

AVIFAUNA Y TENDIDOS ELÉCTRICOS EN LA CAPV

Revisión de actuaciones realizadas para la adaptación de las LAAT al Real Decreto 1.432/2008

2024



EUSKO JAURLARITZA



GOBIERNO VASCO

Medio Natural

AVIFAUNA Y TENDIDOS ELÉCTRICOS EN LA CAPV

Revisión de actuaciones realizadas para la adaptación de las
LAAT al Real Decreto 1.432/2008

2024

Fecha Noviembre de 2024

Autores **Dirección del trabajo y redacción final:**
Dirección de Patrimonio Natural y Cambio Climático. Departamento de
Desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente. Gobierno
Vasco

Trabajos técnicos:
Carmelo Fernández y Paz Azkona

Propietario Gobierno Vasco.



 **euskadi.eus**

www.euskadi.eus

Contenido

1	PRESENTACIÓN.....	1
2	FINALIDAD Y OBJETIVOS:.....	5
2.1	Objetivos operativos	5
3	MATERIAL Y MÉTODOS	6
3.1	Selección líneas de Iberdrola dentro de las zonas de Protección	6
3.2	Prospección de las instalaciones elegidas:.....	10
3.3	Fichas de campo.....	10
3.3.1	Carátula	11
3.3.2	Mapa de situación.....	11
3.3.3	Tablas	11
3.3.4	Consideraciones finales.....	14
3.4	Elaboración de una capa temática GIS	15
3.5	Redacción de la memoria técnica.....	17
4	RESULTADOS.....	18
4.1	Líneas revisadas.....	18
4.1.1	Línea 13.2 kV de Carranza-Arcentales CTO-3 (Armañón)	18
4.1.2	Línea 13.2 kV de Arcentales-Joyuelo C-2 (Armañón).....	22
4.1.3	Línea 13.2 kV de Carranza-La Cadena CTO-2 (Armañón/Ordunte) 23	
4.1.4	Línea 13.2 kV de Güeñes-Güeñes CTO-2 (Ordunte).....	26
4.1.5	Línea 13.2 kV de Alzarrate-Orozko CTO-1 (Gorbeia)	28
4.1.6	Línea 13.2 kV de Txomorronea-Colonia Escolar (Costa-Ulía- Jaizkibel)	30
4.1.7	Línea 13.2 kV de Ordizia Nueva-Amezketeta (Aralar)	33
4.1.8	Línea 13.2 kV de Oñati-Alustiza (Aizkorri-Aratz-Elgea)	34
4.1.9	Der. 13.2 kV a Etzegarate (Aizkorri-Aratz-Elgea).....	36
4.1.10	Línea 13.2 kV Mondragón- Santa Águeda (Urkiola)	37
4.1.11	Línea 13.2 kV de Gaceo (Embalses Zadorra-Aldaia).....	39
4.1.12	Línea 13.2 kV de Marieta (Embalses Zadorra-Aldaia)	42
4.1.13	Línea 13.2 kV de Amurrio-Orduña-Barambio CTO-4 (Gorbeia) ..	43
4.1.14	Línea 30 kV de Haro-Miranda (Sierras Meridionales-Ebro)	46
4.1.15	Línea 13.2 kV de Treviño (Zadorra y Río Ebro)	49
4.1.16	Línea 13.2 kV Ali-Goca (Río Zadorra, centro).....	51
4.1.17	Línea 13.2 kV Ali-Mendiguren (Río Zadorra, centro)	53
4.2	Conclusiones	55
4.3	Recomendaciones finales y posible mejoras.....	58

4.3.1	Cadenas de amarre	58
4.3.2	Armados en bóveda.....	59
4.3.3	Eliminación de puentes flojos y elementos en tensión dominantes 60	
4.3.4	Aislamiento de puentes y enlaces.....	62
4.3.5	Protección de seccionadores, válvulas y bornes	64
4.3.6	Balizamiento de los vanos	66
5	BIBLIOGRAFÍA	68

Figura 1. La electrocución en las LAAT es una de las principales causas de mortalidad entre las aves y los mamíferos arborícolas; afectando particularmente a las aves de mayor envergadura, entre las que se encuentran algunas de las especies más amenazadas en la CAPV. 1

Figura 2. Las grandes rapaces, como el Alimoche, utilizan los apoyos de las LAAT no solo como oteaderos sino también como dormitorios y como enclaves de protección, lo que incrementa el riesgo de sufrir accidentes por electrocución. 3

Figura 3. La mayor parte de los materiales aislantes anti-electrocución son perecederos y para ser eficaces requieren, por un lado, una correcta aplicación y, por otro, un mantenimiento que es responsabilidad de las empresas eléctricas propietarias. V.g. corrección mal ejecutada en el apoyo nº 9001 (Bi-78043), de la Línea 13.2 kV de Carranza-Arcenales. 4

Figura 4. La aplicación del Real Decreto 1432/2008 y una buena ejecución de las medidas previstas en el Manual Técnico 2.24.80 de Iberdrola (I-DE) aseguran la inocuidad de las LAAT para la mayoría de las aves. 5

Figura 5, Mapa de situación de las líneas prospectadas..... 9

Figura 6. Detalle de la rotulación empleada por Iberdrola (I-DE) en el campo. Izquierda: nº del apoyo. Arriba: nº de maniobra. Abajo: número y nombre del centro de transformación de intemperie..... 12

Figura 7. Cadenas de amarre anti-posada, tipo PECA, instaladas en los apoyos de amarre y especiales (Línea 13.2 kV de Carranza-Arcenales CTO-3). 21

Figura 8. En algunos apoyos de alineación en bóveda las cubiertas de silicona de las fases centrales se han desplazado en el conductor perdiendo toda su eficacia (v.g.: Apoyos nº 9004 y 9005 de la Línea 13.2 kV de Carranza-Arcenales CTO-3)..... 22

Figura 9. Detalle de las cadenas de aisladores desprovistas de aletas (tipo "bastón"), que pueden ser utilizadas por las aves como posaderos y provocar electrocuciones entre las especies de mayor envergadura. Apoyo nº 9045 de la línea 13.2 kV Arcenales-Joyuelo CT-2 (Tramo El Suceso). 23

Figura 10. Apoyo de amarre provisto de cadenas de amarre anti-posada, tipo avifauna, de 1.0 m de aislamiento efectivo. Las cadenas de amarre se complementan con cubregrapas de amarre que aportan 30-35 cm de aislamiento suplementario y el aislamiento integral de los puentes flojos. 24

Figura 11. Apoyo de alineación en bóveda mostrando las tres fases aisladas con cubiertas de silicona y las grapas de suspensión protegidas con cubregrapas preformados. 25

Figura 12. Torreta de conversión aéreo/subterráneo y OCR (nº 9001, Bi-78045) que mantiene las electroválvulas en la cogolla del armado y puentes flojos dominantes solo parcialmente aislados. Las electroválvulas deberían reinstalarse en un travesaño inferior. 25

Figura 13, Dado el trazado de la Der. al centro de interpretación de Pozalagua y el interés ornitológico del P.N. de Armañón hubiera sido conveniente señalar mediante balizas salvapájaros toda la derivación. 26

Figura 14. Detalle de los preformados específicos (cubre-conectores) utilizados para proteger los empalmes existentes en los puentes flojos de la Der. al Repetidor de Garbea (Sopuerta, Bizkaia).....	27
Figura 15. Detalle de los capuchones anti-electrocución utilizados para proteger las válvulas y los bornes del transformador de intemperie del apoyo de fin de línea nº 7612 (CT-333) de la Der. al Repetidor de Garbea (Sopuerta, Bizkaia).	28
Figura 16. Torreta de amarre nº 5616 de la Der. al Repetidor de Untzeta mostrando las cadenas de amarre de 30 cm, que se han complementado con cubregrapas de amarre y el aislamiento mediante cubiertas de silicona de 1.0 m de conductor en las tres fases.....	29
Figura 17. Detalle del puente flojo central aislado que se mantiene por encima del travesaño en la torreta nº 5619 de la Der. al repetidor de Untzeta. Dado que los materiales aislantes son perecederos hubiera sido conveniente reinstalar el puente flojo central suspendido por debajo del travesaño	30
Figura 18. A pesar de encontrarse dentro de la zona de protección de Jaizkibel, buena parte de la Der. al Cabo de Higer (Línea de Txomorronea-Colonia escolar) no ha sido remodelada y presenta, a partir del apoyo nº 49, elementos de alto riesgo de electrocución para las aves.....	31
Figura 19. Detalle de las cubiertas de las electroválvulas y de los bornes del transformador en el apoyo nº 94 (CT-232) fabricadas con manta aislante en la Línea Txomorronea-Colonia escolar. En su lugar se recomienda el uso de preformados específicos (ver Fig. 15).	32
Figura 20. Tramo señalizado en la Der. al Cabo de Higer dentro de la línea (13.2 kV) de Txomorronea-Colonia Escolar. La señalización ha sido realizada mediante balizas salvapájaros ("X" de neopreno) instaladas alternativamente en las tres fases, utilizando cadencias de 1 baliza cada 20 m en cada hilo..	33
Figura 21. Detalle de uno de los fusibles-seccionadores del apoyo nº 439 (SS-10733) en la Línea 13.2 kV de Ordizia Nueva-Amezketza que ha perdido la cubierta protectora y debe ser repuesto.	34
Figura 22. Detalle de los preformados anti-electrocución utilizados para proteger los fusibles-seccionadores de expulsión en los apoyos de maniobra existentes en la Línea de Oñati-Alustiza.....	35
Figura 23. Para evitar colisiones entre las numerosas rapaces necrófagas existentes en el P.N. de Aizkorri hubiera sido recomendable señalar con balizas salvapájaros los vanos que cruzan los barrancos de Arantzazu, Aizkorbe y Araotz.....	36
Figura 24. En la torreta de maniobra y conversión aéreo/subterránea nº 132 (SS-10908) se mantienen los fusibles-seccionadores y las válvulas sin proteger. Nótese que tampoco se han aislado los puentes desde los seccionadores hasta las electroválvulas.	37
Figura 25. Detalle de las grapas de suspensión protegidas con cubregrapas preformados empleados en todos los apoyos de amarre y especiales existentes en la Der. a Ontzaeta.....	38
Figura 26. Detalle de los empalmes aislados con cinta autosellante para trabajos en media tensión en los puentes flojos existentes en la línea (13.2 kV) Mondragón-Santa Águeda. En su lugar se recomienda el uso de preformados específicos.....	39
Figura 27. Apoyo de maniobra nº 1121 (Vi-41134) que se mantiene sin corregir, situado junto al apoyo de entronque nº 1107 de la Der. a Maturana.	40
Figura 28. Detalle de las grapas de derivación del apoyo nº 82 que han quedado al descubierto por el desplazamiento de los preformados. Se aprecia la discontinuidad en el aislamiento de las bajantes.....	41
Figura 29. Apoyo de entronque y maniobra nº 92 (Vi-41749) de la Línea 13.2 kV de Gaceo en el que se aprecia que el preformado que protegía del seccionador de la fase central se ha caído.	42
Figura 30. Detalle de las electroválvulas y sus terminales protegidas con preformados anti-electrocución en el apoyo de fin de línea y conversión aéreo/subterráneo nº 1079 de la Der. a Otaza.	43
Figura 31. Apoyo de cruzamiento nº 5613, provisto de doble aislador rígido que se mantiene sin adaptar en la Der. a la Ermita de Garrastatxu (Baranbio).	44

Figura 32. Apoyo de maniobra nº 5438 (Vi-13127) de la derivación al puerto de Altube que se mantiene sin remodelar; con cadenas de amarre de composite de menos de 1.0 m y las bajantes al OCR sin aislar.	44
Figura 33. Detalle de los preformados que protegen los fusibles-seccionadores del apoyo nº 5474 (Vi-41671). Las entradas y salidas de los XS no han sido convenientemente aisladas reduciendo la eficacia de la medida.....	45
Figura 34. Torreta de entronque y maniobra nº 5465 (Vi-33070) de la Der. al Puerto de Altube mostrando el puente flojo central aislado que discurre por encima de la cruceta.	46
Figura 35. El apoyo de fin de línea nº 47 de la Der. al Bco. Tropera presenta los puentes a los seccionadores, a los fusibles, a las válvulas y al CTi sin aislar y las válvulas y los bornes del transformador de intemperie sin proteger.	47
Figura 36. En algunos apoyos de la Línea Haro-Miranda los empalmes existentes en los puentes flojos se han protegido con cubiertas de silicona en lugar de emplear cubre-conectores específicos. Algunas de estas cubiertas, como las del apoyo nº 17, se han desplazado dejando al descubierto los empalmes.	48
Figura 37. Detalle de una de las balizas salvapájaros ("X" de neopreno) instaladas en el Bco. de Tropera deterioradas por efecto de la intemperie (hielo y viento). En la baliza de la imagen solo se mantiene el elastómero, habiendo perdido gran parte de su eficacia.....	49
Figura 38. Apoyo de entronque y maniobra nº 111 (Bu-2036) de la Línea (13.2 kV) de Treviño que se mantiene sin corregir, con el puente flojo central dominante, cadenas de amarre de tan solo 2 aisladores y los puentes flojos sin aislar.....	50
Figura 39. Der. al Caserío de Lacorzana mostrando el efecto de las balizas salvapájaros instaladas alternativamente en los 3 conductores con una cadencia de 1 baliza cada 20 m.	51
Figura 40. Detalle de las cadenas de amarre cortas instaladas por falta de espacio en el apoyo de entronque y maniobra nº 1002 en la Línea Ali-Goca.	52
Figura 41. Apoyo de maniobra nº 15 (Vi-30121) de la Línea Ali-Goca mostrando los puentes aislados con cubiertas de silicona y las botellas y bornes del OCR protegidas con preformados específicos.....	53
Figura 42. Apoyo de amarre en pórtico nº 1000 de la línea (13.2 kV) de Ali-Mendiguren en el que se aprecian las cadenas de amarre de 1.0 m, desprovistas de aletas, y las grapas de amarre y suspensión y los conectores protegidos con preformados específicos.....	54
Figura 43. Apoyo de entronque nº 15 en la Der. a Mendiguren en el que se aprecian las tres fases de la antigua derivación cortada.	55
Figura 44. Cadena de amarre anti-posada, tipo "avifauna", complementada con cubregrapas preformados.	59
Figura 45. Armado en bóveda con las tres fases aisladas con cubiertas de silicona y cubregrapas de suspensión.	60
Figura 46. Electroválvulas dispuestas en la cogolla del armado. Las válvulas están protegidas con preformados y los puentes flojos aislados, pero cualquier deterioro de los materiales puede provocar un grave riesgo para las aves.	61
Figura 47. Detalle del sistema ARPI utilizado para soportar el puente flojo central en algunas torretas de amarre con montaje en triángulo.....	62
Figura 48. Detalle de un preformado específico empleado para proteger los conectores y empalmes en los puentes flojos.....	63
Figura 49. Detalle de un conector que ha quedado al descubierto al estar protegido por una cubierta de silicona inadecuada. En su lugar es preciso emplear preformados específicos.....	64

Figura 50. Detalle de los capuchones anti-electrocución utilizados en las autoválvulas y el transformador de intemperie de un apoyo de fin de línea.....	65
Figura 51. En los preformados cubre-seccionadores es preciso vigilar que los protectores queden bien fijados por los remaches para evitar que se desplacen o pierdan.....	66
Figura 52. Detalle de las balizas salvapájaros ("X" de neopreno) utilizadas en la señalización de la Der. al caserío de Lacorzana (Línea 13.2 kV de Treviño).....	67
Figura 53. Detalle de las balizas salvapájaros ("X" de neopreno) desplazadas en el conductor por efecto del viento y la gravedad.....	68
Tabla 1. Relación de 17 líneas eléctricas de alta tensión propiedad de Iberdrola revisadas en la CAPV. Se indica para cada línea: el Territorio histórico, el sector de la Zona de Protección, el código y nombre de la línea según Iberdrola (I-DE), la tensión nominal, el nº de apoyos y los Km de línea prospectados.....	8
Tabla 2. Resumen de las principales deficiencias observadas en 17 líneas eléctricas de alta tensión propiedad de Iberdrola revisadas en la CAPV. Se indica para cada línea: el Territorio histórico, el nombre de la línea según Iberdrola (I-DE), las causas del incumplimiento del RD 1432/08 y otras observaciones de interés (Ver más detalles en Fichas de campo).....	19
Tabla 3. Resumen de los principales desperfectos y carencias observadas en las 17 líneas eléctricas de alta tensión propiedad de Iberdrola revisadas en la CAPV.	57

1 PRESENTACIÓN

La mortalidad por electrocución y colisión en líneas eléctricas aéreas de alta tensión (LAAT) es uno de los principales problemas para la supervivencia de numerosas especies de aves catalogadas en peligro de extinción en la CAPV. Para reducir al máximo el riesgo inducido por las LAAT es preciso ir adecuando progresivamente las antiguas instalaciones a la nueva normativa electrotécnica estatal (Real Decreto 1432/2008 y Orden de 6 de mayo de 2016 de la Consejera de Medio Ambiente del Gobierno Vasco), aplicando además las mejores técnicas disponibles (Ley 26/2007 de Responsabilidad medioambiental) y señalizando, en su caso, los vanos que supongan un riesgo potencial de colisión para las aves.

Figura 1. La electrocución en las LAAT es una de las principales causas de mortalidad entre las aves y los mamíferos arborícolas; afectando particularmente a las aves de mayor envergadura, entre las que se encuentran algunas de las especies más amenazadas en la CAPV.



En los últimos años Iberdrola (I-DE), principal compañía de distribución de energía en la CAPV, ha venido realizando numerosas intervenciones en sus antiguas líneas aéreas de alta tensión, adaptando progresivamente las instalaciones de su propiedad a la nueva normativa y aplicando incluso medidas suplementarias (Manual técnico de distribución MT 2.24.80 de Iberdrola) que aseguren la inocuidad de sus instalaciones.

Algunas de estas intervenciones tienen su origen en el mandato del Real Decreto 1432/2008 que establece que todas las LAAT sitas en las Zonas de protección para las aves (Orden de 6 de mayo de 2016 de la Consejera de Medio Ambiente del Gobierno Vasco) e incluidas en el inventario regional (Resolución de 18 de junio de 2018 del Director de Patrimonio Natural y Cambio Climático) deberán adecuarse en el plazo de 5 años a la actual normativa. Otras correcciones son puntuales, afectan a algunos apoyos aislados y han sido efectuadas por Iberdrola (I-DE) en el resto del territorio como consecuencia de accidentes detectados en sus instalaciones.

A este respecto, la normativa electrotécnica estatal (Real Decreto 1432/2008) establece, en sus artículos 6 y 7 y en su anexo 1, una serie de prescripciones técnicas para evitar la electrocución y colisión; que son de obligado cumplimiento tanto para las líneas de nueva instalación como para las ya existentes en las Zonas de protección para las aves. Dichas prescripciones, tienen un cierto grado de interpretación en su aplicación y el propio Ministerio para la Transición Ecológica efectuó en 2018 unas "Recomendaciones técnicas para la adaptación de las líneas eléctricas al RD 1432/2008". Aun así, la corrección de las diferentes tipologías de apoyos existentes en las LAAT y la aplicación de la normativa estatal está sujeta a diferentes interpretaciones y a una continua evolución de los diseños constructivos, de las técnicas y de los materiales disponibles, por lo que las soluciones pueden ser llegar a ser muy variadas. Por otro lado, la Ley de Responsabilidad Medioambiental (Ley 26/2007) obliga a la adopción por todos los operadores europeos de producción y distribución de energía de las mejores técnicas disponibles (MTD) para evitar la electrocución y colisión de aves en los tendidos eléctricos.

Figura 2. Las grandes rapaces, como el Alimoche, utilizan los apoyos de las LAAT no solo como oteaderos sino también como dormideros y como enclaves de protección, lo que incrementa el riesgo de sufrir accidentes por electrocución.



En este trabajo pretendemos realizar una revisión exhaustiva de algunas de las correcciones efectuadas por Iberdrola (I-DE) en la CAPV, para comprobar si las actuaciones se ajustan a las medidas establecidas por la actual normativa electrotécnica estatal (Real Decreto 1432/2008), si cumplen con las medidas complementarias previstas por Iberdrola (Soluciones Tipo MT 2.24.80) y si las correcciones han sido correctamente ejecutadas, utilizando los mejores materiales actualmente disponibles en el mercado (Recomendaciones Técnicas del MITECO); o si, por el contrario, existen posibles deficiencias en el diseño o ejecución de las obras que puedan suponer aún un riesgo de electrocución o colisión para las aves.

Complementariamente, la revisión tiene por objeto conocer si las intervenciones efectuadas por Iberdrola (I-DE) cumplen con el Real Decreto 1432/2008 en todos los apoyos en las Zonas de Protección designadas por el Gobierno Vasco (Orden de 6 de mayo de 2016 de la Consejera de Medio Ambiente el Gobierno Vasco) y, en consecuencia si dichas líneas, pueden ser excluidas del inventario de tendidos eléctricos peligrosos existentes en las zonas de protección (Resolución de 18 de junio de 2018, del Director de Patrimonio Natural del Gobierno Vasco). No obstante, a este respecto hay que tener en cuenta que muchos de los preformados aislantes actualmente empleados en la modificación de las instalaciones eléctricas (cubiertas de silicona, cubregrapas, preformados anti-electrocución, etc.) son perecederos y, por tanto, requieren un mayor mantenimiento de las LAAT que es responsabilidad de la empresa propietaria (Real Decreto 337/2014 y Real Decreto 542/2020).

Figura 3. La mayor parte de los materiales aislantes anti-electrocución son perecederos y para ser eficaces requieren, por un lado, una correcta aplicación y, por otro, un mantenimiento que es responsabilidad de las empresas eléctricas propietarias. V.g. corrección mal ejecutada en el apoyo nº 9001 (Bi-78043), de la Línea 13.2 kV de Carranza-Arcentalles.



El volumen de remodelaciones efectuadas por Iberdrola (I-DE) en la CAPV es tan elevado que obligatoriamente, para poder realizar una revisión exhaustiva, se han tenido que seleccionar algunas instalaciones (n=17). En este sentido, de acuerdo con los técnicos de la Dirección de Patrimonio Natural y Cambio del Gobierno Vasco, se han seleccionado inicialmente aquéllas LAAT que, según la información facilitada por Iberdrola, pudieran estar completamente remodeladas; con todos los apoyos sitios dentro de las Zonas de Protección corregidos de acuerdo al Real Decreto 1432/2008.

Por último, cabe reseñar que la revisión efectuada tiene como objetivo final comprobar el cumplimiento del Real Decreto 1432/2008 y de la Ley de Responsabilidad Medioambiental (Ley 26/2007) pero también y, sobre todo, colaborar con Iberdrola (I-DE) en la interpretación de las medidas electrotécnicas establecidas y en la aplicación de las "mejores técnicas disponibles"; contribuyendo de esta forma a implementar dicha normativa en la CAPV de forma que se cumpla el espíritu de la legislación; que no es otro que el de prevenir la mortalidad de especies amenazadas en las instalaciones eléctricas de alta tensión sitas en el medio natural.

Figura 4. La aplicación del Real Decreto 1432/2008 y una buena ejecución de las medidas previstas en el Manual Técnico 2.24.80 de Iberdrola (I-DE) aseguran la inocuidad de las LAAT para la mayoría de las aves.



2 FINALIDAD Y OBJETIVOS:

En este trabajo se ha querido prospectar una muestra representativa de los tendidos eléctricos propiedad de Iberdrola (I-DE) remodelados dentro de las Zonas de Protección designadas por el Gobierno Vasco en la CAPV; verificando la ejecución de las obras en cada uno de los apoyos seleccionados y revisando las correcciones realizadas para comprobar que las actuaciones efectuadas se ajustan a las prescripciones técnicas anti-electrocución establecidas en el Real Decreto 1432/2008 y proponiendo, en su caso, las mejores técnicas disponibles.

Para alcanzar esta meta, en el presente estudio nos hemos propuesto cumplir los siguientes objetivos operativos:

2.1 Objetivos operativos

- Revisar las actuaciones efectuadas en cada apoyo/vano corregido, para comprobar que las medidas correctoras aplicadas se ajustan al Real Decreto 1432/2008 y al Manual técnico MT 2.24.80 de Iberdrola, que se han ejecutado correctamente y que los materiales/cadencias son los apropiados.
- Elaborar para cada instalación/apoyo corregido una ficha técnica con la tipología, soluciones técnicas aplicadas, materiales utilizados y posibles deficiencias observadas; incluyendo fotografías de detalle de las soluciones técnicas adoptadas.

- Proponer, en su caso, posibles medidas complementarias y/o materiales alternativos que sin poner en peligro los condicionantes electrotécnicos de las instalaciones mejoren la ejecución de las obras y su eficacia para evitar la electrocución o colisión de las aves.
- Elaborar una capa GIS, con una base de datos asociada, con todas las instalaciones y apoyos revisados, que pueda servir para localizar con precisión las intervenciones efectuadas, las medidas técnicas aplicadas en cada apoyo y para evaluar la situación de las correcciones realizadas en la CAPV.
- Comprobar si se han adecuado correctamente todos los apoyos existentes dentro de las distintas líneas/sectores de las zonas de protección de forma que puedan excluirse del inventario de líneas que no cumplen el RD 1432/2008.
- A la vista de las correcciones efectuadas y de las posibles deficiencias observadas en el campo efectuar algunas recomendaciones técnicas que mejoren la ejecución de las medidas y sirvan para reducir al máximo el riesgo de electrocución/colisión para las aves inherente a cualquier instalación eléctrica aérea de alta tensión.

3 MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo que ahora presentamos ha constado básicamente de cinco fases: 1ª) una primera fase de selección de los tendidos de Iberdrola (I-DE) a revisar dentro de las Zonas de Protección para las aves declaradas en la CAPV; 2ª) una segunda fase de prospección de las instalaciones, revisando apoyo por apoyo las intervenciones efectuadas, comprobando la adecuación al RD 1432/2008, así como la correcta realización de las obras, y fotografiando cada uno de los apoyos, incluyendo algunos detalles constructivos; 3º) la elaboración de fichas de campo para cada una de las líneas y de los apoyos revisados, incluyendo una descripción de la tipología, de las medidas correctoras adoptadas y del cumplimiento del RD 1432/2008; 4º) la elaboración de una capa temática GIS y una vista Kmz que permita la inmediata identificación en el campo de cada uno de los apoyos revisados; y 5º) elaborar una memoria técnica que resuma las intervenciones efectuadas por Iberdrola, detalle de algunos de los defectos observados y proponga medidas complementarias que promuevan la utilización de las medidas correctoras y materiales más apropiados.

3.1 Selección líneas de Iberdrola dentro de las zonas de Protección

En la selección de las instalaciones a prospectar y en la identificación de las líneas eléctricas y la numeración de los apoyos se ha empleado la cartografía GIS facilitada por Iberdrola (I-DE); en la que se hallan identificadas todas las LAAT de Iberdrola afectadas y todos los apoyos ubicados dentro de las Zonas de Protección declaradas por el Gobierno Vasco. En dicha cartografía se indica también cuales son los apoyos que ya han sido remodelados por Iberdrola de acuerdo a las prescripciones técnicas del RD 1432/2008 y al manual técnico MT 2.24.80.

En este sentido el volumen de remodelaciones efectuadas por Iberdrola (I-DE) en la CAPV es muy elevado y para poder realizar una revisión exhaustiva, se han tenido que seleccionar algunas instalaciones. Así, de acuerdo con los técnicos de la Dirección de Patrimonio Natural y Cambio climático del Gobierno Vasco, se ha seleccionado una muestra representativa de las

intervenciones efectuadas; que incluye 17 líneas de distinta entidad y un total de 461 apoyos (Tabla 1).

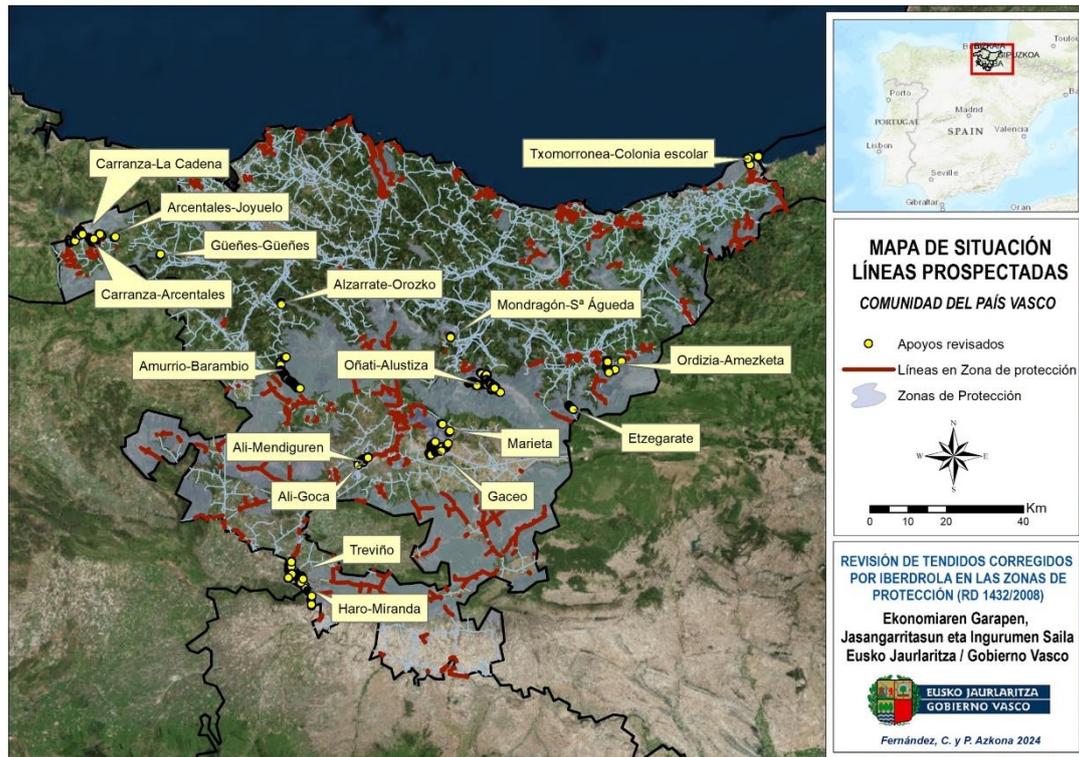
Se ha procurado que las LAAT estuvieran distribuidas por los tres Territorios Históricos. A este respecto hay que tener en cuenta que las líneas revisadas corresponden a diferentes demarcaciones de Iberdrola (*v.g.*: Iberdrola Bilbao, San Sebastián, Vitoria-Gasteiz, Burgos y Logroño) y que éstas responden a la red de distribución, por lo que no coinciden exactamente con los límites provinciales. Ello nos ha permitido tener una muestra de las actuaciones realizadas en cada una de las delegaciones de Iberdrola y, seguramente, también de los trabajos realizados por las distintas empresas instaladoras con las que trabaja la empresa eléctrica.

En consecuencia se han seleccionado y prospectado 17 instalaciones; 5 ubicadas en Bizkaia, 5 en Gipuzkoa y 7 en el territorio histórico de Álava-Araba (Fig. 5).

Tabla 1. Relación de 17 líneas eléctricas de alta tensión propiedad de Iberdrola revisadas en la CAPV. Se indica para cada línea: el Territorio histórico, el sector de la Zona de Protección, el código y nombre de la línea según Iberdrola (I-DE), la tensión nominal, el nº de apoyos y los Km de línea prospectados.

T.H.	Sector ZP	COD	Línea	Tensión	Nº apoyos	Km
BI	1 ARMAÑÓN	190	CARRANZA-ARGENTALES CTO-3	13,2 kV	15	1,46
BI	1 ARMAÑÓN	600011	ARGENTALES-JOYUELO-C2	13,2 kV	3	0,5
BI	1 ARMAÑÓN / ORDUNTE	189	CARRANZA-LA CADENA CTO-2	13,2 kV	48	2,51
BI	1 ORDUNTE	76	GUEÑES-GUEÑES CTO-2	13,2 kV	4	0,23
BI	19 GORBEIA	229	ALZARRATE-OROZKO CTO-1	13,2 kV	5	0,37
TOTAL BIZKAIA (n=5)					75	5,07
GI	11 COSTA-ULIA-JAIZKIBEL	183	TXOMORRONEA - COLONIA ESCOLAR	13,2 kV	31	1,78
GI	14 ARALAR	543217	ORDIZIA NUEVA-AMEZKETA	13,2 kV	38	3,88
GI	16 AIZKORRI-ARATZ-ELGEA	132	OÑATI-ALUSTIZA	13,2 kV	85	7,08
GI	16 AIZKORRI-ARATZ-ELGEA	600022	ETZEGARATE	13,2 kV	16	0,79
GI	17 URKIOLA	125	MONDRAGON-STA.AGUEDA	13,2 kV	6	0,33
TOTAL GIPUZKOA (n=5)					176	7,77
AR	18 EMBALSES ZADORRA-ALDAIA	25	GACEO	13,2 kV	48	1,38
AR	18 EMBALSES ZADORRA-ALDAIA	37	MARIETA	13,2 kV	9	0,22
AR	19 GORBEIA	237	AMURRIO-ORDUÑA BARAMBIO CTO-4	13,2 kV	67	3,41
AR	28 SIERRAS MERIDIONALES (Ebro)	500203	HARO-MIRANDA	30 kV	20	0,86
AR	30 ZADORRA (Sur)	69	TREVIÑO	13,2 kV	32	0,36
AR	31 ZADORRA (Centro)	600004	ALI-GOCA	13,2 kV	22	1,11
AR	31 ZADORRA (Centro)	600019	ALI-MENDIGUREN	13,2 kV	12	0,43
TOTAL ARABA (n=7)					210	13,86
TOTAL CAPV (n=17)					461	26,70

Figura 5, Mapa de situación de las líneas prospectadas.



A petición de los técnicos de la Dirección de Patrimonio Natural y Cambio climático del Gobierno Vasco se ha procurado que las líneas seleccionadas estuvieran completamente remodeladas según la información facilitada por Iberdrola (I-DE), con todos los apoyos ubicados dentro de las Zonas de Protección teóricamente adecuados al RD 1432/2008. El objetivo era que algunas de las líneas prospectadas pudieran ser excluidas del inventario de tendidos eléctricos que afecta a las Zonas de Protección en la CAPV (*Resolución de 18 de junio de 2018 del Director de Patrimonio Natural y Cambio Climático del Gobierno Vasco*).

No obstante, como veremos a continuación, algunas líneas no han sido totalmente corregidas, quedando apoyos sin remodelar y/o conservando algunos elementos de elevado riesgo para las aves. En otros casos se ha comprobado que algunos materiales se han deteriorado o perdido (v.g. cobre seccionadores caídos, cubiertas de silicona desplazadas en los conductores, rotura de las balizas, etc.), por lo que las instalaciones inicialmente remodeladas pueden no cumplir escrupulosamente la normativa electrotécnica estatal.

A este respecto es necesario constatar que buena parte de los materiales aislantes, los preformados anti-electrocución y las balizas salvapájaros utilizados en la remodelación de las LAAT son elementos perecederos; por lo que con el paso del tiempo y las inclemencias meteorológicas tienden a deteriorarse. La adecuación a la actual normativa electrotécnica seguramente supondrá para Iberdrola (I-DE) un mayor esfuerzo de revisión y de mantenimiento de sus instalaciones en las Zonas de Protección; lo que es responsabilidad de la empresa propietaria (Real Decreto 337/2014) y, a nuestro juicio, hace aconsejable mantener las líneas incluidas en el inventario.

La mayoría de las LAAT seleccionadas son líneas de distribución trifásicas con una tensión nominal de 13.2 Kv, que es la más utilizada por Iberdrola (I-DE) en Euskadi. Como excepción la derivación de la línea Amurrio-Orduña-Barambio a la ermita de Garrastatxu en Amurrio (Álava-Araba) es bifásica y el tendido prospectado de Haro a Miranda de Ebro en Zambrana (Álava-Araba) presenta una tensión nominal de 30 kV (Tabla 1). Ninguna de las instalaciones prospectadas dispone de hilos de tierra.

3.2 Prospección de las instalaciones elegidas:

El trabajo de campo se ha desarrollado entre los meses de abril a julio de 2024, comenzando por las instalaciones de Álava-Araba, continuando con las de Bizkaia y finalizando con las ubicadas en Gipuzkoa (Ver fechas exactas en las fichas correspondientes a cada línea prospectada; ANEXO I).

La información recopilada corresponde a la fecha de la revisión, por lo que es posible que Iberdrola (I-DE) haya podido realizar con posterioridad alguna intervención que no aparezca en las fichas; y a la inversa, es posible que se hayan podido producir desperfectos en las instalaciones que no se encuentren reflejadas en los informes.

Se han revisado en el campo todos los apoyos de cada una de las líneas seleccionadas, accediendo a ellos cuando era posible con vehículo todo-terreno o recorriendo la traza a pie. La revisión ha sido realizada directamente por los autores y para comprobar algunos detalles constructivos desde el suelo se han utilizado binoculares y telescopios de alta luminosidad. Paralelamente, para cada apoyo se ha comprobado que la rotulación coincidía con la numeración facilitada por Iberdrola (I-DE) y, en su caso, se ha reseñado también el número de la maniobra y/o del centro de transformación.

Para cada apoyo se ha recogido información sobre: a) tipología el apoyo, b) medidas correctoras aplicadas para su adecuación al RD 1432/2008, y c) posibles defectos en la ejecución o mantenimiento de las medidas correctoras aplicadas. También se han reseñado en el campo los vanos que habían sido señalizados con balizas salvapájaros, indicando el tipo de balizas utilizadas, su cadencia y estado de las mismas.

En la revisión se ha prestado especial atención a las soluciones técnicas empleadas para cumplir algunos de los aspectos más problemáticos de la normativa electrotécnica estatal; como son las distancias de seguridad alcanzadas entre las zonas de posada y los elementos en tensión, el aislamiento de los puentes flojos situados a menos de 1.0 m de las zonas de posada en los armados, el aislamiento de los elementos en tensión de los sistemas de protección y maniobra y de los transformadores, etc.

De cada apoyo se han obtenido distintas instantáneas de los armados y de algunos detalles constructivos de las correcciones efectuadas, que se han catalogado línea a línea y apoyo por apoyo y pueden consultarse en el anexo fotográfico (ANEXO II).

Por último, se ha comprobado si las correcciones se limitaban a los apoyos incluidos dentro de la Zona de Protección designada o se habían extendido al resto de la línea prospectada, así como a posibles derivaciones y a otras instalaciones próximas.

3.3 Fichas de campo

Para cada línea prospectada se ha elaborado una ficha de campo que incluye toda la información recabada, así como una selección de los detalles constructivos más relevantes y una evaluación del cumplimiento del RD 1432/2008. Las fichas de campo de cada línea se presentan de forma independiente, a modo de dossieres, para que puedan ser consultados y manejados como informes separados (ANEXO I).

Cada ficha-dossier incluye 4 apartados: 1º) una carátula identificativa de la línea, 2º) un mapa de situación de la línea prospectada, donde se detallan los tramos y derivaciones considerados, así como la ubicación de cada uno de los apoyos, resaltando aquéllos no remodelados; 3º) la tabla de cada uno de los apoyos revisados en la línea, separados según tramos y derivaciones, indicando para cada apoyo: a) el nº de apoyo y, en su caso, de maniobra; b) la tipología del apoyo; c) las correcciones efectuadas; d) el cumplimiento del Real Decreto 1432/2008, indicando algunas observaciones; y e) un recuadro con la imagen del armado.

3.3.1 Carátula

Las fichas de campo vienen precedidas de una carátula en la que se refleja: a) el nombre "oficial" de la línea revisada, según la nomenclatura empleada por Iberdrola (I-DE); b) el sector de la Zona de Protección afectada según la clasificación realizada en el inventario de LAAT de zonas de protección en la CAPV (Gobierno Vasco 2018); c) la tensión nominal de la instalación (kV); d) las localidades por las que transita; e) el Territorio Histórico; f) la propiedad de la línea, que en este caso es siempre Iberdrola (I-DE); g) el número de apoyos revisados; y h) la fecha de revisión.

3.3.2 Mapa de situación

Cada ficha de campo contiene un mapa de situación de la línea prospectada, que incluye una ventana con su ubicación relativa en la CAPV. En el mapa de situación se reflejan los límites de las Zonas de Protección designadas y se dibuja toda la red de tendidos de la zona, resaltando los tramos de línea incluidos dentro de las Zonas de Protección.

En el mapa se indican los tramos de línea y las derivaciones consideradas, así como el número y la posición de cada uno de los apoyos prospectados. Para facilitar la interpretación de la red, para cada línea analizada se han definido diferentes tramos de línea y sus derivaciones, que generalmente se han definido en función del centro de transformación suministrado.

3.3.3 Tablas

El grueso de cada ficha está constituido por una tabla en la que se relacionan todos los apoyos revisados. Cuando la línea estudiada era complicada la tabla se ha dividido en sub-tablas referidas a cada tramo y/o derivación de las indicadas en el mapa.

Las tablas constan de 3 columnas: 1ª) nº de apoyo, 2ª) tipología, adecuación realizada y observaciones; y 3ª) imagen. A su vez, la columna descriptiva incluye tres apartados: a) tipología, b) correcciones efectuadas; y c) observaciones.

3.3.3.1 Numeración de los apoyos.

Se han indicado los 2-4 últimos dígitos del número del apoyo según se refleja en la rotulación de los apoyos en el campo y en la capa GIS facilitada por Iberdrola¹.

Cuando era visible desde el punto de observación se ha indicado también el nº de maniobra del apoyo (precedido por BI, SS ó VI en función del herrialde: Bizkaia, Gipuzkoa y Araba) y/o del nº del centro de transformación de intemperie (precedido por CT) (Fig. 6).

Algunos de los rótulos indicando el nº del CTi estaban dañados y/o eran ilegibles.



¹ Nótese que los apoyos no siempre están rotulados de forma correlativa; como consecuencia de las sucesivas intervenciones, ampliaciones e intercalado de apoyos en la red realizadas por Iberdrola.

Figura 6. Detalle de la rotulación empleada por Iberdrola (I-DE) en el campo. Izquierda: nº del apoyo. Arriba: nº de maniobra. Abajo: número y nombre del centro de transformación de intemperie.



Tan solo en una ocasión, uno de los apoyos revisados en la línea de Treviño (nº 106) estaba mal rotulado en el campo. La numeración del rótulo instalado en el campo en el apoyo de entronque nº 106 era el 109; número que estaba repetido en la Der. al C.H. de Lacorzana y no coincidía con el indicado en la capa GIS, por lo que en este informe se ha considerado como apoyo nº 106 y así se ha reflejado en las fichas.

3.3.3.2 Tipología, adecuación realizada y observaciones.

2.a.- Tipología

En el apartado de tipología se ha descrito brevemente las características del apoyo. Indicando primero su función (alineación, amarre o especial: entronque, protección y maniobra, fin de línea, conversión aéreo/subterráneo, con centro de transformación de intemperie, etc.). En segundo lugar se ha indicado el tipo de fuste (hormigón, tubular o torreta de celosía). Luego el tipo de armado (en bóveda, pórtico, cruceta recta, montaje en triángulo, en "L", o al tresbolillo). Por último se ha indicado la presencia de fusibles, seccionadores, OCR, centros de transformación y/o autoválvulas pararrayos. En la descripción de los apoyos se ha procurado utilizar la misma terminología empleada por Iberdrola; aunque en caso de duda la imagen que acompaña a cada apoyo puede servir para conocer mejor el tipo de apoyo referido.

2.b.- Corrección realizada

En este apartado se ha indicado de forma muy sucinta las correcciones efectuadas en el armado para adecuarlo a la normativa electrotécnica estatal. Generalmente en este apartado se indica el tipo de cadenas utilizadas en los apoyos de amarre para alcanzar la distancia mínima de seguridad de 1.0 m (cadenas de aisladores de vidrio, cadenas de composite de 1.0 m desprovistas de aletas -tipo bastón-, cadenas anti-posada tipo avifauna o tipo PECA, etc.) y si se han protegido las grapas de amarre y suspensión con cubregrapas preformados.

En los apoyos de alineación en bóveda se ha indicado si se han aislado las tres fases con cubiertas de silicona y si se han protegido las grapas de suspensión con cubregrapas; y se ha verificado que las cubiertas de silicona se mantenían bien colocadas y no se habían desplazado en el conductor.

A continuación se ha verificado que se habían aislado completamente los puentes flojos y bajantes a las derivaciones, los seccionadores, las válvulas y/o los transformadores de intemperie; comprobando en estos casos que no existían cortes o discontinuidades en los forros y que los empalmes y conectores estaban convenientemente protegidos con preformados específicos (cubre-conectores).

Por último en los apoyos de maniobra y de fin de línea se ha indicado si los fusibles-seccionadores, las válvulas y los bornes de los transformadores han sido convenientemente protegidos con preformados específicos (cubre-seccionadores y capuchones anti-electrocución), verificando además que ninguno de los preformados se había desplazado o perdido.

2.c.- Observaciones

En el apartado de observaciones se ha indicado primero y sobre todo si el apoyo cumple actualmente todas las prescripciones técnicas establecidas en el Real Decreto 1432/2008 para los apoyos sitios en las Zonas de Protección.

Además se han añadido algunas consideraciones de interés; como la presencia/ausencia de aletas o sistemas anti-posada en las cadenas de amarre instaladas, el aislamiento suplementario de las tres fases en los apoyos de alineación en bóveda, la presencia de discontinuidades en el aislamiento de los puentes flojos, el desplazamiento o pérdida de los preformados o de las cubiertas de silicona en las fases, y cualquier otra circunstancia que pudiera afectar al cumplimiento de la normativa.

En la ficha se destaca en color **rojizo** los defectos que pudieran provocar electrocuciones entre las aves y en **azul** las medidas suplementarias aplicadas que van más allá del mero cumplimiento del Real Decreto 1432/2008.

3.3.3.3 Imágenes

La descripción de cada apoyo viene acompañada de una imagen general del armado.

Estas mismas fotografías, ampliadas, aparecen incluidas en el anexo fotográfico (ANEXO II), junto con otras imágenes de los posibles detalles constructivos o defectos en la ejecución de las correcciones. Así mismo, algunas de estas instantáneas de los detalles constructivos y defectos en la ejecución se han empleado en las figuras incluidas al final de las fichas y en esta memoria.

Balizamiento

En aquellas líneas en las que se han señalado algunos vanos con balizas salvapájaros se añade al final de la tabla un apartado con la señalización efectuada. En la primera columna se indican los vanos señalizados, expresado como el intervalo entre apoyos. En la segunda columna, a semejanza del resto de la tabla, se mantienen tres apartados: a) con el número de fases y el tipo de montaje que condiciona el riesgo de colisión (trifásico en horizontal, al tresbolillo, etc.); b) en el que se describe la corrección efectuada, indicando los vanos señalizados, el tipo de balizas utilizado y las cadencias empleadas; y c) en el que se realizan las correspondientes observaciones (v.g. balizas dañadas o desplazadas en los hilos). En la tercera columna se incluye una imagen de la señalización o un detalle de las balizas empleadas.

El Real Decreto 1432/2008 es muy poco categórico en lo relativo al riesgo de colisión y al balizamiento de los vanos; dejando como una mera medida "opcional" la señalización de aquellos

vanos ubicados dentro de las Zonas de Protección en los que se compruebe la colisión de especies amenazadas. En este sentido, las señalizaciones realizadas son optativas; salvo que hayan sido requeridas previamente por la autoridad medioambiental y, por tanto, no condicionan el cumplimiento o no de la normativa electrotécnica estatal.

No obstante, algunas de las Zonas de Protección designadas por el Gobierno Vasco han sido motivadas precisamente por la presencia de zonas húmedas y de hábitats ripícolas y de especies acuáticas que, por su comportamiento nocturno o crepuscular, son particularmente propensas a sufrir accidentes por colisión. Por ello, aunque las líneas no incumplan la normativa electrotécnica, en repetidas ocasiones no nos hemos resistido a indicar que en algunos tramos de las líneas remodeladas deberían haberse balizado los vanos que cruzan los cursos fluviales, o se aproximan a zonas húmedas, o atraviesan collados de montaña o transitan por zonas expuestas de la costa o discurren cerca de colonias de rapaces rupícolas, etc.

3.3.4 Consideraciones finales

Al final de las tablas, bajo el título de consideraciones finales, se ha incluido un cuadro resumen que consta de 4 apartados: 1º) Cumplimiento del RD 1432/2004, 2º) Medidas complementarias implementadas; 3º) Posibles mejoras en la ejecución y 4º) otras consideraciones.

3.3.4.1 Cumplimiento del RD 1432/2008:

En este apartado se resumen las intervenciones efectuadas en cada línea; indicando el número total de apoyos revisados en cada tramo y/o derivación, número de apoyos que cumplen el Real Decreto 1432/2008 y relación de apoyos que no han sido remodelados o que precisan algunas mejoras para cumplir la normativa estatal.

Para comprobar el cumplimiento de la normativa electrotécnica se han seguido los criterios técnicos establecidos por el Ministerio para la Transición Ecológica en "*Recomendaciones técnicas para la corrección de los apoyos eléctricos para la adaptación de las LAAT al RD 1432/2008*" (MITECO, 2018) y, como recomendaciones, se han propuesto las actuaciones que implicaran un cambio en la estructura de los armados y la utilización de aquellos materiales específicos que resultaran más duraderos.

3.3.4.2 Medidas suplementarias

A continuación se enumeran en las fichas las medidas correctoras aplicadas en la línea, destacando especialmente las medidas complementarias que superan las prescripciones técnicas establecidas por la normativa. Por ejemplo, se refieren los tipos de cadenas de amarre instaladas con más de 1.0 m de aislamiento efectivo y la presencia de cubregrapas de amarre lo que aporta una distancia de seguridad suplementaria de 30-35 cm; o el aislamiento de las tres fases en los apoyos de alineación en bóveda, cuando la normativa solo exige el aislamiento de la fase central cuando no se alcanza 0.88 m entre la fase central y la base de la bóveda, etc. Estas medidas suplementarias son fruto del manual técnico de distribución MT 2.24.80 de Iberdrola (I-DE), en el que se establecen las soluciones tipo para la protección de la avifauna en sus instalaciones y que han sido acordadas entre la empresa eléctrica, el Gobierno Vasco y las Diputaciones Forales.

Por último, se destacan los vanos que han sido balizados, indicando las balizas salvapájaros utilizadas, sus cadencias y la correcta instalación de forma alternativa y regular en los tres hilos.

3.3.4.3 Posibles mejoras

En este apartado se relatan las deficiencias observadas en la ejecución de las medidas correctoras, incluyendo los apoyos que no han sido remodelados y aquéllos que, por distintas razones, no cumplen la actual normativa electrotécnica.

Además se indican algunos detalles constructivos que, aun cumpliendo la normativa, son mejorables. Por ejemplo el uso de cadenas de aisladores de composite desprovistas de aletas, que permiten el posado de las aves y que pueden llevar a provocar la electrocución de las aves de mayor envergadura; la falta de continuidad de las cubiertas de silicona que resta efectividad al aislamiento de los puentes; el empleo de sistemas de aislamiento inadecuados (mantas aislantes en los bornes o cubiertas de silicona de mayor sección en los empalmes) en lugar de utilizar preformados específicos, etc.

En este apartado se señalan también las posibles deficiencias detectadas como consecuencia del deterioro de los materiales o de una incorrecta ejecución de las medidas y que, por tanto, requieren mantenimiento. Por ejemplo, la pérdida de alguno de los preformados que protegen los seccionadores o las válvulas; o el desplazamiento de las cubiertas en los puentes dejando parte de los conductores al descubierto; o el desplazamiento de las cubiertas en los hilos conductores, o el deterioro o deslizamiento de las balizas salvapájaros en los vanos señalizados, etc.

Algunas de estas deficiencias conllevan el incumplimiento de la normativa y así se destaca. Otras reducen la eficacia de las medidas aplicadas y en tales casos se hace una recomendación sobre el uso de los materiales y técnicas más adecuadas ("mejores técnicas disponibles") para eliminar cualquier riesgo de electrocución (cadenas avifauna vs. cadenas sin aletas) o mejorar la duración de las medidas (preformados específicos vs. materiales aislantes más generalistas).

3.3.4.4 Otras consideraciones

En este último apartado se suele hacer referencia a otras deficiencias que no están directamente relacionadas con el cumplimiento del Real Decreto 1432/2008 como son pequeñas daños constructivos: por ejemplo el desprendimiento de alguna de las cadenas de suspensión o el descalce de las zapatas que provoca la inclinación de los apoyos, o defectos menores en la rotulación de los apoyos mantenimiento de elementos en desuso, etc.

También se indica en este apartado si las medidas correctoras aplicadas se han restringido a los apoyos incluidos en la Zona de Protección o se han extendido al resto de la línea y, en el primer supuesto, se hace una referencia a la peligrosidad de los apoyos no corregidos (presencia de puentes dominantes, aisladores rígidos, etc.).

Por último, en el caso de aquellas líneas que transitan por zonas con alto riesgo de colisión para las aves (cruce de ríos, cercanía de zonas húmedas, crestas expuestas, proximidad de colonias de cría, etc.) se señala la necesidad de proceder a la señalización de la línea; indicando los tramos de línea y acotando los vanos que, a nuestro juicio, requerirían balizamiento.

Figuras

Para ilustrar los comentarios de los anteriores apartados, al final de la ficha se incluye una serie de figuras, donde aparecen reflejadas algunas de las medidas correctoras aplicadas en la instalación, así como diversos detalles constructivos de interés y posibles deficiencias o desperfectos encontrados.

3.4 Elaboración de una capa temática GIS

Toda la información recabada en las fichas de campo se ha trasladado posteriormente a la capa temática de "Apoyos revisados en la CAPV" para poder ser consultada y revisada en la base de datos del sistema de información geográfica.

Para elaborar la capa temática de los apoyos revisados en este estudio se ha utilizado como base la capa GIS de apoyos facilitada por Iberdrola (I-DE), excluyendo los elementos que no se iban a revisar e incluyendo aquéllos que, por distintas causas, no aparecían en la capa.

En la capa temática se ha recogido información que sirviera para identificar las líneas, sus tramos o derivaciones y los apoyos sitios dentro de las Zonas de Protección. Se ha reseñado para cada apoyo el sector de la Zona de Protección afectado, según la relación establecida en el inventario de líneas eléctricas que afectan a las Zonas de Protección de la CAPV. También se ha incluido el Territorio histórico donde se encuentra la línea y la localidad donde está ubicado cada apoyo. Para identificar las líneas se ha utilizado el nombre y código de referencia utilizado por Iberdrola (I-DE) y, para individualizar los apoyos, la numeración que figura en los rótulos y la cartografía de Iberdrola, indicando además, en su caso, la maniobra o el centro de transformación de intemperie.

Por último, se ha añadido para cada apoyo revisado toda la información recogida en el trabajo de campo, incluyendo tres columnas: tipología de los apoyos, correcciones efectuadas, cumplimiento del RD 1432/2008 y observaciones. Tanto en la tipología de los apoyos como en las correcciones realizadas y en las observaciones se ha transcrito de forma resumida la información que aparece en las fichas de campo. Mientras que en la columna de cumplimiento del RD 1432/2008 tan solo se ha indicado si cumple o no cumple con la normativa; de forma que en la capa temática puedan seleccionarse fácilmente aquellos apoyos que no se adecúan a la normativa y requieren o su remodelación o labores de mantenimiento.

De esta forma la capa temática consta de 461 registros, uno por apoyo, y de 13 campos:

- 1ª) Territorio histórico,
- 2ª) localidad;
- 3ª) código de la línea;
- 4ª) nombre de la línea,
- 5ª) nombre del tramo de línea o derivación;
- 6ª) número del apoyo;
- 7ª) número de la maniobra o del centro de transformación de intemperie;
- 8ª) coordenadas W;
- 9ª) coordenadas N;
- 10ª) tipología del apoyo;
- 11ª) correcciones efectuadas;
- 12ª) cumplimiento del RD 1432/2008; y
- 13ª) observaciones.

Para facilitar su identificación² en la capa temática los 461 registros aparecen ordenados (ID) siguiendo el siguiente criterio: 1º) Territorio histórico, 2º) nombre de la línea; 3º) nombre de la derivación y 4º) número del apoyo.

La localización espacial de los apoyos se ha realizado en coordenadas UTM empleando la proyección ETRS89, del uso 30N, equivalente al WGS. Para ello se han conservado las coordenadas facilitadas por Iberdrola, aunque no coincidieran con la posición exacta de los apoyos, al objeto de que la capa elaborada en este informe pudiera ser superpuesta a la que maneja Iberdrola (I-DE).

² Nótese que pueden existir dos o más apoyos con la misma numeración, pertenecientes a distintas líneas, por lo que para identificar algunos apoyos no es recomendable utilizar únicamente el número del apoyo.

3.5 Redacción de la memoria técnica

Finalmente con toda la información recogida en las fichas se ha elaborado la presente memoria técnica en la que se resumen los resultados obtenidos en cada línea y en el conjunto de la muestra revisada.

En el capítulo de resultados puede encontrarse una evaluación de cada línea, resaltando el cumplimiento de la normativa electrotécnica estatal, de aquellas medidas correctoras suplementarias y de las posibles mejoras. Luego, en el apartado de recomendaciones, se discuten algunas posibles actuaciones para mejorar la efectividad de las medidas correctoras aplicadas (materiales específicos, diseño de los armados, reinstalación de elementos de riesgo, etc.). También se destaca la eficacia de algunas medidas suplementarias implementadas por Iberdrola (I-DE) en su Manual técnico de soluciones tipo para la protección de la avifauna (MT 2.24.80) y que vienen a reforzar o subsanar ciertas lagunas encontradas en el Real Decreto 1432/2008 (aislamiento de las tres fases en los apoyos en bóveda con independencia de sus dimensiones, aislamiento de todos los puentes flojos, empleo de cubregrapas de amarre en todas las cadenas horizontales, etc.).

Esperamos que estas recomendaciones, elaboradas desde un punto de vista de la protección de la avifauna, puedan ser valoradas y asumidas por la principal empresa de distribución de energía de Euskadi y puedan servir para mejorar la aplicación de las medidas correctoras, tanto en las líneas ubicadas en las Zonas de Protección como en el resto de las instalaciones de Iberdrola; lo que, sin duda, contribuirá a una reducción de la mortalidad en las instalaciones eléctricas y a una mejora de la biodiversidad en la CAPV.

La memoria incluye finalmente tres anexos: ANEXO I, con la fichas de campo (dosieres) de cada una de las 17 líneas revisadas; ANEXO II, con una selección de las imágenes de cada uno de los apoyos obtenidas durante la prospección y algunos detalles constructivos; y ANEXO III, con la capa temática ArcGIS y la capa Kmz representable en Google Earth.

4 RESULTADOS

Se han revisado 17 instalaciones distribuidas por los tres Territorios históricos de la CAPV: 5 en Bizkaia, 5 en Gipuzkoa y 7 en Álava-Araba, que afectan a diversos sectores de las Zonas de Protección designadas por el Gobierno vasco, y se han comprobado las remodelaciones efectuadas por Iberdrola (I-DE) en 461 apoyos (75 en Bizkaia, 176 en Gipuzkoa y 210 en Araba) (Tabla 1).

En la mayoría de las líneas prospectadas se han corregido todos los apoyos incluidos en la Zona de Protección, sin embargo, en 4 líneas quedan algunos apoyos o tramos de línea sin remodelar (Der. al cabo de Higuera en Línea Txomorronea-Colonia escolar; Der. a la toma de aguas de Marieta en Línea Marieta; Der. a Ermita de en Línea Amurrio-Orduña; y Der. a Lacorzana en Línea de Treviño) (Tabla 2).

En otras líneas es preciso completar las correcciones o realizar algunas labores de mantenimiento para poder considerar que las instalaciones, en su conjunto, cumplen con el Real Decreto 1432/2008. Por ejemplo, sería necesario completar la intervención en algunos apoyos de la Der. al Bco. Tropera en la Línea de Haro-Miranda; de la Der. Artzu Azpi en Jaizkibel; de la Línea de Carranza-La Cadena, de la Der. al puerto de Etzegarate, etc.).

4.1 Líneas revisadas

A modo de resumen veremos a continuación el alcance de las remodelaciones efectuadas en cada una de las líneas revisadas; incluyendo el total de apoyos corregidos en cada derivación y las medidas correctoras aplicadas; haciendo especial hincapié en los apoyos que no cumplen con la actual normativa electrotécnica estatal y en los posibles defectos de ejecución o deterioros encontrados que deberían subsanarse para evitar posibles electrocuciones entre las aves.

Más detalles de las intervenciones realizadas en cada uno de los apoyos remodelados y de las posibles mejoras a realizar en las líneas pueden encontrarse en las fichas de campo de cada línea (ANEXO I).

4.1.1 Línea 13.2 kV de Carranza-Arcentales CTO-3 (Armañón)

Se han remodelado los 15 apoyos de la Línea 13.2 kV de Carranza-Arcentales CTO-3, ubicados dentro de la Zona de Protección del Armañón (Valle de Carranza, Bizkaia). La corrección ha comprendido 7 apoyos en la Línea SET Carranza-Biáñez-El Callejo y 8 apoyos de la Der. a Paúles y Las Llamas.

En general, las correcciones efectuadas se ajustan a las prescripciones técnicas establecidas en el Real Decreto 1432/2008, aunque el apoyo nº 9001 (Bi-78043) requiere mejoras y los apoyos nº 9002 (Bi-78307), 9004 y 9005 precisan algunas labores de mantenimiento.

Tabla 2. Resumen de las principales deficiencias observadas en 17 líneas eléctricas de alta tensión propiedad de Iberdrola revisadas en la CAPV. Se indica para cada línea: el Territorio histórico, el nombre de la línea según Iberdrola (I-DE), las causas del incumplimiento del RD 1432/08 y otras observaciones de interés (Ver más detalles en Fichas de campo).

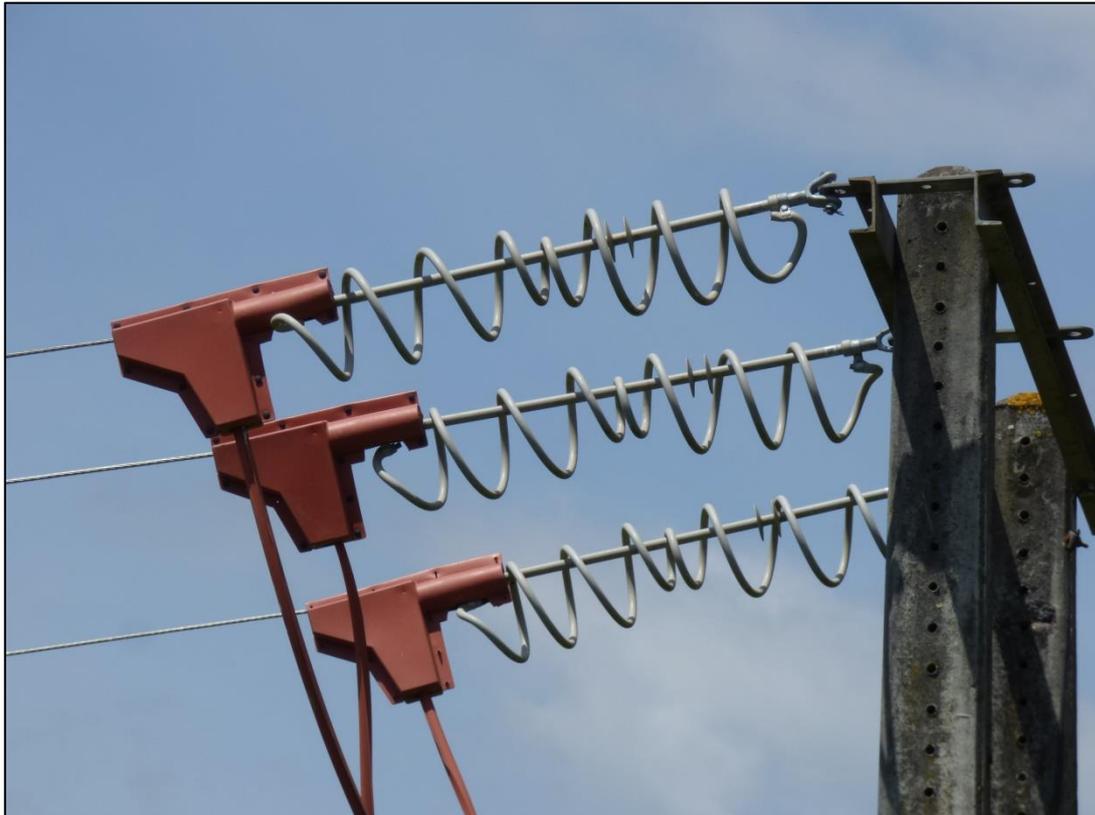
TH	Línea	Incumplimiento RD	Otras observaciones
BI	CARRANZA-ARCENTALES CTO-3	Apoyo nº 9001 (Bi-78043) con válv. dominantes parcialmente aisladas.	Apoyo nº 9002 ha perdido preformado en seccionador. Apoyos nº 9004 y 9005 cubiertas desplazadas.
BI	ARCENTALES-JOYUELO-C2		
BI	CARRANZA-LA CADENA CTO-2	Apoyo nº 9001 (Bi-78045) con válv. dominantes parcialmente aisladas.	Apoyo nº 9009 inclinado Der. Pozalagua requiere señalización
BI	GUEÑES-GUEÑES CTO-2		Requiere señalización
BI	ALZARRATE-OROZKO CTO-1	Apoyos nº 5616, 5618 y 5619 con puente flojo dominante aislado. Apoyo nº 5620 con válvulas dominantes y sus puentes aislados.	Cadenas cortas con cubiertas de silicona en las fases. Cubiertas discontinuas. Requiere señalización.
GI	TXOMORRONEA - COLONIA ESCOLAR	Apoyo nº 94 con una válv. dominante y sin aislar. Der. a Cabo de Higuier sin remodelar desde apoyo nº 49.	Apoyos nº 78,69 y 82 con cubiertas desplazadas. Válvulas y bornes protegidos con mantas aislantes. Der. a Artzu Azpi y Arrigorri requieren señalización.
GI	ORDIZIA NUEVA-AMEZKETA		Apoyo nº 439 ha perdido preformado en seccionador.
GI	OÑATI-ALUSTIZA	Cadenas ARPI laterales en torretas en triángulo.	Apoyo nº 167 con cadena de suspensión suelta. Der. a Araotz, Ugastegi y Albitxuri requieren señalización.
GI	ETZEGARATE	Apoyo nº 132 con válv. y bajantes sin aislar.	
GI	MONDRAGON-STA. AGUEDA		
AR	GACEO	Apoyos nº 1121 y 1122 sin remodelar. Apoyo nº 94 con botellas pararrayos del OCR sin proteger.	Apoyo nº 1110 con cubierta desplazada. Apoyo nº 82 con cubregrapas de enlace desplazados. Apoyo nº 92 ha perdido preformado en seccionador.
AR	MARIETA		

TH	Línea	Incumplimiento RD	Otras observaciones
AR	AMURRIO-ORDUÑA BARAMBIO CTO-4	Apoyos nº 5438, 5453 y 5351 sin remodelar. Der. a Ermita Garrastatxu sin remodelar.	Apoyos nº 5444 y 5465 con puentes flojos dominantes aislados Apoyos nº 5423, 5424 y 5427 con farolillos verticales. Der. Ermita Garrastatxu requiere señalización.
AR	HARO-MIRANDA	Apoyo nº 44 con puentes a derivación sin aislar. Apoyo nº 47 con puentes a válv., secc. y CTi sin aislar.	Balizas salvapájaros dañadas y desplazadas. Conectores en puentes descubiertos.
AR	TREVIÑO	Apoyos nº 103, 109 111, 112 y 117 sin remodelar.	Puentes con cubiertas discontinuas. Apoyo nº 81 con preformado en CTi desplazado. Requiere señalización en ríos Ebro y Zadorra.
AR	ALI-GOCA		Puentes con cubiertas discontinuas. Requiere señalización en cruzamiento de ríos.
AR	ALI-MENDIGUREN		Puentes con cubiertas discontinuas. Requiere señalización en cruzamiento de ríos.

En los apoyos de amarre y especiales de la Línea SET Carranza-Biáñez-El Callejo se han instalado cadenas de amarre anti-posada, tipo avifauna, de 1.0 m de aislamiento; mientras que en los apoyos de amarre y especiales de la Der. Paúles y Las Llamas se han colocado nuevas cadenas de amarre anti-posada, tipo PECA (Fig. 7).

Complementariamente, en todos los apoyos de amarre y especiales se han protegido las grapas de amarre y suspensión con cubregrapas preformados; lo que aporta otros 30-35 cm de aislamiento suplementario. También se han aislado completamente con cubiertas de silicona todos los puentes flojos suspendidos.

Figura 7. Cadenas de amarre anti-posada, tipo PECA, instaladas en los apoyos de amarre y especiales (Línea 13.2 kV de Carranza-Arcentaes CTO-3).



En los apoyos de fin de línea se han protegido con preformados anti-electrocución tanto las electroválvulas como sus terminales y los bornes de los centros de transformación de intemperie; mientras que en los apoyos de maniobra se han protegido los seccionadores con preformados específicos.

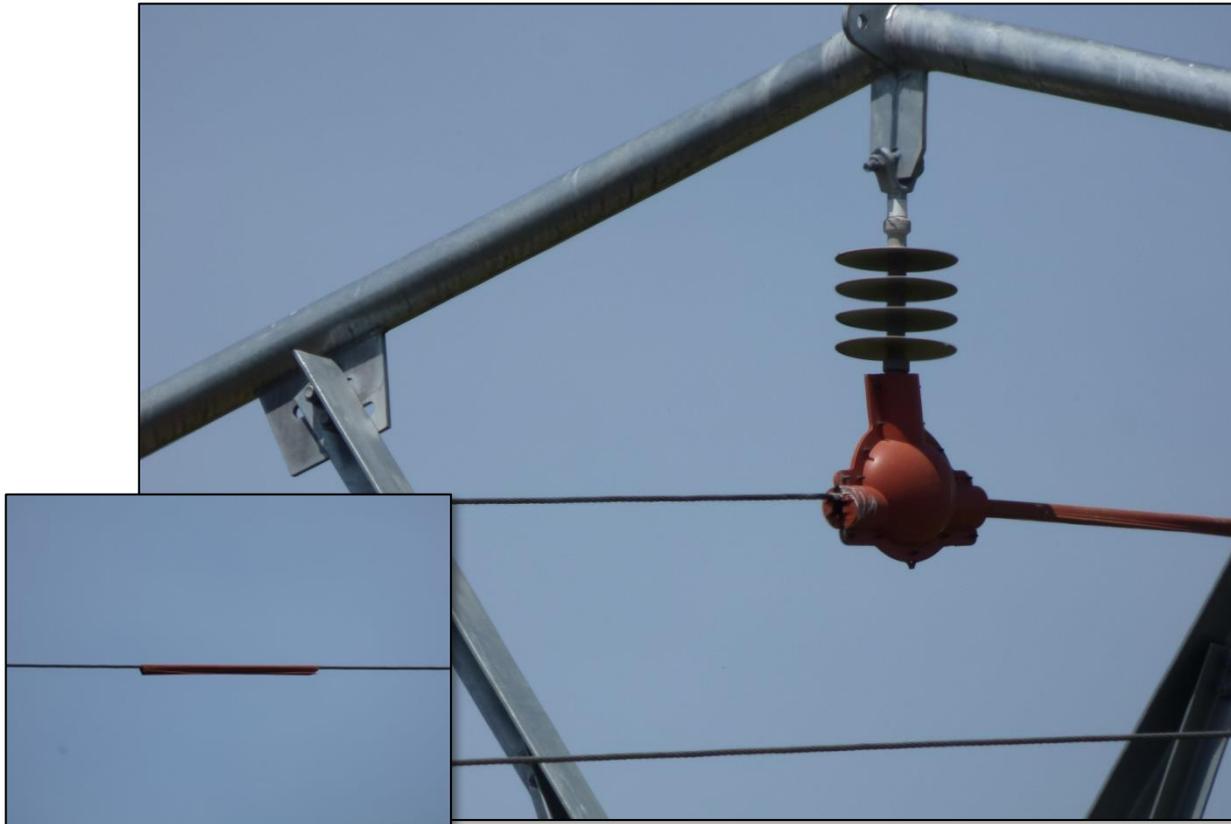
En los apoyos de alineación en bóveda se ha aislado con cubiertas de silicona 1.0 m de conductor a cada lado de las grapas de suspensión de las tres fases y se han protegido las grapas de suspensión con preformados; superando las prescripciones establecidas en el RD 1432/2008.

En la torreta de conversión aéreo/subterránea nº 9001 (Bi-78043) se mantienen las electroválvulas dominantes y, aunque se han protegido las botellas con preformados, los puentes dominantes se encuentran solo parcialmente aislados; incumpliendo el RD 1432/2008.

Uno de los preformados instalados para proteger los seccionadores en la torreta de entronque y maniobra nº 9002 (Bi-38307) se ha caído y debería ser repuesto.

Las cubiertas de silicona de la fase central de los apoyos de alineación en bóveda nº 9004 y 9005 se han desplazado en el conductor perdiendo toda su eficacia. Es preciso reponerlas y asegurarse de que queden bien retenidas (Fig. 8).

Figura 8. En algunos apoyos de alineación en bóveda las cubiertas de silicona de las fases centrales se han desplazado en el conductor perdiendo toda su eficacia (v.g.: Apoyos nº 9004 y 9005 de la Línea 13.2 kV de Carranza-Arcentaes CTO-3).



4.1.2 Línea 13.2 kV de Arcentaes-Joyuelo C-2 (Armañón)

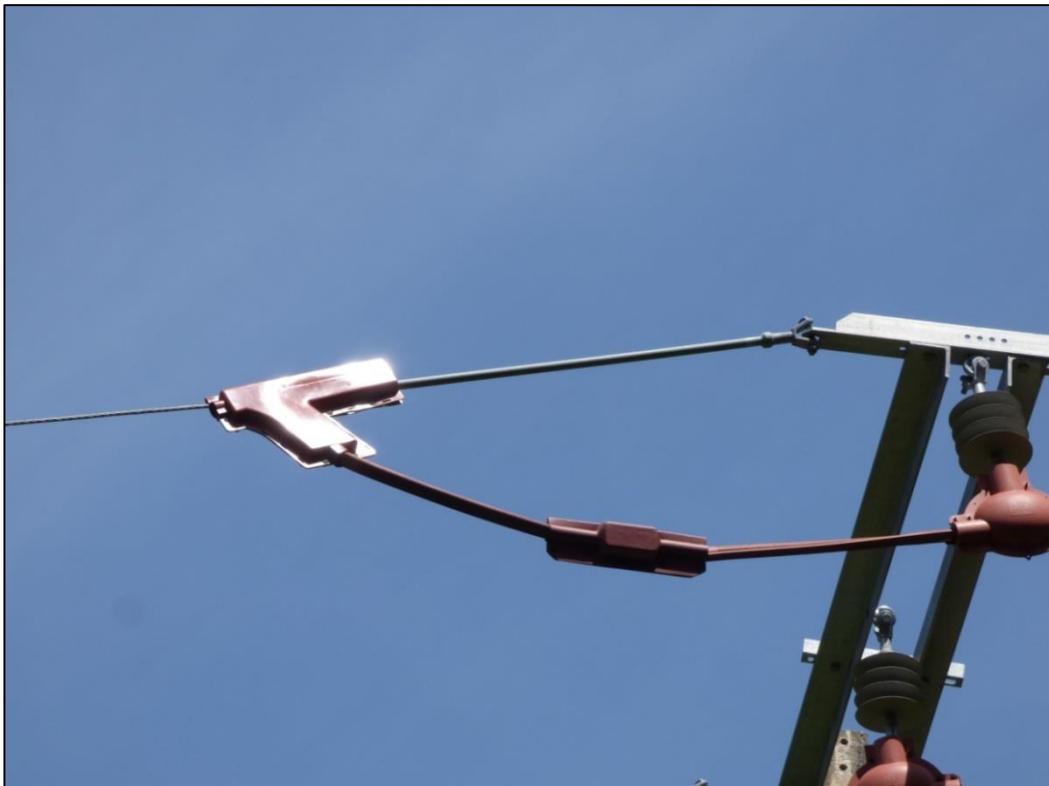
En la Línea de Arcentaes-Joyuelo CT-2 se han remodelado 3 apoyos (nº 9043-9045) en el tramo que atraviesa la Zona de Protección de Armañón a la altura de El Suceso (Karrantza Harana, Bizkaia).

Las correcciones efectuadas se ajustan a las prescripciones técnicas anti-electrocución establecidas en el Real Decreto 1432/2008.

En todos los apoyos de amarre y especiales (nº 9043-9045) se han instalado cadenas de amarre de 1.0 m de aislamiento efectivo y, complementariamente, se han protegido las grapas de amarre y suspensión con cubregrapas preformados; lo que aporta otros 30-35 cm de aislamiento suplementario (Fig. 9).

Las cadenas de composite desprovistas de aletas (tipo bastón) constituyen excelentes posaderos para las aves, por lo que, excepcionalmente, podrían llegar a ocasionar electrocuciones entre las especies de mayor envergadura y, en este sentido, se recomienda el uso de cadenas de composite anti-posada, tipo avifauna.

Figura 9. Detalle de las cadenas de aisladores desprovistas de aletas (tipo "bastón"), que pueden ser utilizadas por las aves como posaderos y provocar electrocuciones entre las especies de mayor envergadura. Apoyo nº 9045 de la línea 13.2 kV Arcentales-Joyuelo CT-2 (Tramo El Suceso).



También se han aislado completamente con cubiertas de silicona todos los puentes flojos suspendidos y, cuando ha sido necesario, se han protegido los conectores y empalmes con preformados específicos.

Las medidas antielectrocución se han extendido al resto de la línea fuera de la Zona de Protección de Armañón, incluyendo el apoyo nº 9046 con OCR instalado en la muga entre Carranza (Bizkaia) y Villaverde (Cantabria).

4.1.3 Línea 13.2 kV de Carranza-La Cadena CTO-2 (Armañón/Ordunte)

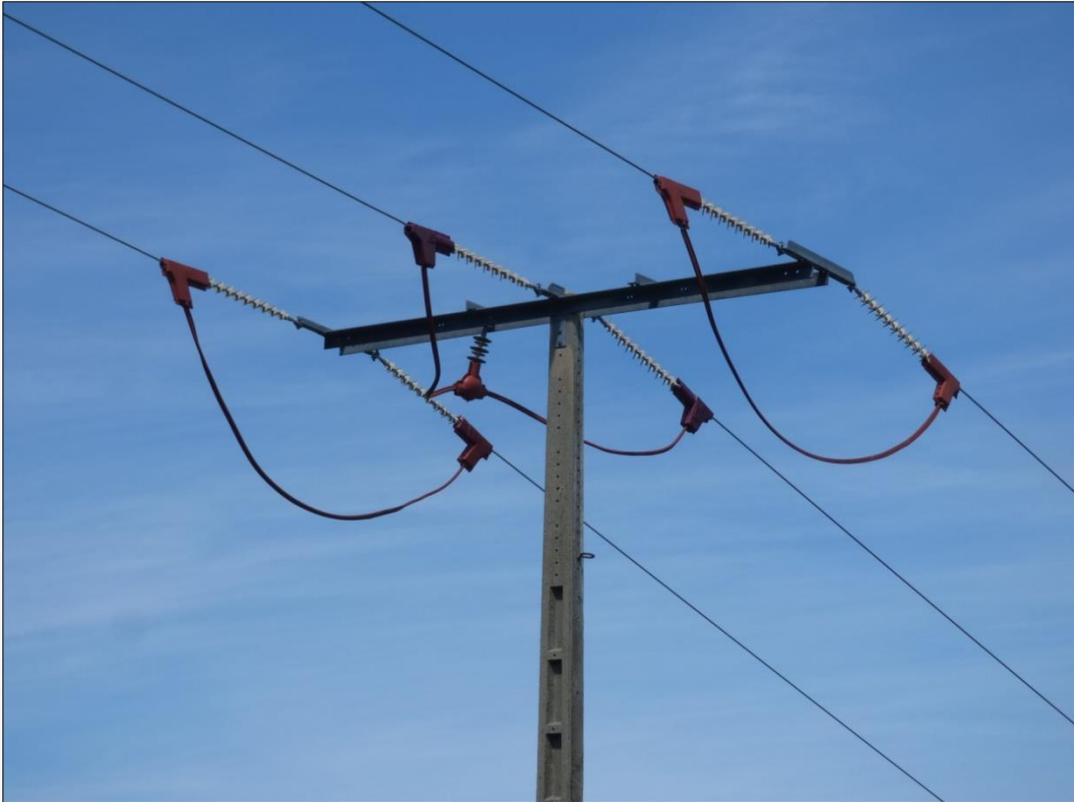
En la línea (13.2 kV) de Carranza-La Cadena CTO-2 se han remodelado los 48 apoyos comprendidos dentro de la Zona de Protección del Ordunte-Armañón; incluyendo 15 apoyos (9001-9014 y 2001) en la Línea de la SET Carranza-La Cadena; 5 apoyos (nº 1701-1705) en la Der. al Cueto de la Ince; 3 apoyos (nº 1801-1803) en la Der. a la E.S. de Ambasaguas; 5 apoyos (nº 9034-9038) en la Der. La Cadena-Ventalaperra; 10 apoyos (nº 2803-2811 y 2813) en la Der. a Pozalagua; y 10 apoyos (nº 7205-7213 y 8202) en la Der. a Cabaña Monreales.

Las correcciones efectuadas se ajustan a las prescripciones técnicas anti-electrocución establecidas en el Real Decreto 1432/2008, pero la torreta nº 9001 (Bi-78045) requiere medidas complementarias y es necesario reponer la cimentación del apoyo de alineación nº 9009.

En los apoyos de amarre y especiales se han instalado cadenas anti-posada tipo avifauna de 1.0 m de aislamiento efectivo (Fig. 10). Al mismo tiempo se han protegido las grapas de amarre y suspensión con cubregrapas preformados; lo que aporta otros 30-35 cm de aislamiento

suplementario. También se han aislado completamente con cubiertas de silicona todos los puentes flojos suspendidos.

Figura 10. Apoyo de amarre provisto de cadenas de amarre anti-posada, tipo avifauna, de 1.0 m de aislamiento efectivo. Las cadenas de amarre se complementan con cubregrapas de amarre que aportan 30-35 cm de aislamiento suplementario y el aislamiento integral de los puentes flojos.



En la mayoría de los apoyos especiales se han aislado completamente los puentes a las derivaciones, a los seccionadores, a las electroválvulas y a los centros de transformación de intemperie; protegiendo además los seccionadores, las válvulas y los bornes de los CTi con preformados específicos.

En los apoyos de alineación con armado en bóveda se ha aislado con cubiertas de silicona 1.0 m de conductor a ambos lados de las grapas de suspensión y se han protegido las grapas con cubregrapas preformados en las tres fases; lo que aporta una protección suplementaria a la establecida en el RD 1432/2008 (Fig. 11).

Figura 11. Apoyo de alineación en bóveda mostrando las tres fases aisladas con cubiertas de silicona y las grapas de suspensión protegidas con cubregrapas preformados.



Figura 12. Torreta de conversión aéreo/subterráneo y OCR (nº 9001, Bi-78045) que mantiene las electroválvulas en la cogolla del armado y puentes flojos dominantes solo parcialmente aislados. Las electroválvulas deberían reinstalarse en un travesaño inferior.



La torreta de conversión aéreo/subterráneo con OCR (nº 9001, Bi-78045) incumple la normativa estatal ya que mantiene las electroválvulas dispuestas en la cogolla del armado y los puentes flojos dominantes solo parcialmente aislados (Fig. 12). Para cumplir con la normativa estatal los puentes flojos deberían estar completamente aislados y, para evitar posibles electrocuciones debidas al deterioro de los materiales aislantes, las válvulas deberían reinstalarse en un travesaño inferior.

Por otro lado, algunos empalmes en los puentes flojos se han protegido con cinta aislante auto-sellante, en lugar de emplear preformados específicos que resultan más eficaces y duraderos.

Las correcciones anti-electrocución se han ampliado a otros tramos y derivaciones de la Línea de Carranza-La Cadena CTO-2, no incluidas dentro de la Zona de Protección de Armañón/Ordunte. Por el contrario, aún no se ha remodelado la derivación que abastece al repetidor de El Moro (Karrantza) que transita por una zona elevada y de alto riesgo para las aves.

Dado su trazado por una zona elevada y expuesta dentro del P.N. de Armañón sería preciso señalar con balizas salvapájaros toda la derivación al centro de interpretación de Pozalagua (vanos comprendidos entre los apoyos nº 9027 y 2813) (Fig. 13).

Figura 13, Dado el trazado de la Der. al centro de interpretación de Pozalagua y el interés ornitológico del P.N. de Armañón hubiera sido conveniente señalar mediante balizas salvapájaros toda la derivación.



4.1.4 Línea 13.2 kV de Güeñes-Güeñes CTO-2 (Ordunte)

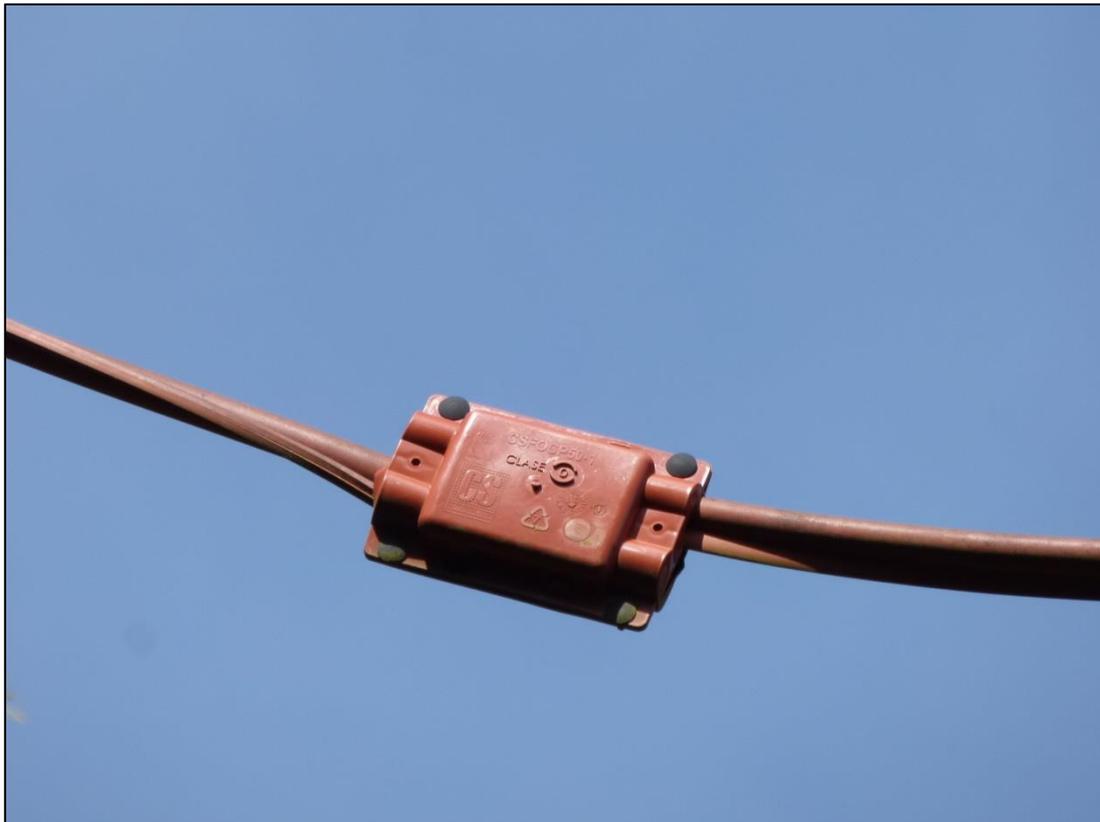
Dentro de la línea (13.2 kV) de Güeñes-Güeñes CTO-2 se han remodelado los 4 apoyos (nº 7609-7612) de la Der. al Repetidor de Garbea (CT-333), incluidos dentro de la Zona de Protección de Ordunte.

Las correcciones efectuadas se ajustan a las prescripciones técnicas anti-electrocución establecidas en el Real Decreto 1432/2008.

En todos los apoyos de amarre y especiales (nº 7609-7612) se han instalado cadenas de amarre de 1.0 m de aislamiento, desprovistas de aletas. Complementariamente se han protegido las grapas de amarre y suspensión con cubregrapas preformados; lo que aporta otros 30-35 cm de aislamiento suplementario.

También se han aislado completamente con cubiertas de silicona todos los puentes flojos suspendidos y, cuando ha sido necesario, se han protegido los conectores y empalmes con preformados específicos (Fig. 14).

Figura 14. Detalle de los preformados específicos (cubre-conectores) utilizados para proteger los empalmes existentes en los puentes flojos de la Der. al Repetidor de Garbea (Sopuerta, Bizkaia).



En el apoyo de fin de línea nº 7612 (CT-333) se han protegido las válvulas y sus terminales, así como los bornes del transformador de intemperie, con preformados anti-electrocución (Fig. 15).

Figura 15. Detalle de los capuchones anti-electrocución utilizados para proteger las válvulas y los bornes del transformador de intemperie del apoyo de fin de línea nº 7612 (CT-333) de la Der. al Repetidor de Garbea (Sopuerta, Bizkaia).



Las medidas antielectrocución aplicadas se han extendido al resto de la derivación desde Herbosa hasta el repetidor de Garbea; remodelando 8 apoyos situados fuera de la Zona de Protección de Ordunte.

Dado su recorrido por una zona elevada, siguiendo la línea de máxima pendiente hasta el alto de Garbea, hubiera sido conveniente señalar con balizas salvapájaros toda la derivación desde Herbosa hasta el CT-333 del repetidor de Garbea.

4.1.5 Línea 13.2 kV de Alzarrate-Orozko CTO-1 (Gorbeia)

En la línea (13.2 kV) de Alzarrate-Orozko CT-1 se han remodelado los 5 apoyos (nº 5616-5620) de la Der. al Repetidor Untzeta Pico (CT-712), situados dentro de la Zona de Protección del P.N. de Gorbeia.

Las soluciones adoptadas cumplen las prescripciones técnicas anti-electrocución establecidas en el Real Decreto 1432/2008, pero hubiera sido conveniente aplicar otras medidas correctoras más eficaces y duraderas, similares a las implementadas en los apoyos nº 5617 y 5619.

En los apoyos de amarre nº 5617 y 5619 se han instalado cadenas anti-posada, tipo avifauna, de 1.0 m de aislamiento efectivo. Complementariamente se han protegido las grapas de amarre y suspensión con cubregrapas preformados, lo que aporta otros 30-35 cm de aislamiento suplementario. También se han aislado completamente con cubiertas de silicona todos los puentes flojos suspendidos.

Por el contrario, en el resto de las torretas de amarre (nº 5616 y 5618) y de fin de línea (nº 1620) se ha optado por mantener las cadenas de amarre de composite de tan solo 30 cm, protegiendo las grapas de amarre con cubregrapas y aislando 1.0 m de conductor en las tres fases; lo que

aporta una distancia accesible de seguridad entre la zona de posada en la cruceta y el conductor de > 1.5 m (Fig. 16).

Figura 16. Torreta de amarre nº 5616 de la Der. al Repetidor de Untzeta mostrando las cadenas de amarre de 30 cm, que se han complementado con cubregrapas de amarre y el aislamiento mediante cubiertas de silicona de 1.0 m de conductor en las tres fases.



Además, en las torretas de amarre nº 5616, 5618 y 5619 se ha mantenido el puente flojo central por encima del travesaño. Los puentes flojos centrales dominantes se han aislado con cubiertas de silicona y los aisladores ARVI se han protegido con preformados (Fig. 17).

En los apoyos nº 5616 y 5619 hubiera sido preferible reinstalar los puentes flojos centrales suspendidos por debajo del travesaño y en la torreta en triángulo nº 5618 suspendido lateralmente mediante una ménsula.

Figura 17. Detalle del puente flojo central aislado que se mantiene por encima del travesaño en la torreta nº 5619 de la Der. al repetidor de Untzeta. Dado que los materiales aislantes son perecederos hubiera sido conveniente reinstalar el puente flojo central suspendido por debajo del travesaño



Otro tanto ocurre en la torreta de fin de línea nº 5620 en la que se han mantenido las electroválvulas y los puentes en posición dominante del armado, protegiendo las botellas y terminales con preformados específicos. En este caso hubiera sido preferible reinstalar las válvulas en un travesaño inferior y después proteger los elementos en tensión con preformados.

Téngase en cuenta que las cubiertas aislantes y los preformados anti-electrocución son materiales perecederos y que, en caso de dañarse o desplazarse, dejarían expuestos los puentes flojos centrales y las válvulas dominantes; que constituyen algunos de los elementos con mayor riesgo de electrocución para las aves.

Algunas cubiertas de silicona de los puentes flojos (apoyo nº 5619) y de los conductores (apoyo nº 5616) son discontinuas, lo que resta eficacia a la medida. En estos casos es recomendable cubrir los cortes con preformados específicos para conectores (Fig. 14).

Por otro lado, dado su trazado por una zona elevada y expuesta hubiera sido conveniente señalar con balizas salvapájaros, al menos, los 6 últimos vanos de la Der. al Repetidor de Untzeta Pico (CT-712).

4.1.6 Línea 13.2 kV de Txomorronea-Colonia Escolar (Costa-Ulía-Jaizkibel)

Se han remodelado 31 apoyos de la Línea de Txomorronea-Colonia Escolar, incluyendo 21 apoyos de la Línea al CT-232 de Artzu Azpi (nº 75-94 y 128), 4 apoyos de la Der. al CT-233 de Arrigorri (nº 99-102); 4 apoyos de la Der. al Cabo de Higuier (nº 46-49) y 2 apoyos de la Der. al Repetidor

del Cabo de Higuier (nº 122-123); todos ellos ubicados dentro de la Zona de Protección de Jaizkibel en término municipal de Hondarribia (Gipuzkoa).

Las correcciones efectuadas se ajustan a las prescripciones técnicas anti-electrocución establecidas en el Real Decreto 1.432/2008.

Sin embargo, a pesar de estar incluida en la Zona de Protección de Jaizkibel la Der. 13.2 kV al Cabo de Higuier se encuentra sin remodelar a partir del apoyo nº 49 y, por tanto, la línea Txomorronea-Colonia Escolar no está completa (Fig. 18).

Figura 18. A pesar de encontrarse dentro de la zona de protección de Jaizkibel, buena parte de la Der. al Cabo de Higuier (Línea de Txomorronea-Colonia escolar) no ha sido remodelada y presenta, a partir del apoyo nº 49, elementos de alto riesgo de electrocución para las aves.



El apoyo de fin de línea nº 94 (CT-232) de Artzu Azpi, mantiene una electroválvula pararrayos dominante y sin proteger por lo que requiere medidas complementarias para adecuarse al Real Decreto 1432/2008.

En gran parte de los apoyos de amarre y especiales se han instalado cadenas de amarre de 1.0 m de aislamiento, desprovistos de aletas (tipo "bastón"). En este sentido se recomienda el empleo de cadenas de composite anti-posada, tipo avifauna, como las utilizadas en la Der. al Cabo de Higuier. No obstante, en todas las cadenas de amarre se han protegido las grapas de amarre con cubregrapas preformados; lo que aporta otros 30-35 cm de aislamiento suplementario. También se han aislado completamente con cubiertas de silicona todos los puentes flojos suspendidos y se han protegido las grapas de suspensión con cubregrapas preformados.

En los apoyos de alineación con armado en bóveda se ha aislado con cubiertas de silicona 1.0 m de conductor a ambos lados de las grapas de suspensión de las tres fases y se han protegido las grapas de suspensión con cubregrapas preformados. En los apoyos de alineación nº 78, 79 y 82 de la Der. al CT-232 de Artzu Azpi se han desplazado las cubiertas de silicona de algunas fases, por lo que es preciso reemplazarlas y mejorar su retención. En el caso del apoyo nº 78, al afectar

a la fase central, la pérdida de una funda hace que actualmente el apoyo no cumpla con el RD 1432/2008.

La mayoría de los seccionadores (nº 93 y 101), electroválvulas (nº 128) y bornes de los transformadores (nº 94 y 102) se han protegido con mantas aislantes (Fig. 19). En estos casos es recomendable el empleo de preformados específicos que resultan más eficaces y duraderos.

Figura 19. Detalle de las cubiertas de las electroválvulas y de los bornes del transformador en el apoyo nº 94 (CT-232) fabricadas con manta aislante en la Línea Txomorronea-Colonia escolar. En su lugar se recomienda el uso de preformados específicos (ver Fig. 15).



Por su parte, los empalmes de los puentes flojos se han protegido generalmente con cubiertas de silicona de mayor sección, que ocasionalmente pueden desplazarse en el puente dejando expuestos tramos de conductor sin aislar. En estos supuestos se recomienda el empleo de preformados específicos cubreconectores.

En el tramo corregido en la Der. al Cabo de Higuer se han señalado los vanos con balizas salvapájaros ("X" de neopreno) instaladas alternativamente en las tres fases y empleando cadencias de 1 baliza cada 20 m en cada hilo (Fig. 19).

Figura 20. Tramo señalizado en la Der. al Cabo de Higer dentro de la línea (13.2 kV) de Txomorronea-Colonia Escolar. La señalización ha sido realizada mediante balizas salvapájaros ("X" de neopreno) instaladas alternativamente en las tres fases, utilizando cadencias de 1 baliza cada 20 m en cada hilo.



Si siguiendo el mismo criterio hubiera sido conveniente señalar con balizas salvapájaros, al menos, los 6 últimos vanos de la Der. al CT-232 de Artzu Azpi y los 4 vanos de la Der. al CT-233 de Arrigorri que discurren por zonas elevadas del terreno y expuestas al frente migratorio costero.

4.1.7 Línea 13.2 kV de Ordizia Nueva-Amezqueta (Aralar)

Se han remodelado los 38 apoyos de la Línea de Ordizia nueva-Amezqueta en los tramos de las derivaciones que atraviesan la Zona de Protección de Aralar; incluyendo 23 apoyos de la Línea de Zaldibia a Lazkaoetxe (nº 367-377 y 429-440), 3 apoyos de la Der. al CT-069 de Aztiriaga en Zaldibia (nº 378-380), 11 apoyos de la Der. a Olaskosaroi (nº 441-451) y 1 apoyo de la Der. al CT-331 de Urtsuerreka (nº 419).

Las correcciones efectuadas se ajustan a las prescripciones técnicas anti-electrocución establecidas en el Real Decreto 1432/2008.

En todos los apoyos de amarre y especiales se han instalado cadenas de amarre de 1.0 m de aislamiento efectivo, desprovistas de aletas (tipo "bastón"), y se han protegido las grapas de amarre y suspensión con cubregrapas preformados; lo que aporta otros 30-35 cm de aislamiento suplementario. También se han aislado con cubiertas de silicona todos los puentes flojos suspendidos, protegiendo los conectores y empalmes existentes en los puentes con preformados específicos.

En el apoyo de alineación en bóveda (nº 375) se ha aislado con cubiertas de silicona 1.5 m de conductor a ambos lados de las grapas de suspensión de las tres fases, protegiendo las grapas con cubregrapas.

En los apoyos especiales, de protección y maniobra y de fin de línea, se han protegido los fusibles-seccionadores, las electroválvulas y los bornes de los transformadores de intemperie con preformados específicos anti-electrocución.

Figura 21. Detalle de uno de los fusibles-seccionadores del apoyo nº 439 (SS-10733) en la Línea 13.2 kV de Ordizia Nueva-Amezketeta que ha perdido la cubierta protectora y debe ser repuesto.



Uno de los preformados que protegían el seccionador de la fase lateral en el apoyo nº 439 (SS-10733) de la Línea de Zaldibia a Lazkaoetxe se ha perdido y debería ser remplazado (Fig. 21).

4.1.8 Línea 13.2 kV de Oñati-Alustiza (Aizkorri-Aratz-Elgea)

Se han remodelado los 85 apoyos de la Línea 13.2 kV de Oñati-Alustiza (Gipuzkoa) ubicados dentro de la Zona de Protección del Aizkorri-Aratz-Elgea; incluyendo 40 apoyos en la Línea de Oñati a Arantzazu; 4 apoyos de la Der. a Albitxuri (CT-199); 15 apoyos de la Der. a Aratz (CT-197); 16 apoyos de la Der. a Ugastegi (CT-254); 4 apoyos de la Der. a las canteras de Aloña; y 6 apoyos de la Der. a Gomiztegi.

Todas las correcciones efectuadas se ajustan a las prescripciones técnicas anti-electrocución establecidas en el Real Decreto 1.432/2008.

En la mayoría de los apoyos de amarre y especiales se han instalado cadenas de amarre de 1.0 m de aislamiento efectivo, pero desprovistas de aletas. Mientras que en gran parte de los apoyos de amarre de la Der. a Ugastegi se han instalado cadenas de amarre anti-posada, tipo avifauna. Como excepción, en el apoyo de fin de línea nº 182 de las canteras de Aloña se han mantenido las cadenas de amarre formadas por 2 aisladores de vidrio, pero aislando 1.5 m de conductor con cubiertas de silicona y protegiendo las grapas de amarre con preformados.

En los apoyos de maniobra provistos de fusibles-seccionadores se han protegido los seccionadores con preformados específicos (Fig. 22) y en los apoyos con OCR se han aislado todas las válvulas y terminales con capuchones anti-electrocución.

Figura 22. Detalle de los preformados anti-electrocución utilizados para proteger los fusibles-seccionadores de expulsión en los apoyos de maniobra existentes en la Línea de Oñati-Alustiza.



Complementariamente en todos los apoyos de amarre y especiales se han protegido las grapas de amarre y suspensión con cubregrapas preformados, lo que aporta 30-35 cm de aislamiento suplementario. También se han aislado completamente con cubiertas de silicona todos los puentes flojos y se han protegido los empalmes y conectores con preformados específicos. En todos los apoyos de fin de línea se han protegido las electroválvulas y sus terminales, así como los bornes de los centros de transformación de intemperie, con preformados anti-electrocución.

En los apoyos de alineación en bóveda se ha aislado con cubiertas de silicona más de 1.0 m de conductor a cada lado de las grapas de suspensión de las tres fases; superando las prescripciones establecidas en el Real Decreto 1432/2008.

En algunas torretas de amarre en triángulo se ha fijado el puente flojo central mediante una cadena lateral de aisladores ARPI (Fig. 23). La intervención cumple el RD 1432/08 gracias a que el puente flojo se encuentra aislado. No obstante, dado que el material aislante es perecedero, en su lugar se recomienda instalar una ménsula que soporte el puente flojo central suspendido lateralmente

Teniendo en cuenta la presencia en Aizkorri de numerosas rapaces rupícolas amenazadas hubiera sido recomendable señalar con balizas salvapájaros, al menos, los vanos de la Der. a Araotz (CT-197) que cruzan los barrancos de Aizkorbe y Araotz (entre vanos nº 131-132 y 138-139); así como el tramo final de la Der. a Ugastegi (CT-254) (entre los apoyos nº 159-169); y el primer vano de la Der. a Albitxuri (CT-199) que cruza el barranco de Arantzazu (vano 96-172) (Fig. 23).

Figura 23. Para evitar colisiones entre las numerosas rapaces necrófagas existentes en el P.N. de Aizkorri hubiera sido recomendable señalar con balizas salvapájaros los vanos que cruzan los barrancos de Arantzazu, Aizkorbe y Araotz.



4.1.9 Der. 13.2 kV a Etzegarate (Aizkorri-Aratz-Elgea)

Se han remodelado los 16 apoyos de la Der. a Etzegarate (CT-901202460), incluidos dentro de la Zona de Protección de Aizkorri-Aratz-Elgea (nº 119-134). La derivación forma parte de la Línea 13.2 kV de Segura-Segura en Idiazabal (Gipuzkoa).

Las correcciones efectuadas se ajustan a las prescripciones técnicas anti-electrocución establecidas en el Real Decreto 1.432/2008; pero el apoyo nº 132 (SS-10908) requiere medidas complementarias.

En la torreta de conversión aéreo/subterránea nº 132 (SS-10908) se mantienen los seccionadores y las válvulas sin proteger. Tampoco se han aislado los puentes entre los seccionadores y las válvulas. Para cumplir la normativa electrotécnica estatal y evitar posibles accidentes entre las aves se requiere completar el aislamiento de los puentes y proteger los fusibles-seccionadores, las válvulas y sus terminales con cubiertas preformadas específicas.

Figura 24. En la torreta de maniobra y conversión aéreo/subterránea nº 132 (SS-10908) se mantienen los fusibles-seccionadores y las válvulas sin proteger. Nótese que tampoco se han aislado los puentes desde los seccionadores hasta las electroválvulas.



En todos los apoyos de amarre y especiales se han instalado cadenas de amarre de 1.0 m desprovistas de aletas y se han protegido las grapas de amarre y suspensión con cubregrapas preformados; lo que aporta otros 30-35 cm de aislamiento suplementario. Así mismo, se han aislado completamente todos los puentes flojos suspendidos con cubiertas de silicona.

En los escasos apoyos de alineación en bóveda (nº 123 y 130) existentes en la línea se ha aislado con cubiertas de silicona 1.0 m de conductor a cada lado de las grapas de suspensión de las tres fases (Fig. 1 y 2).

En el apoyo de fin de línea y conversión aéreo/subterránea nº 134 (CT-901202460) se han protegido las válvulas y sus terminales con preformados anti-electrocución.

La intervención se ha limitado a los apoyos sitios en la Zona de Protección, a pesar de que el resto de la línea presenta un elevado riesgo de electrocución: se mantienen algunos apoyos de amarre con puente flojo dominantes y cadenas de amarre de 2 aisladores en la mayoría de los apoyos de amarre y especiales.

4.1.10 Línea 13.2 kV Mondragón- Santa Águeda (Urkiola)

Se han remodelado los 6 últimos apoyos (nº 67-72) de la Der. 13.2 kV a Ontzaeta en Udala Auzoa de Arrasate-Mondragón (Gipuzkoa); comprendida dentro de la línea 13.2 kV de Arrasate-Mondragón a Santa Águeda; en el tramo que discurre por el interior de la Zona de Protección del Parque Natural de Urkiola.

Las correcciones efectuadas se ajustan a las prescripciones técnicas anti-electrocución establecidas en el Real Decreto 1.432/2008.

En todos los apoyos de amarre y especiales (nº 67-72) se han instalado nuevas cadenas de amarre de 1.0 m de aislamiento, desprovistas de aletas. Complementariamente se han aislado con

cubiertas de silicona todos los puentes flojos suspendidos y se han protegido las grapas de suspensión con cubregrapas preformados (Fig. 25).

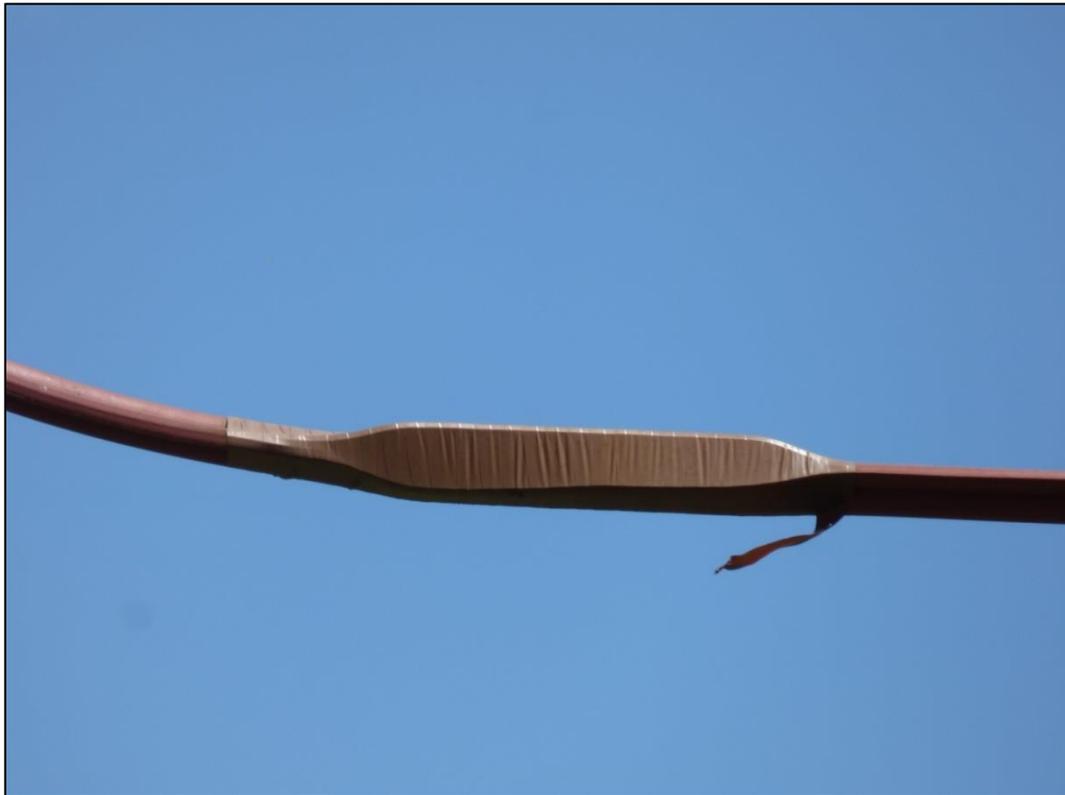
Figura 25, Detalle de las grapas de suspensión protegidas con cubregrapas preformados empleados en todos los apoyos de amarre y especiales existentes en la Der. a Ontzaeta.



En el apoyo de protección y maniobra nº 71 (SS-15194) se han protegido los fusibles-seccionadores de expulsión con preformados anti-electrocución y en el apoyo de fin de línea nº 72 (CT-133) se han protegido las electroválvulas, los terminales y los bornes del transformador de intemperie con preformados anti-electrocución.

Los empalmes de los apoyos nº 67 y 70 se han protegido con cinta aislante auto-sellante para trabajos en media tensión (Fig. 26). En estos casos se recomienda el empleo de preformados específicos para conectores y empalmes que tienen una mayor duración.

Figura 26. Detalle de los empalmes aislados con cinta autosellante para trabajos en media tensión en los puentes flojos existentes en la línea (13.2 kV) Mondragón-Santa Águeda. En su lugar se recomienda el uso de preformados específicos.



Las correcciones se han extendido al resto de la derivación de Arrasate-Mondragón a Udala Auzoa en el tramo no incluido dentro de la Zona de Protección de Urkiola.

4.1.11 Línea 13.2 kV de Gaceo (Embalses Zadorra-Aldaia)

Se han remodelado todos los apoyos de la Línea 13.2 kV de Gaceo incluidos dentro del inventario de la Zona de Protección de los Embalses del Zadorra (Álava-Araba). La remodelación ha afectado a: 11 apoyos del tendido principal (nº 81-83 y 90-97), 4 apoyos de la Der. a Arbulu (nº 1089-1092), 5 apoyos en la Der. a Maturana (nº 1107-1111); 3 apoyos en la Der. a Mendixur (nº 1101-1102 y 1220); y 23 apoyos en la Der. a Urizar (nº 1262-1284).

Sin embargo, no se ha intervenido en los apoyos nº 1121 (Vi-41134), y nº 1122 de la derivación del apoyo nº 1107 a la toma de aguas de Maturana que, aunque está dentro de la Zona de Protección, no aparecía en el inventario de la CAPV (Fig. 27).

Figura 27. Apoyo de maniobra nº 1121 (Vi-41134) que se mantiene sin corregir, situado junto al apoyo de entronque nº 1107 de la Der. a Maturana.



Las correcciones efectuadas en el resto del tendido se ajustan a las prescripciones técnicas anti-electrocución establecidas en el Real Decreto 1432/2008; pero la línea requiere algunas mejoras y labores de mantenimiento para resultar totalmente inocua para las aves.

En todos los apoyos de alineación en bóveda existentes en la línea se ha aislado con cubiertas de silicona 1.0 m de conductor a cada lado de las grapas de suspensión de las tres fases y se han protegido las grapas de suspensión con cubregrapas preformados; superando las prescripciones establecidas en el RD 1432/2008.

Una de las cubiertas de silicona de la fase central del apoyo nº 1110 de la Der. a Maturana se ha desplazado y necesita ser repuesta y retenida convenientemente.

En todas las cadenas de amarre de 1.0 m de aislamiento se han instalado cubregrapas preformados que aportan otros 30-35 cm de aislamiento complementario entre la cruceta y los conductores; además se han protegido las grapas de suspensión con cubregrapas preformados y se han aislado con cubiertas de silicona todos los puentes flojos. Las cadenas de composite desprovistas de aletas (tipo "bastón") podrían ser utilizadas como posaderos por las aves, pudiendo llegar a provocar electrocuciones entre las especies de mayor envergadura.

Algunas cubiertas de silicona de los puentes flojos son discontinuas, lo que resta eficacia al aislamiento. Es preciso que las cubiertas de silicona no presenten discontinuidades o, en su caso, es necesario proteger los cortes con preformados cobre-conectores.

Dos de los cubregrapas de enlace del apoyo de entronque nº 82 de derivación a Arbulu se han desplazado dejando las grapas al descubierto (Fig. 28).

Figura 28. Detalle de las grapas de derivación del apoyo nº 82 que han quedado al descubierto por el desplazamiento de los preformados. Se aprecia la discontinuidad en el aislamiento de las bajantes.



Todas las electroválvulas, los terminales y los bornes de los transformadores de intemperie existentes en la línea se han protegido con preformados específicos.

En los apoyos de maniobra se han protegido los fusibles-seccionadores con preformados que cubren la entrada al seccionador, pero se ha caído el preformado que protegía el seccionador central en el apoyo de maniobra nº 92 (Vi-41749) de la línea principal (Fig. 29).

Así mismo, no se han protegido o se ha desprendido la protección de las botellas pararrayos del apoyo OCR nº 94 (Vi-31258) de la línea principal de Gaceo a la altura de Venta del Patio.

Figura 29. Apoyo de entronque y maniobra nº 92 (Vi-41749) de la Línea 13.2 kV de Gaceo en el que se aprecia que el preformado que protegía del seccionador de la fase central se ha caído.



4.1.12 Línea 13.2 kV de Marieta (Embalses Zadorra-Aldaia)

Se han remodelado los 9 apoyos de la Línea 13.2 kV de Marieta incluidos dentro de la Zona de Protección de los Embalses del Zadorra (Álava-Araba); incluyendo 4 apoyos en la Der. a Marieta (nº 135, 136, 137 y 138) y 5 apoyos en la Der. a Otaza (nº 1048, 1049, 1075, 1078 y 1079).

Las correcciones efectuadas en los 9 apoyos se ajustan a las prescripciones técnicas anti-electrocución establecidas en el Real Decreto 1432/2008.

En los 5 apoyos de alineación en bóveda presentes en la línea se ha aislado con cubiertas de silicona 1.0 m de conductor a cada lado de las grapas de suspensión de las tres fases y se han protegido las grapas de suspensión con cubregrapas preformados; superando las prescripciones establecidas en el RD 1432/2008.

En los 4 apoyos de amarre y especiales se han instalado cadenas de composite de 1.0 m desprovistas de aletas. Excepcionalmente las cadenas de composite tipo "bastón" pueden ser utilizadas como posaderos por las aves, pudiendo llegar a provocar electrocuciones entre las aves de mayor envergadura. Se recomienda utilizar cadenas de amarre anti-posada de 1.0 m de aislamiento efectivo, tipo avifauna.

En todas las cadenas de amarre de 1.0 m de aislamiento se han instalado cubregrapas preformados que aportan otros 30-35 cm de aislamiento complementario entre la cruceta y los conductores desnudos; además se han protegido las grapas de suspensión con cubregrapas preformados y se han aislado con cubiertas de silicona todos los puentes flojos suspendidos.

Las electroválvulas, sus terminales y los bornes de los transformadores de intemperie de los apoyos nº 138 y 1079 se han protegido adecuadamente con preformados específicos (Fig. 30).

Figura 30. Detalle de las electroválvulas y sus terminales protegidas con preformados anti-electrocución en el apoyo de fin de línea y conversión aéreo/subterráneo nº 1079 de la Der. a Otaza.



4.1.13 Línea 13.2 kV de Amurrio-Orduña-Barambio CTO-4 (Gorbeia)

Se han remodelado 60 de los 67 apoyos de la Línea 13.2 kV de Amurrio-Orduña-Baranbio CTO-4 ubicados dentro de la Zona de Protección del P.N. de Gorbeia (Álava-Araba); incluyendo 59 apoyos en la Der. al Puerto de Altube (nº 4518-5474 más 4901, 5001, 5101, 5201 y 5351) y 1 apoyo (nº 5612) en la Der. bifásica a la Ermita de Garrastatxu.

Las correcciones efectuadas se ajustan a las prescripciones técnicas anti-electrocución establecidas en el Real Decreto 1432/2008 pero se mantienen sin remodelar los apoyos nº 5610, 5611, 5613 y 5614 de la Der. a la ermita de Garrastatxu (Fig. 31) y los apoyos especiales nº 5438 (Vi-13127), 5453 (Vi-13128) y 5351 (CT-589) de la Der. al Puerto de Altube (Fig. 32).

Figura 31. Apoyo de cruzamiento nº 5613, provisto de doble aislador rígido que se mantiene sin adaptar en la Der. a la Ermita de Garrastatxu (Baranbio).



Figura 32. Apoyo de maniobra nº 5438 (Vi-13127) de la derivación al puerto de Altube que se mantiene sin remodelar; con cadenas de amarre de composite de menos de 1.0 m y las bajantes al OCR sin aislar.



El resto de los apoyos se han corregido adecuándolos al RD 1432/2008. En los apoyos de alineación en bóveda presentes en la línea se ha aislado con cubiertas de silicona 1.0 m de conductor a cada lado de las grapas de suspensión de las tres fases y se han protegido las grapas de suspensión con cubregrapas preformados; lo que supone una mejora respecto a las prescripciones establecidas en la normativa estatal.

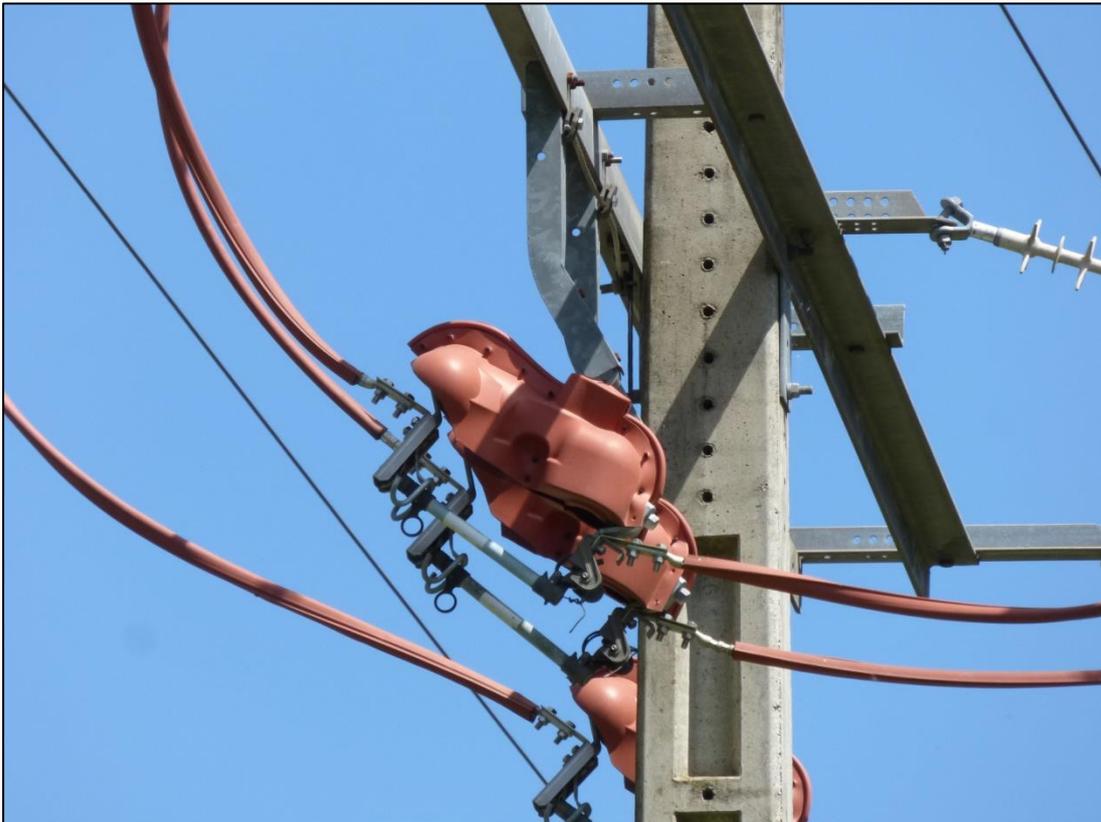
En los apoyos de amarre y/o especiales se han instalado generalmente cadenas anti-posada de 1.0 m de aislamiento, tipo avifauna. Además se han protegido siempre las grapas de amarre y suspensión con cubregrapas preformados, lo que aporta otros 30-35 cm de aislamiento suplementario, y se han aislado completamente con cubiertas de silicona todos los puentes flojos suspendidos.

No obstante, en algunos apoyos de amarre y especiales (nº 5418, 5419, 5439, 5440, 5443, 5444, 5101, 5447, 5448, 5449 y 5201) se han instalado cadenas de amarre de 1.0 m desprovistas de aletas.

Los fusibles-seccionadores de expulsión de los apoyos de maniobra nº 5428, 5434, 5444, 5452, 5465, 5474 y 5472 se han protegido convenientemente con preformados específicos que cubren tanto la entrada como la salida de los seccionadores.

Los seccionadores de los apoyos de maniobra nº 5428, 5434, 5444, 5452, 5465, 5474 y 5472 se han protegido con preformados adecuados; pero no se han aislado los terminales de acceso y salida de los XS, lo que resta eficacia a la medida correctora empleada (Fig. 33).

Figura 33. Detalle de los preformados que protegen los fusibles-seccionadores del apoyo nº 5474 (Vi-41671). Las entradas y salidas de los XS no han sido convenientemente aisladas reduciendo la eficacia de la medida.



En los apoyos de amarre y especiales todos los puentes flojos han sido completamente aislados con cubiertas de silicona que no presentan discontinuidades. Cuando ha sido necesario se han protegido los empalmes y conectores de los puentes con preformados específicos.

En algunas las torretas de entronque nº 5444 y 5465 se ha mantenido el puente flojo central por encima de la cruceta, lo que en caso de deterioro de la cubierta de silicona puede suponer un grave riesgo para las aves (Fig. 34). Algo similar ocurre en las torretas de amarre nº 5424 y 5427 provistas de farolillo. En todos los casos hubiera sido conveniente reinstalar previamente el puente flojo central suspendido por debajo del travesaño.

Figura 34. Torreta de entronque y maniobra nº 5465 (Vi-33070) de la Der. al Puerto de Altube mostrando el puente flojo central aislado que discurre por encima de la cruceta.



En los apoyos de fin de línea remodelados (nº 4901, 5001, 5439, 5101, 5201, 5301 y 5473) se han protegido las electroválvulas, sus terminales y los bornes de los transformadores con preformados anti-electrocución.

Por otro lado, dada su ubicación dentro del P.N. de Gorbeia y teniendo en cuenta su trazado por una zona elevada y expuesta, sería preciso señalar con balizas salvapájaros toda la Der. a la Ermita de Garrastatxu.

4.1.14 Línea 30 kV de Haro-Miranda (Sierras Meridionales-Ebro)

Se han remodelado todos los apoyos de la línea (30 kV) de Haro-Miranda de Ebro situados dentro de la Zona de Protección de la ZEC de las Sierras Meridionales (Álava-Araba); incluyendo 18 apoyos en el tendido principal de Haro-Miranda (nº 15-30 más nº 44-45) y 2 apoyos en la Der. al Bco. Tropera (nº 46-47).

Las correcciones efectuadas se ajustan a las prescripciones técnicas anti-electrocución establecidas en el Real Decreto 1432/2008, pero se requieren algunas labores de mantenimiento y los apoyos nº 44 y 47 precisan medidas complementarias para cumplir la normativa estatal.

En el apoyo de fin de línea nº 47 (Vi-10008) del Bco. Tropera los puentes bajantes a los seccionadores, a los fusibles y al transformador de intemperie se mantienen sin aislar (Fig. 35); y en la torreta de entronque y maniobra nº 44 (Vi-10430) dos de los puentes bajantes al OCR se



mantienen sin aislar.

Figura 35. El apoyo de fin de línea nº 47 de la Der. al Bco. Tropera presenta los puentes a los seccionadores, a los fusibles, a las válvulas y al CTi sin aislar y las válvulas y los bornes del transformador de intemperie sin proteger.

En los apoyos de alineación en bóveda presentes en la línea se ha aislado con cubiertas de silicona 1.0 m de conductor a cada lado de las grapas de suspensión de las tres fases y se han protegido las grapas de suspensión con cubregrapas preformados.

En todos los apoyos de amarre y/o especiales se han instalado cadenas de composite de 1.0 m de aislamiento, provistas de aletas a lo largo de toda la cadena. Complementariamente se han protegido las grapas de amarre y suspensión con cubregrapas preformados y se han aislado con cubiertas de silicona los puentes flojos suspendidos, lo que aporta 30-35 cm de aislamiento suplementario a las cadenas de amarre.

Para proteger los empalmes existentes en los puentes flojos se han utilizado normalmente preformados específicos. Sin embargo, en algunos puentes flojos los conectores se han protegido con cubiertas de silicona en lugar de utilizar preformados específicos. Algunas de estas cubiertas ya se han desplazado y han dejado los conectores al aire (Fig. 36).

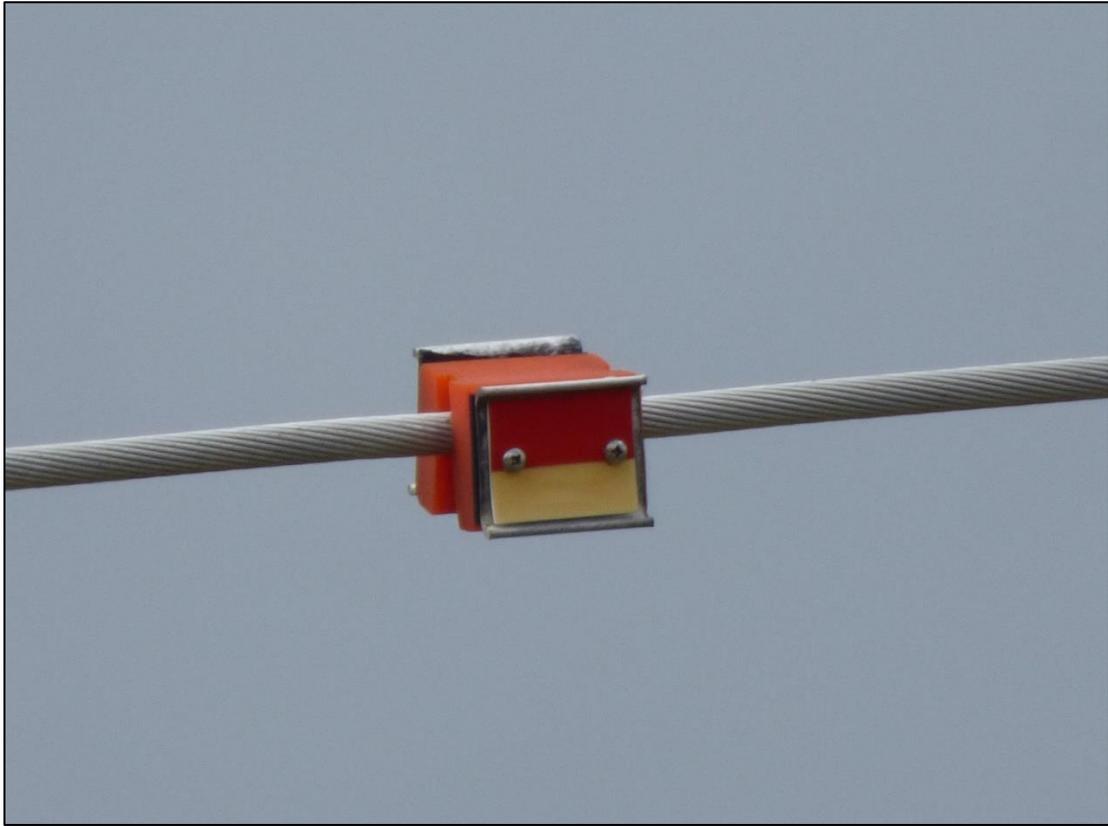
Figura 36. En algunos apoyos de la Línea Haro-Miranda los empalmes existentes en los puentes flojos se han protegido con cubiertas de silicona en lugar de emplear cubre-conectores específicos. Algunas de estas cubiertas, como las del apoyo n° 17, se han desplazado dejando al descubierto los empalmes.



En la torreta de maniobra n° 16 (Vi-10099) se han aislado completamente los puentes bajantes al OCR y se han protegido todas las botellas y los bornes con capuchones anti-electrocución.

Para evitar colisiones entre las aves se han señalado 9 vanos de la línea con balizas salvapájaros: 7 vanos en la línea principal de Haro-Miranda (n° 18-21 y 28-44-45-30) y los 2 vanos de la Der. al Bco. Tropera (n° 44-46-47). La señalización se ha efectuado con "X" de neopreno (Saprem©) instaladas alternativamente en los tres hilos con una cadencia de 20 m en cada hilo. No obstante, algunas balizas se han deslizado en los hilos y otras se han deteriorado como consecuencia de las condiciones climáticas y el paso del tiempo y requieren mantenimiento (Fig. 37).

Figura 37. Detalle de una de las balizas salvapájaros ("X" de neopreno) instaladas en el Bco. de Tropera deterioradas por efecto de la intemperie (hielo y viento). En la baliza de la imagen solo se mantiene el elastómero, habiendo perdido gran parte de su eficacia



4.1.15 Línea 13.2 kV de Treviño (Zadorra y Río Ebro)

Se han remodelado 27 de los 32 apoyos de la Línea 13.2 kV a Treviño incluidos dentro del inventario de la Zona de Protección del río Zadorra y del río Ebro (Álava-Araba): 1 apoyo (nº 133) de la Der. a Santa Cruz de Fierro; 5 apoyos (nº 136-139 y 24613) en la Der. a Zambrana; 4 apoyos (nº 24590 y 79-81) en la Der. al Crucero de Zambrana; 5 apoyos (nº 66-70) en la Línea Ircio-Berantevilla; 2 apoyos (nº 123-124) en la Der. a Las Islas; 1 apoyo (nº 13522) en la Der. a Lacorzanilla; 6 apoyos (nº 104-108 y 70101) en la Línea al CH de Lacorzana; y 3 apoyos (nº 110 y 115-116) en la Der. al Caserío Lacorzana.

Las correcciones efectuadas se ajustan a las prescripciones técnicas anti-electrocución establecidas en el Real Decreto 1432/2008; pero aún se mantienen 5 apoyos sin remodelar y sería conveniente balizar los cruzamientos de los ríos Ebro y Zadorra.

Se mantienen sin remodelar y con alto riesgo de electrocución 5 apoyos incluidos en el inventario de la CAPV: apoyos nº 103 y 109 de la Der. al C.H. de Lacorzana; nº 117 de la Der. al P.I de Lacorzanilla; y nº 111 y 112 de la Der. al Caserío Lacorzana (Fig. 38).

Figura 38. Apoyo de entronque y maniobra nº 111 (Bu-2036) de la Línea (13.2 kV) de Treviño que se mantiene sin corregir, con el puente flojo central dominante, cadenas de amarre de tan solo 2 aisladores y los puentes flojos sin aislar.



Por el contrario se han corregido los apoyos de alineación nº 113 y 114 de la Der. al Caserío Lacorzana, que se encuentran fuera de la Zona de Protección y otros de la Línea de Ircio-Berantevilla y de la Der. a Santa Cruz de Fierro.

En todos los apoyos de alineación en bóveda se ha aislado con cubiertas de silicona 1.0 m de conductor a cada lado de las grapas de suspensión de las tres fases y se han protegido las grapas de suspensión con cubregrapas preformados; superando las prescripciones establecidas en el RD 1432/2008.

En los apoyos de amarre y especiales se han instalado normalmente cadenas de amarre anti-pasada tipo avifauna de 1.0 m; mientras que en las derivaciones a Zambrana se han utilizado cadenas de amarre tipo PECA. En todos los casos las grapas de amarre se han protegido con cubregrapas preformados que aportan otros 30-35 cm de aislamiento.

Se han aislado con cubiertas de silicona todos los puentes flojos suspendidos, así como las bajantes a las maniobras, derivaciones y transformadores de los apoyos especiales. Sin embargo, algunas cubiertas de silicona de los puentes presentan discontinuidades que reducen la eficacia del aislamiento.

Por su parte, las electroválvulas, sus terminales y los bornes de los transformadores de intemperie existentes en los apoyos de fin de línea se han protegido con preformados específicos. Aunque uno de los protectores de los bornes del CTi del Crucero de Zambrana (nº 81) se ha desplazado. En los apoyos de maniobra se han protegido los fusibles-seccionadores con preformados que cubren únicamente la entrada al seccionador.

Para evitar accidentes por colisión se han señalado los 4 últimos vanos (nº 112-116) de la Der. al Caserío Lacorzana. Se han empleado balizas salvapájaros de tiras de neopreno (Saprem©) instaladas alternativamente en los 3 conductores, con las cadencias recomendadas de 1 baliza cada 20 m (Fig. 39).

Figura 39. Der. al Caserío de Lacorzana mostrando el efecto de las balizas salvapájaros instaladas alternativamente en los 3 conductores con una cadencia de 1 baliza cada 20 m.



En este sentido y dado que la intervención va dirigida a evitar accidentes entre las aves que frecuentan los ríos Ebro y Zadorra hubiera sido conveniente balizar, al menos, los vanos que cruzan el río Ebro, entre los apoyos nº 65-66 de la Línea Ircio-Berantevilla, y el río Zadorra, entre los apoyos nº 105-106 de la Der. a la C.H. de Lacorzana.

El apoyo nº 106 de la Der. al C.H. de Lacorzana está mal rotulado en el campo como 109.

4.1.16 Línea 13.2 kV Ali-Goca (Río Zadorra, centro)

Se han remodelado los 22 apoyos de la Línea 13.2 kV de Ali-Goca situados en la Zona de Protección del Zadorra (Álava-Araba); incluyendo 2 apoyos del enlace con la Línea Ali-Mendiguren (nº 1003 y 1034); 4 apoyos de la Der. a Merca-Vitoria (nº 1005-1008); 8 apoyos de la Línea Ali-Goca (nº13-19 y 1002); y 8 apoyos de la Der. Astegieta-Krispiñana (nº 27-32 y 1016).

Las correcciones efectuadas se ajustan a las prescripciones técnicas anti-electrocución establecidas en el Real Decreto 1432/2008.

En los apoyos de alineación en bóveda se ha aislado con cubiertas de silicona 1.0 m de conductor a cada lado de las grapas de suspensión de las tres fases y se han protegido las grapas de suspensión con cubregrapas preformados; superando las prescripciones establecidas en el RD 1432/2008.

En los todos los apoyos de amarre y especiales se han instalado cadenas de composite de 1.0 m desprovistas de aletas. Excepcionalmente las cadenas de composite desprovistas de aletas (tipo "bastón") podrían ser utilizadas como posaderos por las aves, pudiendo llegar a provocar electrocuciones entre las aves de mayor envergadura. No obstante, en todas las cadenas de amarre de 1.0 m de aislamiento se han instalado además cubregrapas preformados que aportan otros 30-35 cm de aislamiento complementario entre la cruceta y los conductores.

Como excepción, por falta de espacio, en el apoyo de entronque nº 13 y en el apoyo de fin de línea nº 1002 de la Línea Ali-Goca se han tenido que instalar cadenas cortas de composite, pero se ha aislado todo el conductor (Fig. 40).

Figura 40. Detalle de las cadenas de amarre cortas instaladas por falta de espacio en el apoyo de entronque y maniobra nº 1002 en la Línea Ali-Goca.



En los apoyos de fin de línea (nº 1002 y 32, CT-1218) se han aislado completamente los puentes con cubiertas de silicona y se han protegido las electroválvulas y los bornes del CTi con preformados específicos. En los apoyos de maniobra con seccionadores (Vi-41048 y Vi-41050) se han protegido la entrada a los seccionadores con preformados específicos. Y en el apoyo de maniobra con OCR (Vi-30121) se han aislado los puentes con cubiertas de silicona y se han protegido todas las botellas y terminales con preformados específicos (Fig. 41).

Figura 41. Apoyo de maniobra nº 15 (Vi-30121) de la Línea Ali-Goca mostrando los puentes aislados con cubiertas de silicona y las botellas y bornes del OCR protegidas con preformados específicos.



Algunos apoyos de la línea de Ali-Goca, situados fuera de la Zona de Protección, presentan elementos de alto riesgo, como puentes flojos y electroválvulas dominantes, que convendría remodelar para evitar electrocuciones entre las aves que frecuentan la Zona de Protección.

Para evitar accidentes por colisión entre las aves que nidifican y frecuentan el río Zadorra, hubiera sido recomendable señalar, al menos, los vanos que cruzan y discurren paralelos al cauce del río.

4.1.17 Línea 13.2 kV Ali-Mendiguren (Río Zadorra, centro)

Se han remodelado todos los apoyos de la Línea 13.2 kV de Ali-Mendiguren incluidos en la Zona de Protección del Zadorra (Álava-Araba); incluyendo 6 apoyos en la Der. a Mendiguren (nº 12-17), 3 apoyos en el enlace Ali-Goca (nº 1001, 1001 y 1004) y 3 apoyos en la Der. a Gobeo (nº 1035, 1002 y 1040).

Las correcciones efectuadas se ajustan a las prescripciones técnicas anti-electrocución establecidas en el Real Decreto 1432/2008.

En los todos los apoyos de amarre y especiales se han instalado cadenas de composite de 1.0 m desprovistas de aletas. Excepcionalmente las cadenas de composite desprovistas de aletas (tipo bastón) podrían ser utilizadas como posaderos por las aves, pudiendo llegar a provocar electrocuciones entre las aves de mayor envergadura.

En todas las cadenas de amarre se han instalado cubregrapas preformados que aportan otros 30-35 cm de aislamiento complementario entre la cruceta y los conductores; además se han protegido las grapas de suspensión con cubregrapas preformados y se han aislado con cubiertas de silicona todos los puentes flojos suspendidos y los puentes a las derivaciones y las maniobras (Fig. 42).

Figura 42. Apoyo de amarre en pórtico nº 1000 de la línea (13.2 kV) de Ali-Mendiguren en el que se aprecian las cadenas de amarre de 1.0 m, desprovistas de aletas, y las grapas de amarre y suspensión y los conectores protegidos con preformados específicos.



En los apoyos de alineación en bóveda presentes en la línea se ha aislado con cubiertas de silicona 1.0 m de conductor a cada lado de las grapas de suspensión de las tres fases y se han protegido las grapas de suspensión con cubregrapas preformados; superando las prescripciones establecidas en el Real Decreto 1432/2008

En los apoyos de maniobra con OCR (Vi-31197 y Vi-30120) se han protegido todas las bajantes con cubiertas de silicona y las botellas y terminales con preformados específicos y en el apoyo de fin de línea (nº 1040) se han aislado completamente las bajantes con cubiertas de silicona y se han protegido las electroválvulas y sus terminales con preformados específicos.

En el apoyo de entronque nº 15 de la Der. a Mendiguren se han conservado las cadenas de amarre de la antigua derivación (Fig. 43).

Figura 43. Apoyo de entronque n°15 en la Der. a Mendiguren en el que se aprecian las tres fases de la antigua derivación cortada.



Dado que la intervención está dirigida a evitar accidentes entre las aves que nidifican y frecuentan el humedal, hubiera sido recomendable balizar los vanos que cruzan el río Zadorra y discurren paralelos al cauce.

4.2 Conclusiones

Se ha efectuado un muestreo de las remodelaciones de líneas aéreas de alta tensión (LAAT) efectuadas por Iberdrola (i-DE) en las Zonas de protección para las aves de la C.A.P.V.; al objeto de comprobar: 1º) la realización de las actuaciones; 2º) el cumplimiento de la normativa electrotécnica estatal (RD 1432/08); 3º) la idoneidad de las medidas técnicas adoptadas; y 4º) la correcta ejecución de las obras.

Se seleccionaron 17 líneas (incluyendo distintos tramos y derivaciones) situadas dentro de las Zonas de Protección para las Aves en la CAPV y distribuidas por los 3 territorios históricos: **5 en Bizkaia, 5 en Gipuzkoa y 7 en Álava-Araba**. Se eligieron aquellas líneas que a priori habían sido totalmente remodeladas; para, en su caso, poder excluirlas del inventario de tendidos.

El muestreo se realizó en la primavera-verano de 2024 revisando uno por uno todos los apoyos, tomando datos de su tipología, de las medidas correctoras adoptadas, de los defectos de ejecución y/o deterioro de los materiales y de las posibles mejoras. Para cada línea se elaboró una ficha técnica con un mapa de situación y la descripción de cada uno de los apoyos (nº, tipología, medidas adoptadas y posibles mejoras) (ANEXO I). Asimismo, se tomaron imágenes de cada apoyo, incluyendo detalles de los posibles defectos (ANEXO II). Finalmente se elaboraron sendas capas GIS y Kmz con toda la información recogida (ANEXO III).

Se han revisado 461 apoyos: 75 en Bizkaia, 176 en Gipuzkoa y 210 en Álava-Araba. En la fecha de revisión **12 apoyos se encontraban aún sin remodelar** (2.6 % de los revisados): 7 en la Der. al puerto de Altube y a la ermita de Garrastatxu), y 5 en las Der. a Lacorzanilla y a la C.H. de

Lacorzana en la línea de Treviño. Tampoco se habían remodelado la Der. de aguas de Marieta y la Der. al faro de Higuer que no aparecían en el inventario.

La mayor parte de las actuaciones efectuadas por Iberdrola se ajustan a la normativa electrotécnica estatal (RD 1432/2008) y, en muchos casos, las medidas adoptadas, siguiendo el manual técnico de Iberdrola (MT 2.24.80), **superan incluso las prescripciones establecidas en el RD 1432/08**. Por ejemplo, además de cadenas de amarre de 1.0 m de aislamiento efectivo se han instalado siempre cubregrapas de amarre que aportan otro 30-35 cm de aislamiento. También se han aislado siempre todos los puentes flojos suspendidos de los apoyos de amarre. Igualmente se han aislado las 3 fases en los apoyos de alineación en bóveda, con independencia de que alcanzaran los 0.88 m entre la fase y la base de la bóveda.

En las prospecciones se han apreciado algunos olvidos (v.g. electroválvulas sin proteger) o **deterioros de los materiales** (v.g. desplazamiento de los preformados o de las cubiertas de silicona), que convendría reponer para evitar posibles electrocuciones.

Finalmente, en base al muestreo realizado se han realizado algunas **recomendaciones** para mejorar la ejecución de las obras. 1º) Se recomienda el uso de cadenas de amarre anti posada (tipo avifauna) en lugar de las cadenas de composite desprovistas de aletas (tipo bastón) que pueden ser utilizadas por las aves como posaderos. 2º) En los aislamientos es conveniente emplear siempre preformados específicos (cubre-conectores y empalmes, capuchones anti-electrocución en válvulas y bornes, etc.) que son más eficaces y duraderos; en lugar de utilizar materiales más generalistas (cubiertas de mayor sección o mantas aislantes). 3º) Debe vigilarse que las cubiertas de silicona colocadas en las fases estén bien ancladas y retenidas por los cubregrapas, para que no desplacen en los conductores. Y 4º) El aislamiento de los puentes flojos y bajantes a los elementos en tensión debe ser completo y continuo, evitando cortes o zonas sin aislar que reducen la eficacia de la medida.

Por último y aunque el RD 1432/08 no obliga a la **señalización**, hubiera sido conveniente el balizamiento de algunos vanos con un riesgo evidente de colisión para las aves: a) en los cruzamientos de los ríos Ebro y Zadorra; b) en los vanos que discurren próximos a colonias de rapaces rupícolas; c) en las derivaciones a los repetidores; y d) en las líneas que discurren muy cerca de la costa y afectan a un importante frente migratorio en Jaizkibel.

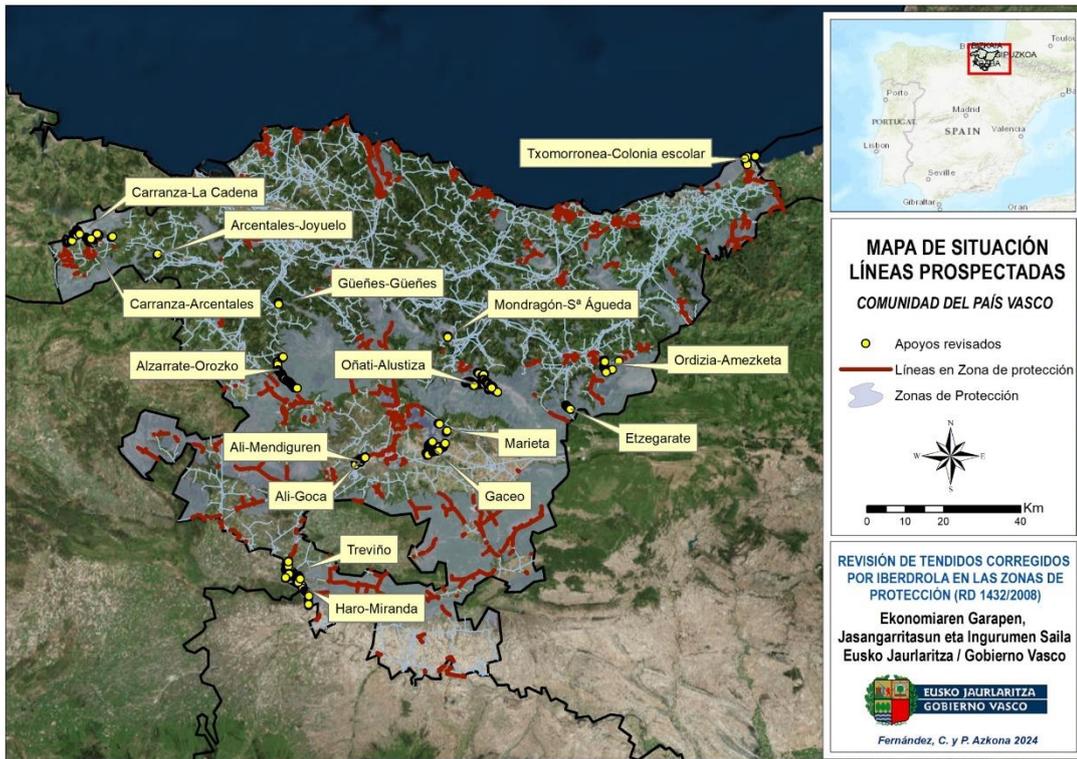


Tabla 3. Resumen de los principales desperfectos y carencias observadas en las 17 líneas eléctricas de alta tensión propiedad de Iberdrola revisadas en la CAPV.

Se indica para cada línea: el Territorio histórico, el nombre de la línea según Iberdrola (i-DE), detalles del incumplimiento del RD 1432/08 y otras observaciones

TH	Línea	Cumplimiento RD	Otras observaciones
BI	CARRANZA-ARCENTALES CTO-3	Apoyo nº 9001 (Bi-78043) con válv. dominantes parcialmente aisladas.	Apoyo nº 9002 ha perdido preformado en seccionador. Apoyos nº 9004 y 9005 cubiertas desplazadas.
BI	ARCENTALES-JOYUELO-C2		
BI	CARRANZA-LA CADENA CTO-2	Apoyo nº 9001 (Bi-78045) con válv. dominantes parcialmente aisladas.	Apoyo nº 9009 inclinado Der. Pozalagua requiere señalización
BI	GUÉÑES-GUÉÑES CTO-2		Requiere señalización
BI	ALZARRATE-OROZKO CTO-1	Apoyos nº 5616, 5618 y 5619 con puente flojo dominante aislado. Apoyo nº 5620 con válvulas dominantes y sus puentes aislados.	Cadenas cortas con cubiertas de silicona en las fases. Cubiertas discontinuas. Requiere señalización.
GI	TXOMORRONEA - COLONIA ESCOLAR	Apoyo nº 94 con una válv. dominante y sin aislar. Der. a Cabo de Higuier sin remodelar desde apoyo nº 49.	Apoyos nº 78, 69 y 82 con cubiertas desplazadas. Válvulas y bornes protegidos con mantas aislantes. Der. a Artzu Azpi y Arrigormi requieren señalización.
GI	ORDIZIA NUEVA-AMEZKETA		Apoyo nº 439 ha perdido preformado en seccionador.
GI	OÑATI-ALUSTIZA	Cadenas ARPI laterales en torretas en triángulo.	Apoyo nº 167 con cadena de suspensión suelta. Der. a Araotz, Ugastegi y Albitxuri requieren señalización.
GI	ETZEGARATE	Apoyo nº 132 con válv. y bajantes sin aislar.	
GI	MONDRAGON-STA. AGUEDA		
AR	GACEO	Apoyos nº 1121 y 1122 sin remodelar. Apoyo nº 94 con botellas pararrayos del OCR sin proteger.	Apoyo nº 1110 con cubierta desplazada. Apoyo nº 82 con cubregapas de enlace desplazados. Apoyo nº 92 ha perdido preformado en seccionador.
AR	MARIETA		
AR	AMURRIO-ORDUÑA BARAMBIO CTO-4	Apoyos nº 5438, 5453 y 5351 sin remodelar. Der. a Ermita Garrastabu sin remodelar.	Apoyos nº 5444 y 5465 con puentes flojos dominantes aislados Apoyos nº 5423, 5424 y 5427 con farolillos verticales. Der. Ermita Garrastabu requiere señalización.
AR	HARO-MIRANDA	Apoyo nº 44 con puentes a derivación sin aislar. Apoyo nº 47 con puentes a válv., secc. y CTI sin aislar.	Balizas salvapajaros dañadas y desplazadas. Conectores en puentes descubiertos.
AR	TREVIÑO	Apoyos nº 103, 109 111, 112 y 117 sin remodelar.	Puentes con cubiertas discontinuas. Apoyo nº 81 con preformado en CTI desplazado. Requiere señalización en ríos Ebro y Zadorra.
AR	ALI-GOCA		Puentes con cubiertas discontinuas. Requiere señalización en cruceamiento de ríos.
AR	ALI-MENDIGUREN		Puentes con cubiertas discontinuas. Requiere señalización en cruceamiento de ríos.

4.3 Recomendaciones finales y posible mejoras

4.3.1 Cadenas de amarre

El artículo 6.e del Real Decreto 1432/2008 establece que las cadenas de amarre deben mantener una distancia accesible de seguridad de 1.0 m entre el conductor desnudo y cualquier zona de posada en la cruceta. Para alcanzar esta distancia de seguridad en las líneas revisadas Iberdrola (I-DE) ha utilizado 4 tipos de soluciones:

- 1ª) ha instalado cadenas de composite de 1.0 m de aislamiento efectivo, pero desprovistas de aletas o con 1-3 aletas dispuestas en el centro de la cadena (tipo "bastón") (Fig. 9).
- 2ª) ha instalado cadenas PECA de 1.0 m de aislamiento efectivo, provistas de un helicoide de polipropileno, que reduce el riesgo de posada en los bastones (Fig. 7).
- 3ª) ha instalado cadenas de amarre anti-posada de 1.0 m de aislamiento efectivo, provistas de aletas y aspas sin función dieléctrica a lo largo de toda la cadena (tipo "avifauna") (Fig. 44).
- 4ª) ha mantenido las cadenas de aisladores de vidrio (con 2-3 aisladores) o las cadenas de composite de menos de 1.0 m, pero aislando con cubiertas de silicona 1.0 m de conductor anterior a las cadenas horizontales de cada fase (Fig. 17).

En todos los casos, se han protegido además las grapas de amarre con cubregrapas preformados; lo que aporta otros 30-35 cm de aislamiento efectivo.

Cualquiera de las soluciones empleadas cumple con la actual normativa electrotécnica estatal pero, a nuestro juicio, no todas son igual de eficaces para la protección de la avifauna. La solución adoptada de aislamiento de 1.0 m de conductor mediante cubiertas de silicona es eficaz pero los materiales de aislamiento (cubregrapas y cubiertas de las fases) son perecederos y pueden desplazarse limitando a largo plazo la eficacia de la medida (MITECO 2018).

Otro tanto ocurre con las cadenas PECA en las que el helicoide de polipropileno se aplasta y/o se puede dañar, perdiendo gran parte de su eficacia; y ello sin contar con que, excepcionalmente, las aves pueden trabarse entre la espiral y el bastón, auspiciando su electrocución.

En el caso de las cadenas de composite tipo "bastón" (desprovistas de aletas), las cadenas constituyen excelentes posaderos para las aves; por lo que pueden favorecer la electrocución entre las aves de mayor envergadura.

A nuestro juicio y siempre desde el punto de vista de la protección de la avifauna, la solución técnica más recomendable sería la utilización de cadenas de amarre de composite anti-posada, de 1.0-1.25 m de aislamiento efectivo, provistas de aletas y aspas sin función dieléctrica; complementadas con la instalación en las grapas de amarre de cubregrapas preformados (Fig. 44).

Figura 44. Cadena de amarre anti-posada, tipo "avifauna", complementada con cubregrapas preformados.



4.3.2 Armados en bóveda

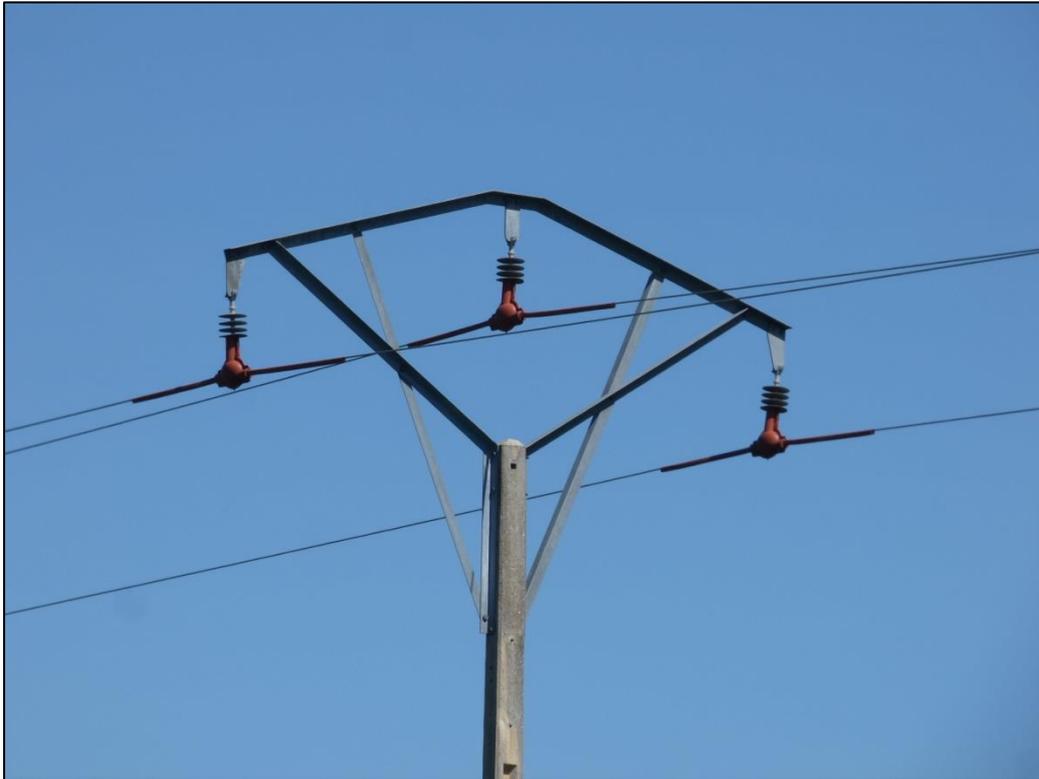
El Real Decreto 1432/2008 establece en su artículo 6.d que "en los armados en bóveda, la distancia entre la cabeza del fuste y el conductor central no será inferior a 0.88 m o, en su defecto, se aislará 1.0 m de conductor a ambos lados del punto de enganche".

Desde el punto de vista de la protección de la avifauna la distancia de 0.88 m es totalmente arbitraria, resultante de la dimensiones de las bóvedas disponibles en el mercado y no de las necesidades prácticas para evitar electrocuciones entre las aves.

En este sentido y con buen criterio, en su manual técnico MT 2.24.80 Iberdrola (I-DE) no hace distinción entre las dimensiones de las bóvedas y propone el aislamiento de 1.0 m de conductor a ambos lados de las cadenas de suspensión de las tres fases en todos los tipos de bóvedas; protegiendo siempre, además, las grapas de suspensión con cubregrapas preformados.

La solución adoptada por Iberdrola es técnicamente impecable, supera con creces las previsiones del RD 1432/2008 y se ha aplicado de forma generalizada a todos los apoyos de alineación con armado en bóveda existentes en las 17 líneas revisadas (Fig. 45).

Figura 45, Armado en bóveda con las tres fases aisladas con cubiertas de silicona y cubregrapas de suspensión.



La única objeción es que requiere que las cubiertas de silicona estén bien retenidas en la grapa de suspensión, o con retenes o bridas de acero inoxidable, para evitar que, por efecto del viento o la gravedad, se desplacen en el conductor y pierdan toda su eficacia (Fig. 8).

Como hemos visto, el desplazamiento de las cubiertas de silicona en los conductores es una deficiencia relativamente frecuente, por lo que se recomienda a Iberdrola (I-DE) que en su manual técnico y en sus contactos con los instaladores incida en la necesidad de una buena retención de las cubiertas de silicona cuando se instalan en las fases.

4.3.3 Eliminación de puentes flojos y elementos en tensión dominantes

En su artículo 6.b el Decreto Real 1432/2008 establece que los armados "se diseñarán de forma que se evite sobrepasar con elementos en tensión las crucetas o semi-crucetas no auxiliares de los apoyos".

La prescripción se refiere a los puentes flojos dominantes, a los seccionadores, fusibles, electroválvulas, etc. dispuestos en la cogolla del armado y que son los responsables de gran parte de las electrocuciones sufridas por las aves en los antiguos tendidos eléctricos.

La normativa no deja claro si pueden mantenerse puentes flojos o electroválvulas dominantes cuando se encuentren convenientemente aislados.

Como hemos visto, en las líneas revisadas se han encontrado algunos apoyos que incumplen esta medida, con puentes flojos dominantes y farolillos verticales que mantienen los puentes flojos por encima de la cogolla del armado. Excepcionalmente, también se han detectado algunas electroválvulas que se mantienen erguidas en la cima de los armados. Aunque en la mayoría de estos casos los puentes flojos estaban completamente aislados y las válvulas protegidas con preformados anti-electrocución.

En teoría, el aislamiento de los puentes y válvulas impide la electrocución de las aves. Sin embargo, los materiales aislantes empleados son perecederos, pueden dañarse, abrirse o desplazarse, dejando al descubierto elementos en tensión dispuestos en la zona de posada más frecuentada por las aves en los armados (Fig. 34 y 46).

Figura 46. Electroválvulas dispuestas en la cogolla del armado. Las válvulas están protegidas con preformados y los puentes flojos aislados, pero cualquier deterioro de los materiales puede provocar un grave riesgo para las aves.



En este sentido, se debería evitar siempre la instalación (o la conservación) de puentes flojos dominantes en los armados y de válvulas dispuestas en la cabecera del apoyo. Ni siquiera en aquellos casos en los que los armados presentan una maraña de puentes y elementos en tensión que dificultan la instalación de los puentes flojos suspendidos por debajo de los travesaños.

Existen soluciones alternativas, como el traslado de algunos elementos al apoyo precedente, la colocación de travesaños supletorios o la instalación de un armado más amplio. En todos los casos debe tenerse en cuenta que el aislamiento y los preformados pueden deteriorarse o desplazarse y, por tanto, que a medio plazo la solución adoptada puede no ser la más apropiada; ya que requerirá mayor vigilancia y un mayor mantenimiento para evitar graves riesgos para las aves (MITECO 2018).

Un caso similar es el empleo de las cadenas ARPI para mantener los puentes flojos centrales en torretas con montaje en triángulo. Se trata de una solución adoptada por Iberdrola (I-DE) en algunos apoyos de las líneas de Oñati-Alustiza y de la Der. al Repetidor de Untzeta (Fig. 47).

Figura 47. Detalle del sistema ARPI utilizado para soportar el puente flojo central en algunas torretas de amarre con montaje en triángulo.



Al igual que ocurre con casos anteriores, los puentes flojos instalados mediante cadenas ARPI se encuentran aislados y, por tanto, en principio resultarían inocuos para las aves. Sin embargo, en caso de que las cubiertas de silicona se dañaran o desplazaran el riesgo de electrocución sería muy alto.

En su lugar la solución técnica más adecuada sería la instalación de una ménsula que mantuviera el puente flojo central suspendido lateralmente; procediendo además al aislamiento del puente flojo y a la colocación de un preformado en la garpa de suspensión.

4.3.4 Aislamiento de puentes y enlaces

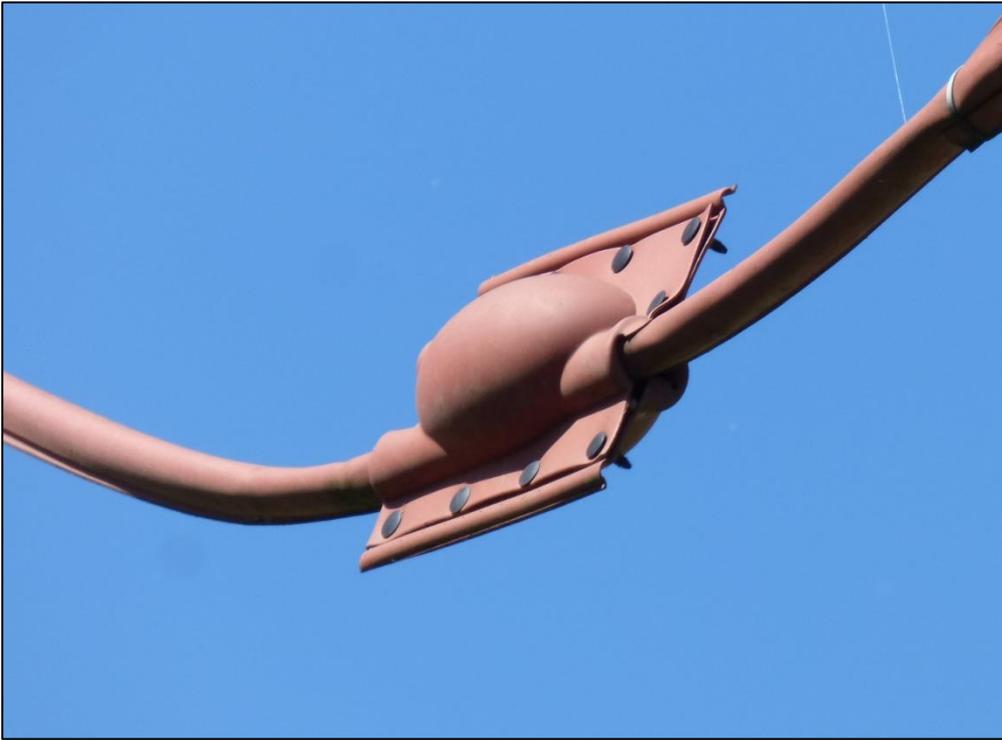
En su artículo 6.b, el Decreto Real 1432/2008 apostilla que "en cualquier caso se procederá al aislamiento de los puentes de unión entre los elementos en tensión".

En las revisiones efectuadas la mayoría de los puentes flojos, enlaces a derivaciones y bajantes a seccionadores, fusibles, válvulas y transformadores de intemperie de todos los apoyos estaban aislados.

Sin embargo en muchas ocasiones los manguitos y las cubiertas de silicona presentaban discontinuidades, dejando a veces incluso tramos de conductor al descubierto y, frecuentemente, sin proteger los terminales; todo lo cual reduce sustancialmente la eficacia de la medida.

Especialmente problemático parece ser el aislamiento de los empalmes y conectores, que al presentar mayor diámetro que los conductores, dificulta la continuidad de las cubiertas de silicona y los manguitos. Las soluciones adoptadas en este caso por los instaladores de Iberdrola (I-DE) han sido variadas: a) aislamiento mediante cinta auto-sellante para trabajos en media tensión, b) instalación de un trozo de cubierta de silicona de mayor sección; c) colocación de un recorte de manta aislante remachada; y d) la protección de los empalmes y los conectores con preformados específicos ("cubre-conectores").

Figura 48. Detalle de un preformado específico empleado para proteger los conectores y empalmes en los puentes flojos.



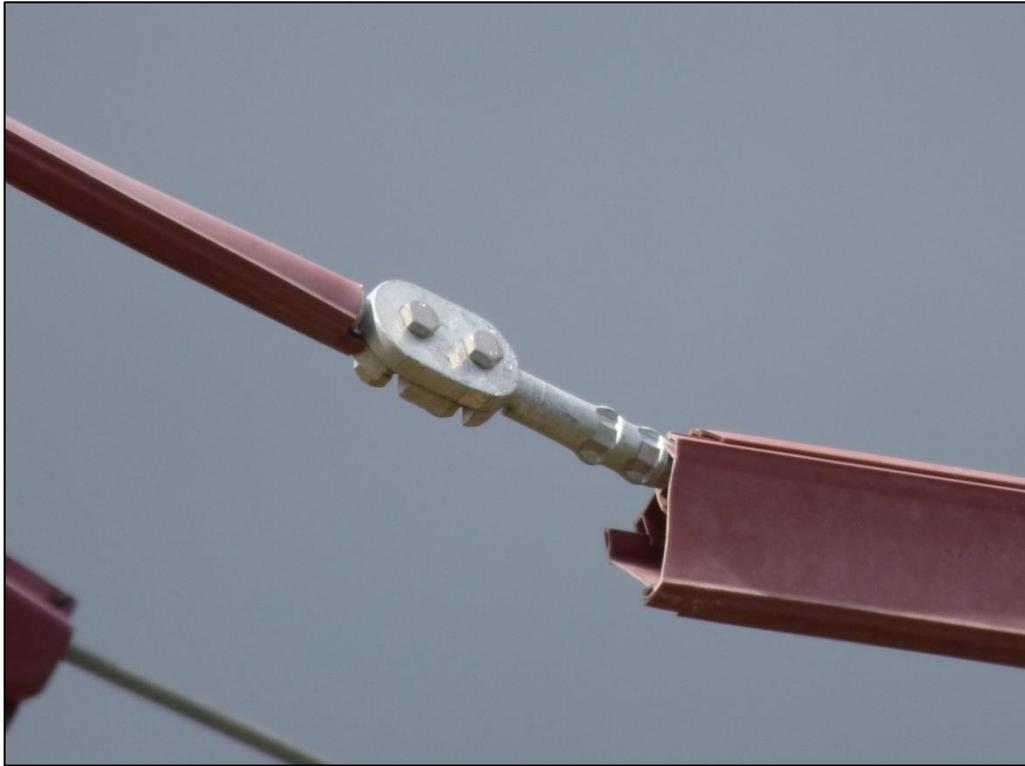
Evidentemente la solución más adecuada por su eficacia y duración es la utilización de preformados específicos. El resto de las soluciones se han mostrado poco duraderas y son frecuentes los casos comprobados en las revisiones de cubiertas desplazadas dejando al aire el tramo de puente que se pretendía proteger (Fig. 47).

Probablemente éste ha sido el defecto de ejecución más repetido en los apoyos revisados: puentes flojos solo parcialmente aislados, aislamiento de los puentes flojos con discontinuidades, terminales de los puentes de enlace sin proteger, conectores aislados con materiales inadecuados, etc.

En resumen, es necesario incidir en la importancia del aislamiento completo e integral de todos los puentes flojos, puentes de enlace y bajantes; incluyendo la protección de los empalmes y conectores con cubreconectores y de los terminales de acceso a las maniobras con preformados específicos.

En cualquier caso, para proteger los empalmes y conectores es preciso evitar el uso de cubiertas de silicona de mayor sección o el uso de mantas aislantes, o de cualquier otro material inespecífico, que como hemos visto se desplazan fácilmente en el puente y resultan a corto plazo sumamente ineficaces (Fig. 49).

Figura 49. Detalle de un conector que ha quedado al descubierto al estar protegido por una cubierta de silicona inadecuada. En su lugar es preciso emplear preformados específicos.



4.3.5 Protección de seccionadores, válvulas y bornes

El acceso de los puentes flojos a los elementos de protección y maniobra así como a los transformadores constituye un punto de elevado riesgo para las aves. La normativa estatal solo establece la obligatoriedad de que "los apoyos especiales se diseñen de forma que se evite sobrepasar con elementos en tensión las crucetas o semicrucetas no auxiliares en los apoyos" (Artículo 6.b del RD 1432/2008).

Por tanto, para cumplir la normativa sería suficiente con instalar los seccionadores, los fusibles y las válvulas suspendidas o en un travesaño supletorio. Sin embargo, es bien conocido que cualquiera de estos elementos resulta especialmente peligroso para las aves y la mayoría de las normativas regionales establecen la obligatoriedad de proteger las autoválvulas, los fusibles, los seccionadores, las autoválvulas, los OCR y los bornes de los transformadores de intemperie para reducir la mortalidad en los apoyos especiales.

En la mayoría de los apoyos revisados Iberdrola (I-DE) ha procedido al aislamiento de las autoválvulas pararrayos, de los fusibles-seccionadores, de las botellas de los OCR y de los bornes de los transformadores de intemperie (Fig. 15, 33 y 50).

Los preformados utilizados para proteger los elementos en tensión han sido muy variados. En el caso de las válvulas, los OCR y los transformadores se han empleado capuchones anti-electrocución de diversos fabricantes; todos ellos muy eficaces, ya que protegen también los terminales de los puentes de acceso, eliminando cualquier riesgo de contacto de las aves con el conductor desnudo.

Figura 50. Detalle de los capuchones anti-electrocución utilizados en las autoválvulas y el transformador de intemperie de un apoyo de fin de línea.



En el caso de los fusibles-seccionadores de expulsión, es importante que los preformados cubran tanto la entrada como la salida del seccionador. Además, para evitar posibles electrocuciones, es necesario vigilar que los terminales de los puentes queden cubiertos por el preformado.

Asimismo, en las revisiones efectuadas en este estudio se ha comprobado la pérdida de algunas protecciones (seguramente por efecto del viento) por lo que es necesario cuidar que los preformados queden bien sujetos por los remaches (Fig. 51).

Figura 51. En los preformados cubre-seccionadores es preciso vigilar que los protectores queden bien fijados por los remaches para evitar que se desplacen o pierdan.



4.3.6 Balizamiento de los vanos

La normativa electrotécnica nacional es muy laxa en lo relativo a la señalización de las líneas aéreas (Artículo 7 del RD 1432/2008); dejando en manos de la autoridad medioambiental de las CCAA la capacidad de decisión.

En tan solo 3 instalaciones de las 17 líneas revisadas se han señalado los vanos (Línea 30 kV de Haro-Miranda, Der. Cabo de Higuier en la línea 13.2 kV de Txomorronea-Colonia Escolar y Der. a Lacorzana en la línea 13.2 kV de Treviño) (Fig. 20 y 50).

Dada su situación y recorrido (próximas a zonas húmedas, colonias de cría, cauces fluviales, frentes costeros, etc.) en gran parte de las líneas prospectadas hubiera sido conveniente señalar algunos vanos que resultan especialmente peligrosos para las aves. Entre las líneas con mayor riesgo de colisión y que no han sido balizas destacaríamos: Lín de Oñati-Alustiza, Der. Artzu Azpi y Der. Pozalagua, así como todos aquellos vanos de cruzamiento de cauces fluviales en la Línea de Treviño, Línea Ali-Goca y Ali-Mendiguren (Ver más detalles en Anexo I).

Las señalizaciones revisadas se han efectuado siempre con balizas salvapájaros ("X" de neopreno) instaladas alternativamente en los tres conductores, empleando las cadencias mínimas establecidas por el Real Decreto 1432/2008 de una baliza cada 20 m en cada hilo; de forma que en alzado lateral se obtienen distancias visuales de una baliza cada 7 m (Fig. 52).

Figura 52. Detalle de las balizas salvapájaros ("X" de neopreno) utilizadas en la señalización de la Der. al caserío de Lacorzana (Línea 13.2 kV de Treviño).



Dada la escasa eficacia de la señalización (se estima que solo reduce entre un 50 y un 80 % de la mortalidad por colisión) se recomienda incrementar la cadencia de señalización en aquellos vanos especialmente peligrosos, como son los cruzamientos de los ríos, collados y frentes migratorios, empleando en estos casos una cadencia de una baliza cada 15 m en cada hilo.

Igualmente es recomendable el uso de esta cadencia (1 baliza cada 15 m) en los montajes al tresbolillo y en triángulo, en los que la distancia visual resultante entre balizas se ve reducida en relación con los montajes mono-capa.

Como hemos visto, en la línea 30 kV de Haro-Miranda se han evidenciado los dos principales problemas que se pueden dar en la señalización: 1º) que las balizas se desplacen en el conductor por efecto del viento y la gravedad (Fig. 53); y 2º) que las balizas se deterioren por efecto de las inclemencias del tiempo (hielo y viento) (Fig. 37).

Figura 53. Detalle de las balizas salvapájaros ("X" de neopreno) desplazadas en el conductor por efecto del viento y la gravedad.



Para evitar el primer supuesto es importante emplear balizas con el elastómero adecuado para la sección aparente del conductor. Para el segundo problema la única solución es utilizar balizas resistentes y realizar un mantenimiento regular, reponiendo aquellas balizas que se deterioren o pierdan.

5 BIBLIOGRAFÍA

- **Alonso, J.A. y Alonso, J.C. 1999.-** Colisión de aves con líneas de transporte de energía eléctrica en España (Pág: 61-88) en Ferrer, M. y G.F. Janss (eds.). *Aves y líneas eléctricas: colisión, electrocución y nidificación*. Ed. Quercus, Madrid.
- **Alonso, J.A. y Alonso, J.C. 1999.-** Reducción de la colisión de aves con tendidos eléctricos de transporte mediante la señalización de los cables de tierra. (Pág: 121-132) en Ferrer, M. y G.F. Janss (eds.). *Aves y líneas eléctricas: colisión, electrocución y nidificación*. Ed. Quercus, Madrid.
- **Alonso, J.A. et al. 1989.-** *Incidencia de las líneas de transporte de energía eléctrica en el medio natural: revisión bibliográfica*. Informe inédito, FEPMA: 145pp.
- **Alonso, J.A. et al. 1994.-** Mitigation of birds collisions with transmission lines through groundwire marking. *Biol. Conserv.*, 67: 129-134.
- **Avian Power Line Interaction Committee (APLIC). 2006.-** *Suggested practices for avian protection on power lines-the state of the art in 2006*. Edison Electric Institute and Raptor Research Foundation. Washington, D.C.

- **Azkona, P. y Fernández, C. 1992.-** *Consideraciones sobre las medidas propuestas para aminorar el impacto paisajístico de los tendidos eléctricos: valoración desde el punto de vista de su utilidad para la protección de las aves.* Informe inédito, Servicio de Medio Ambiente, Gobierno de Navarra: 12pp.
- **Azkona, P. y Fernández, C. 1993.-** *Reducción de la mortalidad en aves debida a las correcciones previstas en el Decreto Foral 129/1991 sobre características técnicas de los tendidos eléctricos en Navarra.* Informe inédito, Servicio de Medio Ambiente, Gobierno de Navarra: 94 pp.
- **Azkona, P., Fernández, C. y Albizu, C. 1993.-** *Medidas correctoras para reducir la mortalidad de especies protegidas en los tendidos eléctricos de Navarra.* Informes inéditos, Servicio de Medio Ambiente, Gobierno de Navarra.
- **Azkona, P. y Fernández, C. 1999.-** *Revisión de tendidos eléctricos con riesgo para la avifauna, estimación de la mortalidad de aves y propuesta de medidas correctoras.* Informes inéditos, Dirección de Medio Ambiente, Gobierno de Navarra.
- **Azkona, P. y Fernández, C. 1998.-** *Corrección de tendidos eléctricos para evitar la mortalidad de especies protegidas en Navarra.* Informe interno, Dirección General de Medio Ambiente, Gobierno de Navarra: 13pp.
- **Azkona, P. y Fernández, C. 1999.-** *Adecuación a la normativa electrotécnica nacional de los tendidos eléctricos que discurren por Espacios protegidos de Navarra: Inventario, Cartografía y Plan de actuaciones (2000-04).* Informe inédito, Dirección de Medio Ambiente, Gobierno de Navarra.
- **Azkona, P. y Fernández, C. 2000.-** El diseño de tendidos eléctricos inocuos para las aves. *Medio Ambiente, infraestructuras y construcciones ecológicas. Proyectar Navarra, Cuaderno Monográfico nº 17,:* 28-33.
- **Azkona, P. y C. Fernández. 2002.-** *Estudio de la efectividad y durabilidad de las medidas correctoras realizadas en tendidos eléctricos para evitar la mortalidad de aves.* Informe interno, Dirección General de Medio Ambiente, Gobierno de Navarra: 40pp.
- **Azkona, P. y C. Fernández. 2017.-** *Inventario de líneas eléctricas que afectan a las zonas de protección de aves en la Zona media y Ribera de Navarra (Real Decreto 1432/2008).* Servicio de Territorio y Paisaje, Gobierno de Navarra, Pamplona-Iruña: 24pp.
- **Azkona, P. y C.F ernández. 2022.-** *Experiencia piloto de improntación de conductas de rechazo de los pollos de Águila de Bonelli (Aquila fasciata) hacia los tendidos eléctricos en Álava-Araba.* Proyecto Aquila a-LIFE (LIFE16NAT/ES/000235). Acción C.9. Servicio de Patrimonio Natural, Diputación foral de Álava, Vitoria-Gasteiz, 98 pp.
- **Azkona, P. et al. 2023.-** Conditioning fledgling Bonelli's Eagles (*Aquila fasciata*) to avoid power line pylons. *J. Raptor Res.*, 57 (4): 1-11.
- **Barrientos, R. et al. 2011.-** Meta-analysis of the effectiveness of marked wire in reducing avian collisions with power lines. *Conservation Biology*, 25: 893-903.
- **Barrientos, R. et al. 2018.-** A review of searcher efficiency and carcass persistence in infrastructure driven mortality assessment studies. *Biol. Conserv.*, 222: 146-153.
- **Bayle, P. 1999.-** Preventing birds of prey problems at transmission lines in western Europe. *J.Raptor Res.*, 33: 43-48.
- **Bevanger, K. 1995.-** Estimates and population consequences of tetraonid mortality caused by collisions with high tension power lines in Norway. *Journal of Applied Ecol.*, 32: 745-753.

- **Bevanger, K. 1998.-** Biological and conservation aspects of birds mortality caused by electricity power lines: a review. *Biol. Conserv.*, 86: 67-76.
- **Bevanger, K. 1999.-** Estimación de la mortalidad de aves provocada por colisión y electrocución en líneas eléctricas: una revisión de la metodología. (Pág: 31-60) en Ferrer, M. y G.F. Janss (eds.). *Aves y líneas eléctricas: colisión, electrocución y nidificación*. Ed. Quercus, Madrid.
- **Bevanger, K., Bakke, O. y Engen, S. 1994.-** Corpse removal experiments with Willow Ptarmigan (*Lagopus lagopus*) in power-lines corridors. *Okol. Vögel (Ecol. Birds)*, 16: 597-607.
- **Boshoff, A.F. et al. 2011.-** The impact of power line-related mortality on the Cape Vulture *Gyps coprotheres* in a part of its range, with an emphasis on electrocution. *Bird Cons. Inter.*, 21: 311-327.
- **Brown, W.M. y Drewien, R.C. 1995.-** Evaluation of two power line markers to reduce crane and waterfowl collision mortality. *Wildl. Soc. Bull.*, 23: 217-227.
- **Chevalier, C. et al. 2015.-** Retrofitting of power lines effectively reduces mortality by electrocution in large birds: an example with the endangered Bonelli's eagle. *J. Appl. Ecol.*, 1365: 1-9.
- **Clave 1991.-** *Análisis de impactos de líneas eléctricas sobre la avifauna de espacios naturales protegidos*. Informe inédito. proyecto P.I.E., Red Eléctrica Española S.A.: 49pp.
- **Clave 1992.-** *Ensayos en laboratorio de modificaciones en los apoyos para disminuir el riesgo de electrocución en aves*. Informe interno. Proyecto P.I.E., Red Eléctrica Española S.A.: 33pp.
- **C.I.G.R.E. 1986.-** *The environmental impacts of high voltage overhead transmission lines*. Informe SC22WG02: 51pp.
- **C.O.D.A. 1988.-** *Informe sobre los efectos negativos de los tendidos eléctricos sobre las aves rapaces: posibles soluciones*. Informe interno, CODA: 19pp.
- **Dwyer, J.F. et al. 2013.-** Predictive model of avian electrocution risk on overhead power lines. *Conservation Biology*, 28: 159-168.
- **Dwyer, J.F. et al. 2016.-** Power pole density informs spatial prioritization for mitigating avian electrocution. *J. Wildl. Manage.*, 80: 634-642.
- **Dwyer, J.F. et al. 2017.-** Avian electrocutions on incorrectly retrofitted power poles. *J. Wildl. Manage.*, 80: 634-642.
- **Endesa 2008.-** *Soluciones constructivas para la protección de la avifauna en instalaciones eléctricas aéreas de distribución (≤ 20 Kv)*. Experiencia del Proyecto LIFE04NAT/E/0034, ERZ-Endesa y Gobierno de Aragón: 46pp.
- **Faanes, C.A. 1987.-** Bird behavior and mortality in relation to power lines in prairie habitats. *Fish and Wildlife Service. Tech. Report*, 7: 24pp.
- **Fernández, C. 2021.-** *Identificación y análisis de riesgos para el Águila de Bonelli en los nuevos territorios establecidos en la comarca de Sangüesa*. GAN-NIK. Proyecto Aquila a-LIFE (LIFE16NAT/ES/000235), Pamplona-Iruña: 49pp.
- **Fernández, C. y Azkona, P. 1992.-** *Estudio del impacto de la colisión de aves en las líneas eléctricas de transporte: Foz de Lumbier*. Informe interno. Proyecto P.I.E., Red Eléctrica Española S.A.: 13pp.

- **Fernández, C. y Azkona, P. 1999.-** *Proyecto Tipo para la instalación de tendidos eléctricos en La Rioja de acuerdo con la actual normativa electrotécnica regional (Decreto 32/1998)*. Informe interno. Dirección General del Medio Natural, Gobierno de La Rioja: 10pp.
- **Fernández, C. y Azkona, P. 2000.-** *Proyecto LIFE-Naturaleza (2001-2004) para la recuperación del Águila de Bonelli en Álava (C.A. País Vasco)*. Informe interno. Servicio de Conservación de la Naturaleza, Diputación foral de Álava: 95pp.
- **Fernández, C. y Azkona, P. 2002.-** *Tendidos eléctricos y Medio Ambiente en Navarra*. Ed. Gobierno de Navarra, Pamplona: 105pp.
- **Fernández, C. y Azkona, P. 2009.-** *Inventario de líneas eléctricas en zonas de protección de La Rioja (Real Decreto 1432/2008)*. Gobierno de La Rioja, Logroño: 33pp.
- **Fernández, C. y Azkona, P. 2007.-** *Reducción de la mortalidad en tendidos eléctricos corregidos en las ZEPAs de Aragón. Experiencia del Proyecto LIFE04NAT/E/0034*, Comisión Europea, Gobierno de Aragón.
- **Fernández, C. y Azkona, P. 2011.-** *Propuesta de corrección de tendidos eléctricos con riesgo para el Milano real (Milvus milvus) en Huesca. Informe inédito*. Plan de Conservación del Milano real (*Milvus milvus*) en Aragón, Dpto. Medio Ambiente, Gobierno de Aragón.
- **Fernández, C. y Azkona, P. 2015-17.-** *Inventario de LAAT que afectan a las zonas de protección de aves declaradas según RD-1432/2008 en Huesca (2015), Teruel (2016) y Zaragoza (2017)*. Dpto. de Desarrollo Rural y Sostenibilidad, Gobierno de Aragón.
- **Fernández, C. y Azkona, P. 2016.-** *Estudio de detalle de las actuaciones necesarias para la adecuación de las líneas eléctricas en la ZEPA ES-0000299 del Río Jalón (Zaragoza)*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Confederación Hidrográfica del Ebro. Zaragoza: 51pp.
- **Fernández, C. y Azkona, P. 2017.-** *Revisión de tendidos eléctricos del Canal de Navarra (Líneas de Aguacanal)*. Servicio de Territorio y Paisaje, Gobierno de Navarra, Pamplona-Iruña: 33pp.
- **Fernández, C. y Azkona, P. 2018.-** *Priorización de tendidos que afectan a las Zonas d Protección de aves declaradas según RD-1432/2008 en Aragón*. Dpto. de Desarrollo Rural y Sostenibilidad, Gobierno de Aragón. 36pp.
- **Fernández, C. y Azkona, P. 2021.-** *Revisión de L.A.A.T. y priorización de actuaciones en la Zona media de Navarra (Tafalla)*. Servicio de Biodiversidad, Gobierno de Navarra, Pamplona-Iruña: 48pp.
- **Fernández, C.; Albizu, C. y Azkona, M.P. 1989.-** *Ensayo de medidas correctoras para minimizar el impacto de los tendidos eléctricos sobre algunas especies protegidas: Águila perdicera (*Hieraetus fasciatus*) y Quebrantahuesos (*Gypaëtus barbatus*)*. Informe Inédito, Servicio de Medio Ambiente, Gobierno de Navarra: 59pp.
- **Fernández, C.; Azkona, P. y O. Ceballos 1996.-** *Proyecto LIFE-Naturaleza (1997-2000) Recuperación del Águila perdicera en el área mediterránea-Navarra*. Informe inédito. Dirección General de Medio Ambiente, Gobierno de Navarra: 22pp.
- **Fernández, C. et al. 2020.-** *Control de la población y seguimiento de la reproducción del Águila de Bonelli (*Aquila fasciata*) en Navarra*. After LIFE-Bonelli (2018-20), Servicio de Biodiversidad, Gobierno de Navarra: 52 pp.
- **Fernández, J.M. 1998.-** Relationship between mortality in electric power lines and avian abundance in a locality of Leon (NW of Spain). *Ardelola*, 45: 63-67.

- **Ferrer, M. 1988.-** Electrocutación de Aguila imperiales en Andalucía; importancia, zonas de alto riesgo y medidas protectoras. *Fauna*: 14-16.
- **Ferrer, M. y Negro, J.J. 1992.-** Tendidos eléctricos y conservación de aves en España. *Ardeola*, 39: 23-28.
- **Ferrer, M.; De la Riva, M. y Castroviejo, J. 1991.-** Electrocutation of raptors on power lines in Southwestern Spain. *J. Field Ornithol.*, 62: 181-190.
- **Fiedler, G. y Wissner, A. 1980.-** Overhead electric lines as a mortal danger to storks. *Ecology of Birds*, 2: 59-109.
- **González L.M. et al. 2007.-** Causes and spatio-temporal variations of non-natural mortality in the vulnerable Spanish imperial eagle *Aquila adalberti* during a recovery period. *Oryx*, 495-502.
- **GREFA 2020.-** Libro blanco de la electrocución en España: Análisis y propuestas. Proyecto Aquila a-LIFE (LIFE16NAT/ES/000235). Madrid: 100pp.
- **Guil, F. et al. 2011.-** Minimising mortality in endangered raptors due to power lines: the importance of spatial aggregation to optimize de application of mitigation measures. *Plos One*, nº 6 (11): e28212.
- **Guzman, J. y Castaño, J.P. 1991.-** Más de doscientas rapaces murieron electrocutadas en Ciudad Real en sólo dos años. *Quercus*, 62: 12.
- **Hass, D. 1980.-** Endangerment of four large birds by electrocution- a documentation. *Ecology of Birds*, 2: 7-57.
- **Heijnis, R. 1980.-** Bird mortality from colision with conductors for maximum tension. *Ecology of Birds*, 2: 111-129.
- **Henderson, I.G., Langston, R.H.W. y Clark, N.A. 1996.-** The response of Common Terns *Sterna hirundo* to power lines: an assessment of risk in relation to breeding commitment, age and wind speed. *Biol. Conserv.*, 77: 185-192.
- **Heredia, R. y Heredia, B. 1991.-** El Quebrantahuesos (*Gypaëtus barbatus*) en el Pirineo: características ecológicas y biología de la conservación. Ed. ICONA: 157pp.
- **Hernandez-Matías, A. et al. 2015.-** Electrocutation threatens the viability of populations of endangered Bonelli's Eagle (*Aquila fasciata*) in Southern Europe. *Biol. Conserv.*, 191: 110-116.
- **Hernandez-Matías, A. et al. 2020.-** Using multi-scale spatial prioritization criteria to optimize non-naturality mortality mitigation of target species. *Global Ecol. and Conserv.* 23 (e01082).
- **Howard, R. y Postovit, B.C. 1987.-** Impacts and mitigation techniques. (Pág: 183-214) in Giron, B.A.; Millsap, B.A. Cline, K.W. y Bird, D.M. (eds.) *Raptor Management Techniques Manual*. Natl. Wildl. Fed. Washington, D.C.
- **Iberdrola 2018.-** Soluciones tipo para protección de la avifauna. Manual Técnico de Distribución MT2.24.80. Informe inédito: 34pp.
- **Janss, G.F.E. 1998.-** Nests of White Storks on utility towers. *Wildl. Soc. Bull.*, 26: 274-278.
- **Janss, G.F.E. 2000.-** Avian mortality from power lines: a morphologic approach of a species-specific mortality. *Biol. Conserv.*, 95: 353-359.
- **Janss, G.F.E. 2000.-** *Birds and power lines: a field of tension*. Ed. Técnicas Clave S.L. Sevilla: 175 pp.

- **Janss, G.F.E. y Ferrer, M. 1998.-** Rate of collision with power lines: conductor-marking and groundwire-marking. *J.Field Ornithol.*, 69: 8-17.
- **Janss, G.F.E. y Ferrer, M. 1999.-** La electrocución de aves en los apoyos de tendidos eléctricos: Experiencias europeas. (Pág: 155-174) en Ferrer, M. y G.F. Janss (eds.). *Aves y líneas eléctricas: colisión, electrocución y nidificación*. Ed. Quercus, Madrid.
- **Janss, G.F.E., y Ferrer, M. 1999.-** Mitigation of raptor electrocution on steel power poles. *Wildl. Soc. Bull.*, 27: 263-273.
- **Janss, G.F.E., y Ferrer, M. 2000.-** Common crane and Great bustard collision with power lines: mortality rate and risk exposure. *Wildl. Soc. Bull.*, 28: 675-680.
- **Janss, G.F.E., y Ferrer, M. 2001.-** Avian electrocution mortality in relation to pole design and adjacent habitat in Spain. *Bird Conserv. Int.*, 11: 3-12.
- **Janss, G.F.E., Lazo, A. y Ferrer, M. 1999.-** Use of raptor models to reduce avian collision with power lines. *J. Raptor Res.*, 33: 154-159.
- **Janss, G.F.E. y Sánchez, I. 1997.-** Productivity of White Storks on different nest foundations. *Ardeola*, 44: 101-103.
- **Junta de Castilla y León 2022.-** *Zonificación de la probabilidad de electrocución para las aves en líneas eléctricas de Castilla y León*. Fundación Patrimonio Natural de Castilla y León. Consejería de Fomento y Medio Ambiente. Valladolid: 44pp.
- **Koops, F.B. y Jong, J.D. 1979.-** The marking of overhead power lines in the Heerenveen area to reduce bird fatalities. *Electrotechnick*.
- **Larsen, R.S.; Sonerud, G.A. y Stensrud, O.H. 1987.-** *Dispersal and mortality of juvenile Eagle owls released from captivity in southeast Norway as revealed by radio telemetry*. Proc. Biology and Conservation of Northern Forest Owls; U.S.D.A. Forest Serv. Tech. Report, RM-142: 215-219.
- **Ledger, J.A. 1980.-** Plea to save Africa's birds from electrocution. *Megawatt*, 63: 11-13.
- **Ledger, J.A. y Annergarn, H.J. 1981.-** Electrocutation hazards to the Cape vulture *Gyps coprotheres* in South Africa. *Biol. Conserv.*, 20: 15-24.
- **Lehman, R.N., Kennedy, P.L. y Savidge, J.A. 2007.-** The state of the art in raptor electrocution research: a global review. *Biological Conserv.*, 136: 159-174
- **Lehman, R.N. et al. 1999.-** Prácticas recomendadas para la protección de rapaces en las líneas eléctricas: la historia Norteamericana. (Pág: 133-154), en Ferrer, M. y G.F. Janss (eds.). *Aves y líneas eléctricas: colisión, electrocución y nidificación*. Ed. Quercus, Madrid.
- **Mañosa, S. 2001.-** Strategies to identify dangerous electricity pylons for birds. *Biodiv. Conserv.*, 10: 1997-2012.
- **Mañosa, S. y Real, J. 2001.-** Potential negative effects of collisions with transmission lines of a Bonelli's Eagle population. *J.Raptor Res.*, 35: 247-252.
- **Martín, L.; Sancha, J.L.; Soto, F.; y Rodríguez, J.M. 1992.-** Líneas subterráneas de alta tensión: problemática de la construcción. *Tecno Ambiente*: 85-88.
- **McNeil, R., Rodríguez, J.R. y Ouellet, H. 1985.-** Bird mortality at a power transmission line in North Eastern Venezuela. *Biol. Conserv.*, 31: 153-165.
- **MITECO, 2018a.-** *Recomendaciones técnicas para la corrección de los apoyos eléctricos del riesgo de electrocución de aves, para la adaptación de las líneas eléctricas al RD 1432/2008*. Madrid. Informe inédito: 34pp.

- **MITECO, 2018b.-** *Pliego de prescripciones técnicas para la corrección de tendidos eléctricos de alta tensión y su adaptación al RD 1432/2008.* Madrid. Informe inédito:178pp.
- **MITECO, 2018c.-** *Ensayo para la evaluación de diversas tipologías de cadenas de amarre como zonas de posada de distintos grupos de rapaces.* <https://publicaciones oficiales.boe.es/>
- **Moleon, M. et al. 2007.-** Correcting power lines in dispersal areas of Bonelli's eagles: potential positive effects on the raptor community. *Ardeola*, 54: 319-325.
- **Morkill, A.E. y Anderson, S.H. 1991.-** Effectiveness of marking powerlines to reduce Sandhill Crane collisions. *Wildl. Soc. Bull.*, 19: 442-449.
- **Múgica, A. y Negro, J.J. 1989.-** La electrocución de aves en las líneas eléctricas. *Vida Silvestre*, 65: 40-45.
- **Navazo, V. y Roig, J. 1993.-** Las líneas de transporte de energía eléctrica y la avifauna. *Tecno Ambiente*, 26: 79-83.
- **Negro, J.J. 1987.-** Adaptación de los tendidos eléctricos al entorno. *Alytes*, 1: 106pp.
- **Negro, J.J.; Ferrer, M.; Santos, C. y Regidor, S. 1989.-** Eficacia de dos métodos para prevenir electrocuciones de aves en tendidos eléctricos. *Ardeola*, 36: 201-206.
- **Negro, J.J. y Máñez M. 1989.-** Impacto de los tendidos eléctricos sobre la avifauna. *Quercus*, 39: 25-29.
- **Nelson, M.W. y Nelson, P. 1977.-** *Power lines and Birds of Prey.* World Conf. Birds of Prey, Viena I.C.B.P.: 228-241.
- **Olendorff, R.R; Miller, A.D. y Lehman, R.N. 1981.-** Suggested practiques for raptor protection on power lines. The State of the art in 1981. *J. Raptor Research*, 4: 111pp.
- **Olendorff, R.R.; Motroni, R.S. y Call, M.W. 1980.-** *Raptor management, the state of the art in 1980.* U.S. Dep. Int. Bur. Land. Manage. Tech. Note, 345pp.
- **Onrubia, A., Purroy, F.J. y Ubeda, A. 1995.-** *La eficacia de señales de visualización sobre la colisión y electrocución de aves en los tendidos eléctricos de Madrigal de las Altas Torres, Avila.* Congr. Int. Conservación de Aves esteparias y sus hábitats. Valladolid, 1995.
- **Pelayo, E. y Sampietro, F.J. 1994.-** *Estudio del impacto sobre las aves del tendido eléctrico de alta tensión La Serna-Peñaflor.* Informe inédito, Red Eléctrica Española, Zaragoza.
- **Pelayo, E. y Sampietro, F.J. 1995.-** *Estudio de la incidencia de tendidos eléctricos sobre la Grulla común (Grus grus) en puntos de concentración de la especie en la Comunidad autónoma de Aragón.* Informe interno, Dirección General de Medio Natural, Gobierno de Aragón : 45pp.
- **Pelayo, E. y Sampietro, F.J. 1995.-** *Estudio de la incidencia de tendidos eléctricos sobre las colonias de Buitre leonado (Gyps fulvus) en las provincias de Teruel y Zaragoza.* Informe interno, Dirección General de Medio Natural, Gobierno de Aragón : 29pp.
- **Pelayo, E. y Sampietro, F.J. 1995.-** *Estudio de la incidencia de los tendidos eléctricos sobre el Aguila perdicera (Hieraaetus fasciatus) en la provincia de Zaragoza.* Informe interno, Dirección General de Medio Natural, Gobierno de Aragón: 40pp.
- **Pelayo, E. y Sampietro, F.J. 2010.-** *Incidencia de los tendidos eléctricos sobre aves sensibles en Aragón.* Publicaciones del Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón, Gobierno de Aragón: 114pp.

- **Ponce, C. et al. 2000.-** Carcass removal by scavengers and seach accuracy affect bird mortality estimates at power lines. *Animal Conserv.*, 13: 603-612.
- **Real, J. et al. 2001.-** Causes of death in different areas for bonelli's Eagle *Hieraetus fasciatus* in Spain. *Bird Study*, 48: 221-228.
- **Red Eléctrica Española 1997.-** *Inventario de la Flora ibérica compatible con las líneas de Alta tensión*. Ed. R.E.E. Madrid: 443pp.
- **Red Eléctrica Española 1999.-** *Actas III Jornadas sobre Líneas eléctricas y Medio Ambiente*. Octubre 1999, Madrid: 271pp.
- **Red Eléctrica Española 2001.-** *Programa de vigilancia ambiental para la Línea eléctrica a 400 Kv de Castejón-La Serna*. R.E.E., Madrid.
- **Regidor, S.; Santos, C.; Ferrer, M. y Negro, J.J. 1988.-** Experimento con modificaciones para postes eléctricos en el Parque Nacional de Doñana. *Ecología*, 2: 251-256.
- **Rosell, C. y Velasco, J.M. 1999.-** Manual de prevenció i correcció dels impactes de les infraestructures viàries sobre la fauna. *Documents dels Quaderns de medi ambient, n°4, Departament de Medi Ambient, Generalitat de Catalunya*: 95pp.
- **Sáenz de Buruaga, M. et al. 2018.-** *Avifauna y tendidos eléctricos en la CAPV: Inventario de líneas aéreas de alta tensión (LAAT) en Zonas de Protección para la avifauna y diagnóstico de riesgos*. Servicio de Patrimonio Natural y Cambio Climático. Gobierno Vasco. Vitoria-Gasteiz.
- **Scott, E., Roberts, L.J. y Cadbury, C.J. 1972.-** Bird deaths from powerlines at Dungeness. *British Birds*, 65: 273-286.
- **SEO/BirdLife 1997.-** *Estudio para determinar la mortalidad de aves en líneas eléctricas de La Rioja*. Informe interno. Dirección del Medio Natural. Gobierno de La Rioja: 72pp.
- **Sergio, F. et al. 2004.-** Electrocutation alters the distribution and density of a top predator, the Eagle owl *Bubo bubo*. *J. Appl. Ecology*, 41: 836-845.
- **Snow, C. 1973.-** *Habitat management series for unique or endangered species. Report 7: Golden Eagle (Aquila chrysaetos)*. U.S. Dep. Int. Bur. Land. Manage. Tech. Note, 239pp.
- **Steenhof, K. et al. 1993.-** Nesting by raptors and Common Ravens on electrical transmission line towers. *J. Wildl. Manage.*, 57: 271-281.
- **Tintó, A., Real, J. y Mañosa, S. 2010.-** Predicting and correcting electrocution of birds in Mediterranean areas. *J. Wildl. Manage.*, 74: 1852-1862.
- **Tombal, J.C. 1985.-** Lines electricques H.T. et T.H.T.: incidences sur l'environnement, exemple de l'avifaune. Cahiers de l'A.M.B.E.; *Management et Environnement*, 1: 56pp
- **Ursúa, E. 2006.-** *Comportamiento de vuelo y riesgo de mortalidad en dormideros en subestaciones eléctricas. Evaluación de métodos de seguimiento y de manejo de poblaciones de Cernícalo primilla (F.naumanni) aplicados a su conservación*. Tesis Doctoral, Univ. de Barcelona: 256pp.
- **Ursúa, E. y Tella, J.L. 2001.-** *Unusual large communal roost of Lesser Kestrels in two electric substations of Northern Spain: Implication for the conservation of Spanish populations*. 4th Eurasian Conference of the Raptors Research Foundation, Sevilla.