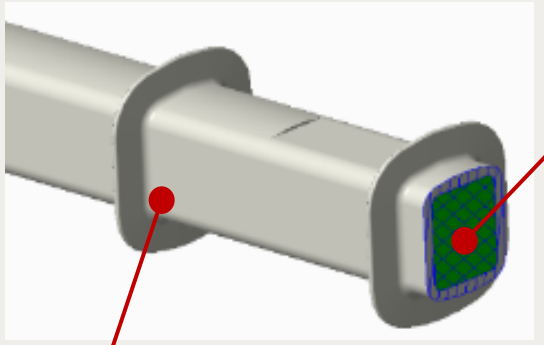
- Resina reforzada con fibra de vidrio E-CR, libre de boro y resistente al ataque de ácidos y rotura frágil.
- Proceso de fabricación por pultrusión.
- Microestructura mejorada de mayor resistencia mecánica.

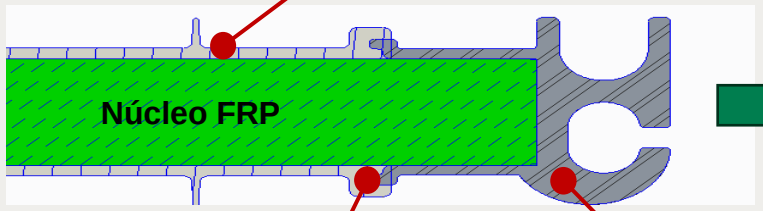
Revestimiento de silicona HTV:

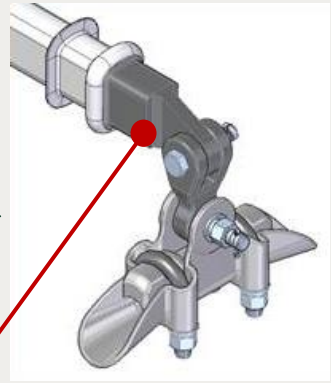
- Proceso de inyección completo. Protege al núcleo.
- Formulación diseñada +40 años de vida útil.
- Alta hidrofobicidad. Diseño de aletas a medida.

Terminales metálicos:

- Estructura de sellado encapsulada.
- Galvanizado en caliente. Diseño a medida.





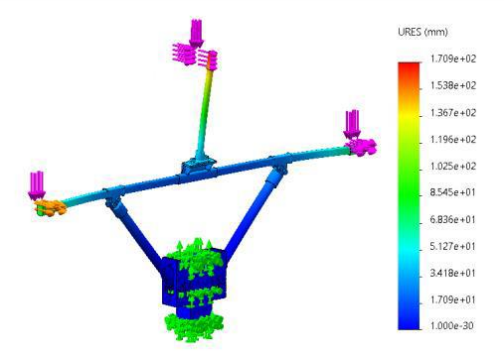


Variación para España

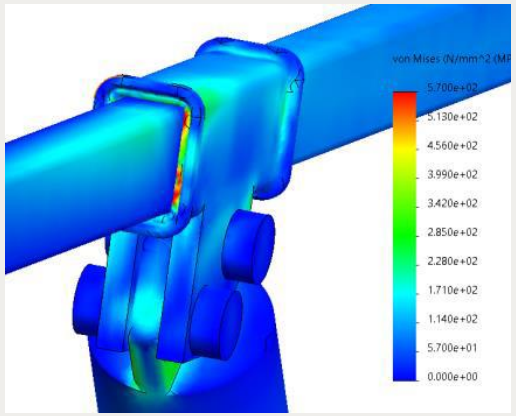
Diseño y ensayos mecánicos

Cada diseño de cruceta se verifica primero mediante simulación y se valida mediante ensayos:

Simulación de cargas:

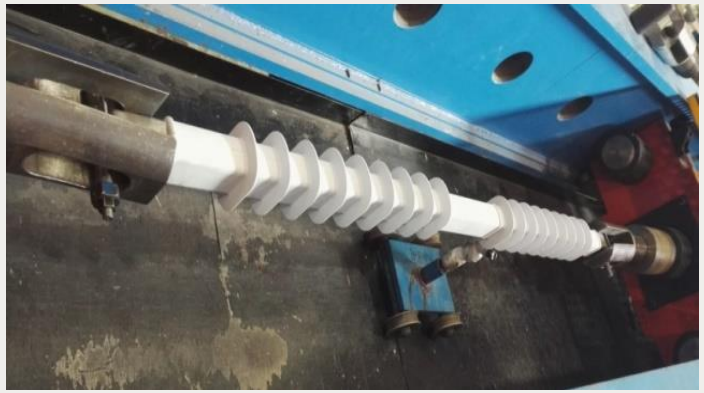


Ejemplo de simulación.

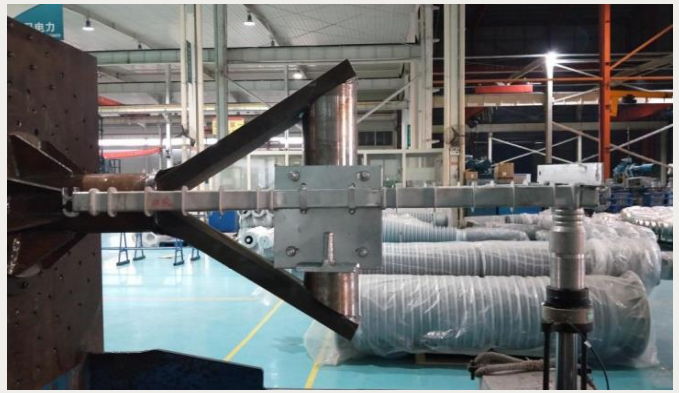


Detalle de los componentes.

Algunos de los ensayos mecánicos:



Ensayo de tracción.



Carga vertical desbalanceada.

Carga desequilibrada y ante rotura de conductor.

Prueba de carga de flexión vertical.

Experiencia internacional

Con +70.000 unidades de CICA-D instaladas, las compañías usuarias han confirmado su experiencia satisfactoria en:

- Reducción de desconexiones producidas por rayo.
- Contorneos por contaminación.
- **Y reducción de electrocución de aves**.

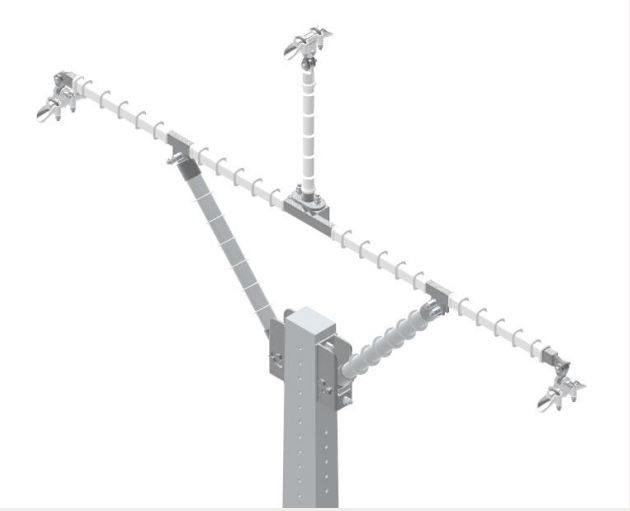
En diferentes zonas geográficas, condiciones ambientales y de funcionamiento. Y con diseños de CICA-D **sin particularidades específicas** con respecto a la protección de avifauna, mostrando así ser un beneficio inherente de la tecnología.

Algunas crucetas CICA-D en servicio.

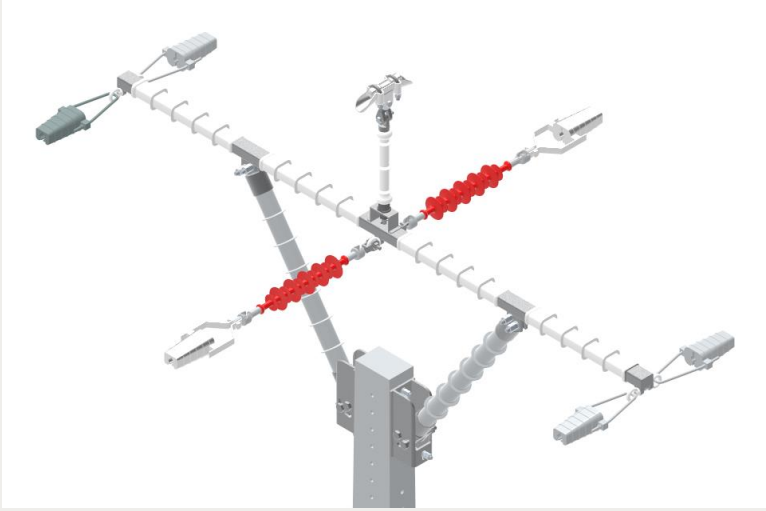
Diseños para protección de avifauna en España

Iberdrola está colaborando en desarrollos de CICA-D como "*Soportes Aislantes Estructurales de Conductores*" con **especial atención la protección de la avifauna** y el cumplimiento de distancias normativas.

- Diseños basados en la adaptación de **crucetas de bóveda de amarre y suspensión**.
- **Búsqueda de encaje normativo** (RD 1432/2008) al ser una solución innovadora que no es un aislador ni una cruceta convencional. Hay supuestos (conductores por encima de la cruceta, etc) que pueden plantear cuestiones y/o no son de aplicación debido a las características de la tecnología.
- Preparación de prototipos y ensayos. **Proyecto piloto en planificado para 2024**.



Diseño basado en bóveda de suspensión.



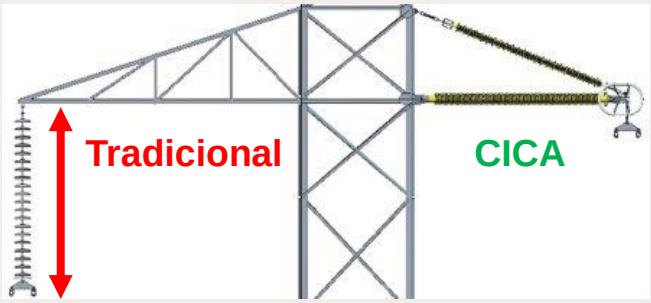
Diseño basado en bóveda de amarre.

Electrocución por defecación y crucetas CICA

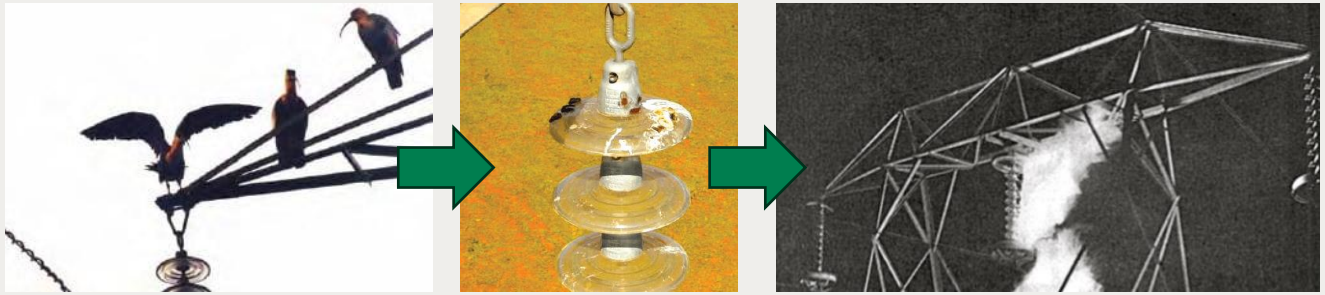
La **electrocución** de aves es menos frecuente en niveles más elevados de tensión, pero puede llegar a ocurrir **por defecación,** principalmente en apoyos frecuentados por aves de mayor tamaño.

En estos casos, las crucetas aislantes CICA, para líneas de tensiones mayores, eliminan la necesidad de instalar cadenas de suspensión.

Los excrementos pueden presentar un alto grado de conductividad que ocasione el cortocircuito de la línea y la electrocución del ave.



Electrocución por defecación:



Contorneo producido por excrementos de pájaro en cadenas de aisladores de suspensión.

Crucetas aislantes CICA en una línea de transporte.

Conclusiones

- Los últimos avances en ingeniería, ciencia de materiales y procesos productivos hacen posible el diseño y construcción de crucetas aislantes CICA-D para líneas de distribución.
- Es una tecnología que permite aumentar la distancia entre elementos en tensión y elementos puestos a tierra y ofrece nuevas oportunidades para mitigar la electrocución de aves en líneas.
- Adicionalmente, por facilidad de inspección, calidad, durabilidad y coste, puede ser una alternativa eficaz a los actuales forros de silicona.
- Frente a la solución tradicional de cruceta + aisladores, CICA-D ofrece otras ventajas tecnológicas como mejor comportamiento frente a desconexiones por rayo, por polución, menor peso y facilidad de instalación. Que son de interés para una implementación a escala mayor.
- En España, se colabora con Iberdrola para adaptar los diseños de CICA-D para una mayor protección de la avifauna y realizar pilotos en campo para testear su eficacia.
- Sería conveniente una actualización del marco normativo y, en particular, del RD 1432/2008 de medidas para la protección de la avifauna, para dar cabida a estas soluciones innovadoras.

¡GRACIAS POR SU ATENCIÓN!

Héctor de Santos

Hector.desantos@shemarlatam.com