



SINIESTRALIDAD VIAL CON IMPLICACIÓN DE ANIMALES

PROYECTO DESARROLLADO POR:
Asociación Española de la Carretera

PARA:
Dirección General de Tráfico (DGT)

Expediente: 3DGT6A000168

2024

Contenido

1.	INTRODUCCIÓN.....	12
2.	OBJETIVOS.....	13
3.	METODOLOGÍA.....	14
4.	CONTEXTO.....	16
5.	LA SINIESTRALIDAD CON ANIMALES EN ESPAÑA: SITUACIÓN ACTUAL Y MAGNITUD DEL PROBLEMA.....	18
6.	DEFINICIÓN DE TRAMOS DE ESPECIAL SINIESTRALIDAD CON FAUNA.....	19
6.1.	Principales características de los tramos de concentración de siniestralidad con implicación de animales en las administraciones de carreteras españolas.....	19
6.2.	Dirección General de Carreteras del Ministerio de Transporte y Movilidad Sostenible.....	22
6.3.	Administraciones Autonómicas y Diputaciones Forales.....	23
6.3.1.	Principado de Asturias.....	23
6.3.2.	Gobierno de Cantabria.....	23
6.3.3.	Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha.....	23
6.3.4.	Generalitat de Catalunya.....	24
6.3.5.	Xunta de Galicia.....	25
6.3.6.	Gobierno de Navarra - Nafarroako Gobernua.....	25
6.3.7.	Diputación Foral de Bizkaia - Bizkaiko Foru Aldundia.....	25
6.3.8.	Otras administraciones autonómicas y diputaciones forales.....	25
6.4.	Diputaciones Provinciales, Cabildos y Consells.....	25
6.4.1.	Diputació de Barcelona.....	26
6.4.2.	Diputació de Girona.....	26
6.4.3.	Deputación de Pontevedra.....	26
6.4.4.	Diputación de Segovia.....	26
6.4.5.	Diputació de Tarragona.....	26
6.4.6.	Diputació de Valencia.....	26
6.5.	Recomendaciones del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.....	27
7.	MEDIDAS MÁS COMÚNMENTE UTILIZADAS EN ESPAÑA PARA PREVENIR/REDUCIR LA SINIESTRALIDAD CON FAUNA.....	27
7.1.	Tipologías de medidas contempladas.....	27
7.2.	Medidas que influyen en el comportamiento del conductor.....	30
7.2.1.	Señalización de advertencia.....	30
7.2.2.	Carteles con Neuromarketing.....	32
7.2.3.	Señalización dinámica inteligente.....	33
7.2.4.	Reducción de la vegetación y desbroce.....	39
7.2.5.	Señalización de reducción de la velocidad.....	41
7.2.6.	Sistemas de alerta al conductor a través del vehículo.....	44
7.3.	Medidas que influyen en el comportamiento de los animales.....	46
7.3.1.	Disuasores.....	46
7.3.2.	Balizas disuasorias.....	51
7.3.3.	Feromonas – repelentes/atrayentes olfativos, “Vallas perfumadas”, “Barreras de olor”.....	52
7.4.	Medidas para separar a los animales de las carreteras.....	54
7.4.1.	Cerramientos y vallados.....	54
7.4.2.	Sistemas de escape.....	57
7.4.3.	Pasos canadienses.....	59
7.4.4.	Alfombras/placas eléctricas.....	60
7.4.5.	Vallados virtuales.....	61
7.5.	Medidas para permitir la permeabilidad de fauna.....	64
7.5.1.	Ecoductos. Pasos de fauna superiores.....	64
7.5.2.	Pasos inferiores para fauna.....	65
7.5.3.	Sistemas de advertencia y canalización de animales en la calzada. Pasos de fauna a nivel.....	67
7.6.	Otras medidas.....	69
7.6.1.	Utilización de Sistemas de Protección para Motoristas (SPM).....	69

8. LA GESTIÓN.	70
8.1. Procedimiento de retirada animales muertos.	70
8.2. Traslado de fauna.	73
8.3. Sobreabundancia de determinadas especies.	74
9. MEDIDAS DE MAYOR IMPLEMENTACIÓN PARA REDUCIR LA SINIESTRALIDAD CON ANIMALES EN EL ÁMBITO INTERNACIONAL.	75
9.1. Estados Unidos de América.	75
9.2. Canadá.	80
9.3. Australia.	83
9.4. Japón.	86
9.5. México.	88
9.6. Alemania.	89
9.7. Bélgica.	92
9.8. Croacia.	94
9.9. Finlandia.	95
9.10. Francia.	97
9.11. Portugal.	100
9.12. Suecia.	103
9.13. Proyectos cofinanciados por la Comisión Europea.	107
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	108
11. BIBLIOGRAFÍA.	111
ANEXO 1: Costes derivados de la siniestralidad con fauna.	125
ANEXO 2: Estrategias y planes nacionales.	127
Estrategias.	127
Estrategia de Seguridad Vial 2030 de la Dirección General de Tráfico del Ministerio del Interior.	127
Estrategia de Desfragmentación de Hábitats Afectados por Infraestructuras Lineales de Transporte.	128
Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.	130
ANEXO 3: Programas y proyectos nacionales.	132
Programa de Compra Pública de Innovación de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible.	132
Proyectos SAFE: Stop Atropellos de Fauna en España.	133
Proyectos LIFE con aplicación en España.	134
LIFE LYNXCONNECT 'Creación de una metapoblación de lince ibérico (Lynx pardinus) genética y demográficamente funcional (2020-2025)'.	134
LIFE IBERLINCE.	135
ANEXO 4: Otras iniciativas de interés a nivel nacional.	136
Programa Mortalidad en infraestructuras.	136
Estudios de siniestralidad con animales.	136
Estudios del Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos (IREC).	138
ANEXO 5: Grupo de trabajo sobre fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte.	139
ANEXO 6: Información sobre los proyectos cofinanciados por la Comisión Europea.	141
BISON - Biodiversity and Infrastructure Synergies and Opportunities for European Transport Network.	141
Biodiversidad e Infraestructura: un Manual para la acción (Online).	141
LIFE SAFE-CROSSING. Preventing Animal-Vehicle Collisions – Demonstration of Best Practices targeting priority species in SE Europe.	142
LIFE +OZON Restoration of natural habitats for critically endangered species by defragmentation of the Sonian Forest.	144
LIFE STRADE Demonstration of a system for the management and reduction of collisions between vehicles and wildlife.	145
LIFE LINES - Linear Infrastructure Networks with Ecological Solutions.	146

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Longitud (kilómetros de vía) de las redes de carreteras por tipo de vía. Observatorio del transporte y la logística en España. (Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, s.f.)	16
Tabla 2. Número de siniestros mortales, siniestros con víctimas, siniestros con daños materiales en el vehículo, personas fallecidas, personas heridas hospitalizadas y heridas no hospitalizadas, con implicación de animales. Vías interurbanas sin Cataluña ni País Vasco. Periodo 2013-2023. (Dirección General de Tráfico).....	18
Tabla 3. Número de siniestros con implicación de animales, según tipo de vía interurbana. Vías interurbanas sin Cataluña ni País Vasco. Periodo 2013-2022. Siniestralidad vial con implicación de animales 2022. (Dirección General de Tráfico. Observatorio Nacional de Seguridad Vial, 2023)	18
Tabla 4. Número de siniestros con implicación de animales, según tipo de siniestro. Vías interurbanas sin Cataluña ni País Vasco. Periodo 2013-2022. Siniestralidad vial con implicación de animales 2022. (Dirección General de Tráfico. Observatorio Nacional de Seguridad Vial, 2023)	19
Tabla 5. Definición de tramo de concentración de siniestralidad vial con implicación de animales en España. Administraciones de Carreteras. 2024.	21
Tabla 6: Medidas más comúnmente utilizadas en España para prevenir/ reducir la siniestralidad con fauna. (Elaboración propia).....	29
Tabla 7. Evolución de la siniestralidad en tramos con señalización Led variable con limitación de velocidad de tramo y con discriminación horaria y mensual. (Aprovar instalació de senyalització vertical P-24 i altres mesures, any 2024, Expedient 224/3114. Diputació de Girona).	41
Tabla 8. Evolución de la siniestralidad con animales antes y después de la instalación de disuasores. (Junta Comunidades de Castilla - La Mancha).....	48
Tabla 9. Evolución de la siniestralidad con animales antes y después de la utilización de repelentes. (Junta Comunidades de Castilla - La Mancha).....	53
Tabla 10. Tipo de cercado recomendado por tipo de especie. (IENE Infrastructure&Ecology Network Europe, 2024).	55
Tabla 11. Evolución de la siniestralidad con fauna tras la instalación de vallado. (Junta de Castilla León).	56
Tabla 12. Conteos de atropello de lince ibérico antes y después de la instalación del vallado virtual. (Salcedo Ortiz, 2024).	62
Tabla 13. Referencia a procedimientos de gestión de animales muertos en diferentes regiones de España (Administraciones de Carreteras).	73
Tabla 14. Valores finales de las variables utilizadas en el estudio maestro de los principales 25 puntos críticos de accidentes vehículo-animal en Arizona. (Arizona Department of Transportation, 2021).	78
Tabla 15. Valores de las variables del modelo de análisis de puntos críticos optimizado (OHSA) utilizados para el mapa final de puntos críticos de colisión entre vehículos y fauna silvestre, julio de 2020. (New Mexico Department, 2022).	78
Tabla 16. Evolución de los animales fallecidos en carreteras de Bélgica. (Natuurpunt, s.f.).	92
Tabla 17. Ecoductos en Flandes. (Agentschap Wegen & Verkeer).	92
Tabla 18. Costes unitarios utilizados para la estimación de los costes de siniestros con animales implicados (en € de 2011). Estudi de l'accidentalitat provocada per animals en llibertat a la xarxa de carreteres de la Generalitat de Catalunya. (Generalitat de Catalunya. Departament de Territori i Sostenibilitat. Direcció General de Carreteres, 2012).	125
Tabla 19: Líneas de actuación del área estratégica 4 "Vías Seguras". (Dirección General de Tráfico).	127
Tabla 20. Acciones incluidas en el Eje 2 "Reducir los accidentes y atropellos de fauna" de la Estrategia de Desfragmentación de Hábitats afectados por Infraestructuras Lineales de Transporte. (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2024).	130
Tabla 21. Inversiones de la Dirección General de Carreteras 2018 -2024 en reducir la siniestralidad con fauna. Plataforma de Contratación del Sector Público. (Ministerio de Hacienda, s.f.).	131
Tabla 22. Mapa de demanda temprana. Plataforma de Contratación del Sector Público. (Ministerio de Hacienda, s.f.).	132

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distancia al corredor de transporte más próximo. Assessing large-scale wildlife responses to human infrastructure development. (Torres , A. G. Jaeger, & Alonso, Assessing large-scale wildlife responses to human infrastructure development, 2016)	12
Figura 2. Metodología del estudio (Elaboración propia).....	14
Figura 3: Número de siniestros en los que intervinieron especies de fauna silvestres entre los años 2012-2021. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico a partir de datos de la Dirección General de Tráfico.....	19
Figura 4. Croquis esquemático de la señalización de los tramos TEFIVA. Carretera convencional. (Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, s.f.)	22
Figura 5. Croquis esquemático de la señalización de los tramos TEFIVA. Vías de gran capacidad. (Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, s.f.)	23
Figura 6: Clasificación de medias de prevención/reducción de la siniestralidad con fauna. (Elaboración propia).	28
Figura 7. Señal p-24 sobre cartel con fondo amarillo. (AEC)	30
Figura 8. Señal P-24 reforzada con luces LED. (Diputación de Soria).....	30
Figura 9. Cartel de advertencia de fauna. (Junta de Castilla y León).	31
Figura 10. Cartel de advertencia de fauna. (Xunta de Galicia).	31
Figura 11. Cartel de advertencia de fauna con técnicas de neuromarketing. (Junta de Andalucía).	32
Figura 12. Señalización dinámica inteligente: detección mediante infrarrojos. (Diputació de Tarragona)	33
Figura 13. Esquema tipo de instalación de señalización dinámica inteligente (Lacroix)	33
Figura 14. Señalización dinámica inteligente: detección mediante radioseguimiento. Soluciones para fauna en carreteras. (Pérez María, 2024)	34
Figura 15. Esquema de funcionamiento de la señalización dinámica inteligente: detección mediante radioseguimiento. (Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible. Dirección General de Carreteras, 2021).	34
Figura 16. Señalización dinámica inteligente: detección mediante fibra óptica. Tecnologías para la detección de fauna en carreteras. (Carlos del Brío, 2024).....	35
Figura 17. Señalización dinámica inteligente: detección mediante fibra óptica. Esquema de funcionamiento de la fibra. Tecnologías para la detección de fauna en carreteras. (Carlos del Brío, 2024)	35
Figura 18. Señalización dinámica inteligente: detección mediante analítica de datos. (Junta de Castilla y León)	36
Figura 19. Señalización dinámica inteligente: detección mediante balizas de infrarrojos. (API Movilidad).....	37
Figura 20. Señalización dinámica inteligente: detección mediante visión artificial. (Gobierno de La Rioja, 2023).	38
Figura 21. Señalización dinámica inteligente: detección mediante visión artificial. Tramo Piloto. (Gobierno de La Rioja, 2023).....	38
Figura 22. Limpieza y desbroce de cunetas y bermas. (Diputació de Girona).	39
Figura 23. Representación esquemática de la gestión de bordes. (IENE Infrastructure&Ecology Network Europe, 2024)	40
Figura 24. Reducción de velocidad: por discriminación horaria. (Diputació de Girona).....	41
Figura 25. Reducción de velocidad: por detección de animal mediante sensores infrarrojos y cámaras termográficas (Ciencias Ambientales, 2023).	42
Figura 26. Reducción de velocidad: por detección de animal mediante sensores infrarrojos y cámaras termográficas. Esquema de funcionamiento. (Junta de Andalucía).	42
Figura 27. Reducción de velocidad: por detección de animal mediante cámaras termográficas (Reconde, 2023).	43
Figura 28. Reflector catadióptrico rojo. (Diputació de Valencia).	46
Figura 29. Tramo CV-678 con disuasores reflectantes para evitar atropellos de aves. (Diputació de Valencia).	46
Figura 30. Disuasores reflectantes ópticos. (Junta Comunidades de Castilla - La Mancha).	47

Figura 31. Detalle de los diferentes ahuyentadores ópticos en función de la pendiente del terreno. (Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha).....	48
Figura 32. Esquema de colocación de disuasores ópticos. (Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha).....	48
Figura 33. Disuasor ultrasónico. Detalles. (Tecnivial, 2021).....	49
Figura 34. Disuasor ultrasónico. Instalado en carretera. (Diputación de Badajoz).	49
Figura 35. Disuasores ultrasónicos dotados con cámaras de detección mediante análisis IA. (Generalitat de Catalunya).....	50
Figura 36. Balizas disuasorias. (Diputació de Girona)	51
Figura 37. Balizas disuasorias. (Junta de Extremadura).....	51
Figura 38. Balizas disuasorias con forma de hito de arista. (TEVA, 2024)	52
Figura 39. Repelente oloroso (Diputación Foral de Bizkaia - Bizkaiko Foru Aldundia).	52
Figura 40. Repelente oloroso en vallado cinegético. (Xunta de Galicia).	52
Figura 41. Repelente y atrayentes olfativos. (Junta de Castilla y León).....	52
Figura 42. Vallado cinegético. (Junta de Castilla León).....	54
Figura 43. Vallado cinegético. (Diputación Foral de Bizkaia - Bizkaiko Foru Aldundia).	54
Figura 44. Refuerzo en vallado cinegético. (Xunta de Galicia).	56
Figura 45. Vallado cinegético reforzado. (Xunta de Galicia).....	56
Figura 46. Arquetas en los puntos de intersección entre cerramiento y cunetas. (Comunidad de Madrid).	56
Figura 47. Rampas de escape. (Diputación Foral de Bizkaia - Bizkaiko Foru Aldundia).....	57
Figura 48. Rampas de escape. (Google Maps. Galicia).	57
Figura 49. Puertas de escape. (Xunta de Galicia).....	58
Figura 50. Pasos canadienses. (Generalitat de Catalunya).	59
Figura 51. Pasos canadienses. (Comunidad de Madrid).	59
Figura 52. Pasos canadienses. (Google Maps. Galicia).....	59
Figura 53. Pasos canadienses. (Xunta de Galicia).	59
Figura 54. Paso canadiense con alfombra eléctrica. (Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, 2024).	60
Figura 55. Placa eléctrica sobre el pavimento. (Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, 2024).....	60
Figura 56. Vallado virtual activado por sensor lumínico. (Principado de Asturias).....	61
Figura 57. Vallado virtual activado por sensor lumínico. Esquema de funcionamiento. (Grupo EULEN Medio Ambiente).....	61
Figura 58. Señalización informativa a conductores. (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico MITECO, 2019).	62
Figura 59. Vallado virtual activado por sensor térmico. (Grupo EULEN Medio ambiente, 2024).	63
Figura 60. Gamos pasando por el paso de Fauna de la M-501 en el p.k. 29. (Comunidad de Madrid).	64
Figura 61. Paso inferior de fauna. (Pérez María, 2024).	65
Figura 62. Obras de drenaje transversal adaptadas. (Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, 2024).	65
Figura 63. Obras de drenaje transversal adaptadas. (Comunidad de Madrid).	66
Figura 64. Sistema de advertencia y canalización de animales en la calzada. Pasos de fauna a nivel. Esquema de funcionamiento. (Junta de Castilla y León).....	67
Figura 65. Sistema de advertencia y canalización de animales en la calzada. Pasos de fauna a nivel. (Junta de Castilla y León).	68
Figura 66. Barrera con SPM. (Diputació de Girona).....	69
Figura 67. Panel de aviso de zona área de migración de fauna (copyright: Marcel Huijser). (Federal Highway Administration (FHWA), 2008).	75
Figura 68. Señal de aviso de Fauna. Montana Highway 83. (copyright: Marcel Huijser). (Federal Highway Administration (FHWA), 2008).	75
Figura 69. Sistema de detección de animales. Highway 191 in Yellowstone National Park, Montana. Photo by Marcel Huijser, WTI. (University, Huijser, Whisper, & Hardy, 2006).	76

Figura 70. Sistema de detección y advertencia de ciervos a lo largo de la autopista 23 cerca de Marshall. Foto de Ken Hansen. (News for employees of the Minnesota Department of Transportation, 2012)	76
Figura 71. Análisis coste-beneficio del sistema de detección de animales. CIERVOS (University, Huijser, Whisper, & Hardy, 2006):	76
Figura 72. Análisis coste-beneficio del sistema de detección de animales. ARCES (University, Huijser, Whisper, & Hardy, 2006).	76
Figura 73. Paso inferior de fauna. Florida (copyright: Marcel Huijser). (Federal Highway Administration (FHWA), 2008).	77
Figura 74. Paso de fauna salvaje en Wyoming (Departamento de Caza y Pesca de Wyoming) (America & Courtney Cole, 2024).....	77
Figura 75. . Paso inferior de fauna. U.S. 285próximo a Buena Vista, Colorado, Matt Staver & Getty Images (Pewtrusts, 2021).	77
Figura 76. Vallado cinagético. Wyoming. S. Gregory Nickerson Universidad de Wyoming. (Pewtrusts, 2021).77	77
Figura 77. Paso canadiense. S Hwy 1, Big Pine Key, Florida, USA. (Nevada Department of Transportation (TPF), 2020).	78
Figura 78. Botón pulsador que activa el temporizador (apaga la electricidad durante 1 minuto) para peatones en un paso electrificado MT Hwy 200, Thompson Falls, Montana, EE. UU. (Nevada Department of Transportation (TPF), 2020).	78
Figura 79. Panel de advertencia de arces. Carretera Transcanadiense en el Parque Nacional del Banff. (copyright: Marcel Huijser, WTI). (Federal Highway Administration (FHWA), 2008).	80
Figura 80. Señal de aviso de fauna en carretera. (Leonard E. Sielecki, 2018).	80
Figura 81. Paso de fauna superior. Parque Nacional Banff (Parques de Canadá).....	80
Figura 82. Paso inferior de fauna. Highway 1. Canadá. (Federal Highway Administration (FHWA), 2008).	80
Figura 83. Sistema de detección de fauna salvaje. British Columbia. Canadá. (Leonard E. Sielecki, 2018).	81
Figura 84. Esquema de funcionamiento del sistema de detección de fauna. British Columbia. Canadá. (Leonard E. Sielecki, 2018).	81
Figura 85. Paso canadiense. Lake Louise. Canadá. (Nevada Department of Transportation, 2022).	81
Figura 86. Paso canadiense y alfombra electrificada. Banff National Park, Canadá. (Nevada Department of Transportation, 2022).	81
Figura 87. Señalización vertical riesgo de animales en la carretera. Australia. (Driving Test).....	83
Figura 88. Control de velocidad. (NSW Government).	83
Figura 89. Control de velocidad. (Mornington Peninsula Shire).	83
Figura 90. Cruce de cuerda plano. Australia (Fauna Crossing).....	84
Figura 91. Cruce de cuerda en jaula. Australia (Fauna Crossing).	84
Figura 92. Puente de cangrejos. Foto: Wondrous World Images. (Christmas Island National Park).	84
Figura 93. Obra de drenaje adaptada para el paso de koalas. Australia. (Fauna Crossings).....	84
Figura 94. Paso superior para koalas. Australia. (Fauna Crossings).	84
Figura 95. Poste para marsupiales planeadores. Australia (Fauna Crossings).	84
Figura 96. Poste para marsupiales planeadores Glide pole. Australia (The conversation, 2023).....	84
Figura 97. Puntos negros de colisiones con fauna en Australia. AAMI. (Suncorp group, 2024).....	85
Figura 98. Silbato "RooBadge". (Volkswagen.com.au).	86
Figura 99. Signs warning of crossing deer are a common sight in Hokkaido (Adventure Hokkaido, 2022).	86
Figura 100. Señalización de advertencia de peligro con fauna. Japón. (How to Japan, 2022).	86
Figura 101. Imagen de un mapa que muestra las muertes por accidentes de tráfico con animales en la zona que rodea el monte Fuji. (Fotografía cortesía del profesor asociado de la Universidad Metropolitana de Tokio, Hidenori Watanabe) (The Mainichi, 2016).	86
Figura 102. Paso inferior para ardillas. Hokkaido. (Sonoda, Asari, & Minato, 2022).	87
Figura 103. Poste para vuelo de ardillas. Hokkaido. (Sonoda, Asari, & Minato, 2022).....	87
Figura 104. Esquema de una estructura superior de cruce para ardillas. Japón (Komatsu, Nakamura, & Yonemura, 2019).....	87

Figura 105. Paso de fauna superior para mamíferos de tamaño mediano en el este de Japón. (Sonoda, Asari, & Minato, 2022).	87
Figura 106 Paso de fauna inferior para mamíferos de tamaño mediano y grande en el este de Japón. (Sonoda, Asari, & Minato, 2022).	87
Figura 107. Evolución de las colisiones con animales en México. (Instituto Mexicano del Transporte (IMT), Mendoza Sánchez, García Roa, & Gradilla Hernández, 2022).	88
Figura 108. Señal de advertencia de peligro por fauna. México. (Observatorio de Movilidad y Mortalidad de Fauna en Carreteras en México, 2021).	88
Figura 109. Señalización de advertencia de peligro por fauna. (Christian Trothe, 2016).	89
Figura 110. Señalización de advertencia de peligro por fauna. (Christian Trothe, 2016).	89
Figura 111. Mediana arbolada con función de hábitat para murciélagos. Fuente: Kortemeier Brokmann (Bundesanstalt für Strassenwesen (bast). Forschungsprogramm Straßenwesen, 2015).	90
Figura 112. Reflectores. (Christian Trothe, 2016).	90
Figura 113. Aplicación de la valla perfumada. (HAGOPUR 2011, modificado). (Christian Trothe, 2016).	90
Figura 114. Paso superior de fauna y vallado cinegético de Kiebitzholm, cerca de Bad Segeberg. Foto de : Servicio de fotografía aérea Bernot. (Süddeutsche Zeitung Magazine. Von Roland Schulz, 2018).	90
Figura 115. Vallado cinegético. (Interministerielle Arbeitsgruppe Wiedervernetzung BMU/BMVBS, 2012).	91
Figura 116. Pasos para anfibios. (Ministerium für Verkehr und Infrastruktur BadenWürttemberg, 2015).	91
Figura 117. App para el registro de animales atropellados (Tierfund-Kataster).	91
Figura 118. Paso inferior de fauna para anfibios y ovejas. Bélgica. Foto: Dieter Verschooren. (vrt nws, 2024).	92
Figura 119. Ecoducto. Bélgica. (Agentschap Wegen & Verkeer).	92
Figura 120. Ecotúnel combinado. Bélgica. (Vlaanderen).	92
Figura 121. Obra de drenaje adaptada. Bélgica. (Van der Liden Beton bv).	92
Figura 122. Paso para anfibios. Bélgica (Vlaanderen).	93
Figura 123. Sistemas de alerta de fauna a los conductores. Bélgica. (Agentschap Wegen & Verkeer).	93
Figura 124. Puente arbóreo para ardillas. Bélgica. (Vlaanderen).	93
Figura 125. Señal de advertencia de animal en la carretera. Croacia. (Croatian Roads Ltd.).	94
Figura 126. Croquis hitos de arista con reflectante óptico. Croacia. (Croatian Roads Ltd.).	94
Figura 127. Vallado cinegético. Croacia. (Croatian Roads Ltd.).	94
Figura 128. Señales de advertencia de peligro. Finlandia. (Väylävirasto Trafikledsverket).	95
Figura 129. Paso de fauna. Valtatie 7 (E18) rakentaminen moottoritieksi välillä Loviisa–Kotka. (Elinkeino, 2010).	95
Figura 130. Paso inferior de fauna. Finlandia. Foto de: Milla Niemi (Yle, 2016).	95
Figura 131. Obra de drenaje adaptada. Finlandia. Foto de: Milla Niemi (Yle, 2016).	96
Figura 132. Desbroce de los márgenes de la carretera. Finlandia. (Yle, 2021).	96
Figura 133. Porokello app. Finlandia. (World highways, 2018).	96
Figura 134. Comparación del número de accidentes con lesiones en la carretera y el número de accidentes con (grandes) animales salvajes entre 1997 y 2017. (Animal-cross, 2023).	97
Figura 135. Señalización de advertencia de peligro, fauna en carretera. Route avec le panneau A15b et son panneau M2 (7 Km.) (Wikipedia).	97
Figura 136. Paso de fauna de Varennes. ((Patrimoine(s) de L'Ain, s.f.), 2019).	97
Figura 137. dispositivo de advertencia que se activa cuando se detecta vida silvestre © Departamentos de Ain (Patrimoine(s) de L'Ain, s.f.).	98
Figura 138. Ejemplo de adecuación de obra de drenaje transversal (CEREMA, 2021).	98
Figura 139. Rampa de escape. Proyecto ESCAPE XXL. (ITTECOP Progama, 2020).	98
Figura 140. Pasos para anfibios. Hospitales de la comuna de Burbanche © Departamento de Ain / Marjorie Léorier. (Patrimoine(s) de L'Ain, s.f.).	98
Figura 141. Número de registros de animales atropellados. (Infraestructuras de Portugal, 2024).	100
Figura 142 Señalización de advertencia de peligro por lince (Wilder, 2018).	100

Figura 143. Señalización de advertencia de anfibios. (Infraestructuras da Portugal (IP), 2024).	100
Figura 144. Obra de drenaje adaptada (Infraestructuras de Portugal (IP), s.f.).	101
Figura 145. Reflectantes. (Infraestructuras da Portugal (IP), 2024).	101
Figura 146. Vallado cinagético en el ámbito del proyecto IBERLINCE. Portugal (mood , 2021).	101
Figura 147. Jabalíes utilizando un paso de fauna inferior ; en la EN4 (foto tomada por la Universidad de Évora en el marco del Proyecto LIFE LINES). (Infraestructuras da Portugal (IP), 2024).	101
Figura 148. Pasos para anfibios. (Infraestructuras da Portugal (IP), 2024).	102
Figura 149. Señales de advertencia de peligro específicas para el lince ibérico (izquierda) y bandas reductoras de velocidad (derecha) instaladas en la EN122. (Infraestructuras da Portugal (IP), 2024).	102
Figura 150. Paneles electrónicos de control de velocidad en la EN122 y paneles con señales de lince ibérico y recomendaciones sobre límites de velocidad en la ER267. (Infraestructuras da Portugal (IP), 2024).	102
Figura 151. Señalización de advertencia de animal en la vía. Suecia. (Transport Styrelsen).	103
Figura 152. Ejemplo vallado cinagético. Foto: Enviroplanning AB. (Trafikverket, 2024).	104
Figura 153. Paso de fauna en la E6. Suecia. Foto: Prensa/ Enviroplanning AB / Trafikverket. (Expressen, 2021).	104
Figura 154. Paso inferior de fauna. Suecia. (Vägverket. Banverket, 2005).	104
Figura 155. Obras de drenaje adaptado. (Vägverket. Banverket, 2005).	104
Figura 156. Cruce de fauna a nivel. Skåne. Suecia. (Manisha Bhardwaj, y otros, 2022).	105
Figura 157. El mapa muestra la localización de los accidentes coordinados por NVR en la última semana. Últimos accidentes de fauna silvestre notificados. Suecia. (Nationella viltolycksrådet).	105
Figura 158. Mapa de accidentalidad con ungulados. Condado de Blekinge. (Trafikverket , 2024).	105
Figura 159. Psicobarreras. Esquema de funcionamiento. (Vägverket. Banverket, 2005).	106
Figura 160. Los primeros 10 retos del Programa de Compra Pública de Innovación. (Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, 2022).	132
Figura 161: Consulta preliminar de mercado. Reto 10. Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible. ...	133
Figura 162: Referencia al premio al proyecto SAFE. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.	134
Figura 163: Registros de siniestralidad con animales. (Centro de Estudios Ponle Freno AXA, 2023).	136
Figura 164: Importancia del control de velocidad de carreteras frecuentadas por animales. (RACE, 2020).	138
Figura 165. Ecoduct Groenendaal. (Google Maps, 2019).	144
Figura 166. Sección transversal del ecoducto de Sonian. (Rewilding Europe, 2018).	144
Figura 167. Sistema LIFE Strade. (Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica. Governo Italiano, 2015).	145

AGRADECIMIENTOS Y COLABORACIONES

Se incluye a continuación un listado de las entidades que han participado en la aportación de información para este estudio, agradeciéndoles su colaboración.

Administración Central:

- Dirección General de Carreteras del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible.
- Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX).
- Grupo de Trabajo sobre fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.
- Agrupación de Tráfico de la Guardia Civil.

Administraciones autonómicas y forales:

- Gobierno del Principado de Asturias.
- Junta de Andalucía.
- Diputación Foral de Bizkaia - Bizkaiko Foru Aldundia.
- Gobierno de Cantabria.
- Generalitat de Catalunya.
- Junta de Extremadura.
- Xunta de Galicia.
- Diputación Foral de Gipuzkoa - Gipuzkoako Foru Aldundia.
- Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.
- Junta de Castilla y León.
- Comunidad de Madrid.
- Gobierno de la Región de Murcia.
- Gobierno de Navarra - Nafarroako Gobernua.
- Generalitat Valenciana.

Administraciones provinciales:

- Diputación de Badajoz.
- Diputació de Barcelona.
- Diputació de Girona.
- Diputación de Huelva.
- Consell Insular de Mallorca.
- Deputación de Pontevedra.
- Diputación de Segovia.
- Diputació de Tarragona.
- Diputació de Valencia.

Jefaturas Provinciales de Tráfico:

- Jefatura Provincial de Tráfico de Asturias.
- Jefatura Provincial de Tráfico de Burgos.
- Jefatura Provincial de Tráfico de Cantabria.
- Jefatura Provincial de Tráfico de Huesca.
- Jefatura Provincial de Tráfico de León.
- Jefatura Provincial de Tráfico de Ourense.
- Jefatura Provincial de Tráfico de Zamora.

Otras entidades del ámbito nacional:

- AESLEME.
- ANTEA GROUP.
- Asociación de empresas de conservación y explotación de infraestructuras (ACEX) y sus miembros:
 - Acciona.
 - Alvac.
 - Azvi.
 - Centro COEX de Macanet de La Selva – Girona.
 - Ecocivil Electromur GE S.L.
 - Imesapi.
 - Sacyr Conservación.
 - Serveo.
 - Villar Gestión de Infraestructuras.

- Visever.
- Asociación de Fabricantes de Señales Metálicas de Tráfico (AFASEMETRA).
- Asociación Herpetológica Española (AHE).
- AXA.
- CRA -GREFA - Centro de Recuperación de Fauna Silvestre de GREFA (Grupo de Rehabilitación de la Fauna Autóctona y su Hábitat) Madrid.
- Estación Biológica de Doñana (EBD-CSIC).
- Grupo de Investigación Biodiversidad, Diversidad Humana y Biología de la Conservación.
- Grupo EULEN Medio Ambiente.
- IREC - Grupo Ecología y Gestión de Fauna Silvestre (Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos (IREC).
- LACROIX.
- MINUARTIA - Consultoría Ambiental.
- Real Federación Española de Caza.
- UNESPA.
- Universidad de Salamanca – Departamento de Biología Animal.

Otras entidades del ámbito internacional:

- Austroads.
- Croatian Roads Ltd.
- European Transport Safety Council (ETSC).
- European Union Road Federation (ERF).
- Finnish Road Safety Council.
- Flemish Road Administration (AWV).
- Instituto Mexicano del Transporte (IMT).
- International Transport Safety Forum (ITF).
- The Forum of European Road Safety Research Institutes (FERSI).
- Transportation Association of Canada.
- TIRF -Wildlife Roadsharing Resource Centre (Canadá).

1. INTRODUCCIÓN.

En los últimos años, se han observado cambios en el comportamiento de algunos animales, que han ampliado sus territorios y llegado a adentrarse en áreas urbanas e incluso playas, cruzando para ello carreteras y otras vías públicas. Entre las posibles causas de este cambio en su conducta se encuentran factores como el progresivo abandono del campo, la sobreabundancia de determinadas especies cinegéticas, los efectos derivados de la pandemia de Covid-19, el cambio climático que ha traído inviernos más suaves, la falta de depredadores naturales y las transformaciones en sus hábitats naturales, lo que les obliga a buscar nuevas fuentes de alimento, aumentando la frecuencia y el alcance de sus desplazamientos y, en consecuencia el riesgo para la seguridad vial. En los últimos 10 años, los siniestros de tráfico con implicación de animales se han duplicado en España. (Dirección General de Tráfico. Observatorio Nacional de Seguridad Vial, 2023).

Este cambio de comportamiento de los animales se encuentra estrechamente vinculado con la densidad de carreteras y el riesgo de siniestros de tráfico. Las carreteras son elementos indispensables para el desarrollo y crecimiento de un país, que permiten satisfacer las necesidades básicas de la población, como el acceso a educación, trabajo, servicios de salud, abastecimiento, ocio, etc. Es por ello estratégico su papel vertebrador del territorio; el conjunto de carreteras debe constituir una red viaria con suficientes conexiones, que garantice el movimiento de los ciudadanos entre dos puntos cualesquiera, y con fácil acceso para los vehículos desde cualquier zona habitada, favoreciendo así las comunicaciones y el tránsito de personas y mercancías. El diseño y la gestión de las carreteras y su entorno debe garantizar las máximas condiciones de seguridad para sus usuarios; en este sentido, la siniestralidad vial con implicación de animales ha pasado a ser un reto para conseguir este objetivo de mejora de la seguridad.

Aproximadamente una cuarta parte del territorio europeo (22,4%) se encuentra a menos de 500 metros de la infraestructura de transporte más cercana, y la mitad del territorio europeo a menos de 1,5 kilómetros, tal y como muestra la Figura 1. España se encuentra entre los países con las mayores distancias medianas y promedio hacia la infraestructura de transporte (1.9 y 2.7 Km., respectivamente). Aparte de la infraestructura de transporte, el 50% de toda la superficie terrestre en España se encuentra como máximo a 1,6 kilómetros del área urbanizada más cercana y a 718 metros de la infraestructura impermeable más próxima. (Torres, A. G. Jaeger, & Alonso, Assessing large-scale wildlife responses to human infrastructure development, 2016).

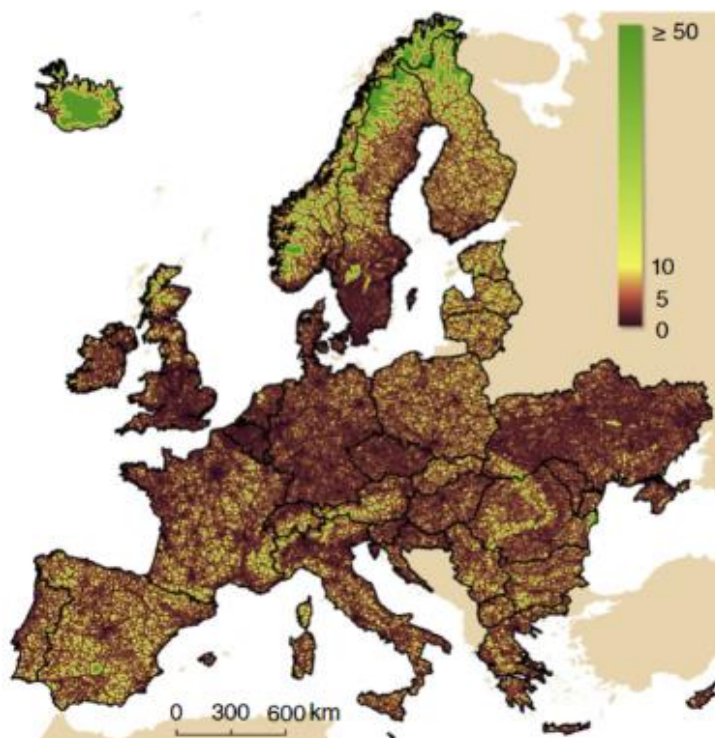


Figura 1. Distancia al corredor de transporte más próximo. Assessing large-scale wildlife responses to human infrastructure development. (Torres, A. G. Jaeger, & Alonso, Assessing large-scale wildlife responses to human infrastructure development, 2016)

A medida que la infraestructura vial se expande, se generan barreras físicas que fragmentan los hábitats naturales impactando directamente en los animales, que suelen optar por cruzar dichas vías para satisfacer sus necesidades básicas, exponiéndose directamente al tráfico vehicular e incrementando el riesgo para la seguridad vial.

Según se recoge en la Estrategia de desfragmentación de hábitats afectados por infraestructuras lineales de transporte "...las carreteras amplifican el efecto de aislamiento de los hábitats que atraviesan por el efecto barrera que causan, limitando el movimiento de los seres vivos a través de las mismas, ya sea por impedimentos que les dificultan el cruce, por la mortalidad debida a los atropellos y/o también por las perturbaciones que causan (luz, ruido, contaminación) y otros efectos de borde y de margen que afectan a los ecosistemas adyacentes. Además de estos efectos sobre la fauna, también se interrumpen, desvían y concentran los procesos de escorrentía superficial, disparando procesos erosivos y de pérdida de suelo en sentido edafológico con las consecuencias que ello implica para los ecosistemas terrestres que atraviesan..." (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2024)

Las cifras de siniestralidad vial con implicación de fauna registradas en los últimos años justifican la preocupación por este ámbito de trabajo. Según los datos de la Dirección General de Tráfico entre 2013 y 2023, los siniestros de tráfico con daños materiales causados por la implicación de animales se han duplicado en España, pasando de 17.170 siniestros con implicación de fauna en vías interurbanas en el año 2013 a superar, en el año 2023, los 34.543 siniestros con implicación de fauna en vías interurbanas. Es, por tanto, un problema preocupante para la gestión de la seguridad vial, sobre el que se está trabajando tanto desde las instituciones públicas como desde el sector privado y el ámbito de la investigación.

La forma de abordar el problema incrementando la seguridad vial de los usuarios de las vías y minimizando la ocurrencia de este tipo de siniestros, se ha recogido específicamente en la Estrategia de Seguridad Vial 2030, presentada en el Pleno del Consejo Superior de Tráfico, Seguridad Vial y Movilidad Sostenible de 14 de febrero de 2022, y anunciada públicamente el 9 de junio de 2022 junto con el Plan de Actuaciones 2022-2023:

- En el Área estratégica "Vías Seguras", se establece como línea de trabajo prioritaria "Potenciar la evaluación de las intervenciones y el intercambio de buenas prácticas". Se promoverán métodos homogéneos de evaluación de las actuaciones sobre la red viaria, con objeto de favorecer un aprendizaje común, extender la aplicación de las soluciones más efectivas y crear un cuerpo de evidencias nacionales. Se promoverá la elaboración de guías o catálogos con información sobre el coste y la efectividad de distintas medidas.
- A su vez, dentro del Área estratégica "Datos y conocimiento para una gestión basada en riesgos", se establece la línea "Investigar en profundidad muestras de siniestros de tráfico" que contempla la realización de estudios de siniestralidad que conduzcan a determinar las medidas correctoras específicas más eficaces para su aplicación en actuaciones futuras.
- En este marco, el Plan de Actuaciones 2022-2023 de la Estrategia de Seguridad Vial 2030 se concreta la Actuación "22.4.2.05 Gestión de siniestralidad con implicación de animales", la cual establece que *"Se analizarán los procedimientos actualmente utilizados para la gestión de los siniestros con implicación de animales, particularmente, la identificación de tramos de elevada siniestralidad, la elaboración de informes de utilidad y la efectividad y nivel de aplicación de las medidas más comúnmente utilizadas"*.

Es en este contexto donde la Dirección General de Tráfico, con el fin de mejorar la seguridad vial y reducir la siniestralidad, plantea el desarrollo del estudio "Siniestralidad vial con implicación de animales", con la colaboración de la Asociación Española de la Carretera; se persigue, así, analizar en detalle las iniciativas y soluciones que se han puesto en marcha en el contexto nacional e internacional en los últimos años y avanzar, de esta manera, en la mejora de la seguridad vial.

2. OBJETIVOS.

En el contexto de la preocupación por el aumento de la siniestralidad vial con implicación de animales, el objetivo de este estudio es realizar una **revisión en profundidad de los procedimientos de gestión** de la seguridad viaria relacionados con la siniestralidad con animales que actualmente llevan a cabo los titulares de las vías. En particular, se abordan los siguientes objetivos:

- **Recopilación de las medidas más comúnmente utilizadas en España**, su descripción, nivel de aplicación y efectividad.
- Revisión de las definiciones utilizadas por los titulares de las vías españolas para los **"tramos de especial siniestralidad con animales"**.
- **Recopilación de medidas más comunes en el ámbito internacional**, - descripción, nivel de aplicación y efectividad - así como de las definiciones utilizadas por titulares de las vías de otros países, para los **"tramos de especial siniestralidad con animales"**.

Como objetivos secundarios a lograr con el desarrollo de este estudio citar:

- **Apoyar la difusión de conocimiento** acerca de la gestión de la seguridad vial para reducir este tipo de siniestros, por medio de las siguientes acciones:
 - Recopilar y analizar los **procedimientos de gestión** de las administraciones de carreteras y otros actores involucrados en la gestión viaria en relación con la presencia de animales en las proximidades de la red viaria y su tratamiento en caso de siniestro.
 - Incorporar el **punto de vista de diferentes ámbitos** a la problemática de la siniestralidad con implicación de fauna, no solo de la gestión viaria, sino también desde la sociedad civil, la biodiversidad, los seguros, etc.

3. METODOLOGÍA.

Para el desarrollo de los trabajos se ha seguido la siguiente metodología en 5 fases, según se expone en la Figura 2 siguiente y se explica a continuación:

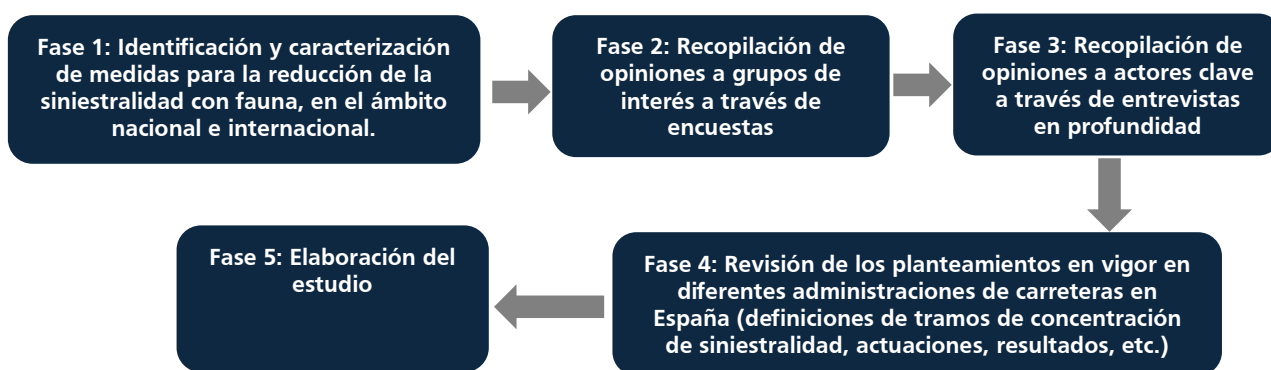


Figura 2. Metodología del estudio (Elaboración propia)

- **Fase 1: Identificación y caracterización de medidas para la reducción de la siniestralidad con fauna, en el ámbito nacional e internacional.**

La fase inicial de los trabajos comprende la revisión del estado del arte tanto en el ámbito nacional como internacional sobre las diferentes medidas utilizadas para la reducción de la siniestralidad con fauna en las carreteras.

- **Fase 2: Recopilación de opiniones a grupos de interés a través de encuestas.**

Durante esta fase se desarrolló un cuestionario para la recopilación de información sobre los siguientes aspectos:

- Importancia del riesgo específico de siniestro producido por presencia o atropellos de animales.
- Impacto de esta situación en su sector (valoración económica, recursos humanos y materiales...)
- Sectores o entidades involucrados directamente con su entidad/sector en el tratamiento y gestión de este tipo de siniestro.
- Medidas puestas en marcha para la eliminación, minimización del riesgo de los siniestros de tráfico con implicación de animales y/o del tratamiento posterior una vez ocurrido el siniestro.
- Valoración de experiencias realizadas en otros países en esta materia.

Para disponer de una información lo más amplia posible, el cuestionario fue dirigido a diferentes sectores con distintos enfoques del problema:

- Titulares de las vías y administraciones públicas con competencias en la materia.
- Grupo de trabajo de fragmentación de hábitats (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO).
- Entidades representativas del sector asegurador.
- Entidades representativas del sector de conservación de carreteras.
- Entidades de la sociedad civil relacionadas con la conservación de la fauna.

La difusión y recopilación de cuestionarios se realizó durante los meses de julio, agosto y septiembre de 2024. Para ello, se llevaron a cabo las siguientes tareas:

- Identificación de grupos de interés: elaboración de base de datos de contactos por sectores para el envío de cuestionarios y validación con DGT.
- Diseño y validación con DGT del cuestionario para administraciones y para otros sectores.
- Envío de cuestionarios, recordatorios y activación de colaboradores clave (por ejemplo, la participación de la Asociación de Empresas de Conservación y Explotación de Infraestructuras para recopilar las opiniones de ese sector).
- Recepción de respuestas.
- Valoración preliminar de respuestas recibidas.
- Incorporación de opiniones recopiladas a los diferentes apartados del estudio.
- Identificación de actores clave para profundizar en la fase de encuestas.

Se recibieron un total de 72 respuestas.

- **Fase 3: Recopilación de opiniones a actores clave a través de entrevistas en profundidad.**

Con el fin de complementar la información recibida en los cuestionarios, se han realizado entrevistas individuales con los actores clave identificados. En la elección de las entidades a entrevistar se tuvieron en consideración aspectos tales como las cifras de siniestralidad, los datos obtenidos en la fase 2 y carácter estratégico de la entidad.

En las entrevistas se trataron los siguientes temas:

- Definición de la situación actual y magnitud del problema.
- Procedimientos de gestión utilizados.
- Tipos de medidas implantadas y la evaluación sobre su efectividad.
- Posible existencia de análisis similares y sus conclusiones y recomendaciones.
- Opinión sobre medidas necesarias en los próximos años: nuevas medidas, refuerzo de las actuales, etc., así como dificultades para su implantación.

Las entrevistas se desarrollaron a lo largo del mes de septiembre y octubre de 2024 a las siguientes entidades:

- Agrupación de tráfico de la Guardia Civil.
- Xunta de Galicia.
- Junta de Castilla y León.
- Junta de Extremadura.
- Diputació de Girona.
- Dirección General de Carreteras del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible.
- Grupo de trabajo de fragmentación de hábitats del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.
- UNESPA – OFESAUTO.
- CRA -GREFA - Centro de Recuperación de Fauna Silvestre de GREFA (Grupo de Rehabilitación de la Fauna Autóctona y su Hábitat).
- **Fase 4: Revisión de los planteamientos en vigor en diferentes administraciones de carreteras en España (definiciones de tramos de concentración de siniestralidad, actuaciones, resultados, etc.)**

Con el conjunto de la documentación consultada, los cuestionarios y las entrevistas realizadas, se han analizado las medidas más comúnmente utilizadas para reducir o minimizar los riesgos asociados a los atropellos de animales.

- **Fase 5: Elaboración del estudio.**

La fase final comprende el desarrollo del estudio a partir de toda la información recopilada en las fases anteriores.

4. CONTEXTO.

En el periodo reciente, se ha observado un cambio notable en el comportamiento de algunos animales, que han ampliado sus territorios hasta incursionar en áreas urbanas y periurbanas. Además, se ha identificado una sobrepoblación de ciertas especies, lo que genera numerosos efectos negativos. El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación ha reportado un notable aumento en la población de jabalíes durante los últimos 40 años, con un crecimiento anual cada vez más acelerado. En 2021, se estimaba que había aproximadamente 1.200.000 jabalíes en España, y se advertía que esta cifra podría duplicarse para 2025. A estos hechos debe unirse el efecto fragmentación del territorio que la expansión de infraestructuras como carreteras, urbanizaciones y zonas industriales provoca en los ecosistemas naturales, creando barreras físicas que limitan el movimiento de la fauna y reducen el acceso a recursos esenciales como alimento, agua y refugio.

Una de las consecuencias de estos hechos es el aumento de la siniestralidad vial con implicación de fauna, cuyas cifras justifican la preocupación por este ámbito de trabajo que, de hecho, se ha incluido en la Estrategia de Seguridad Vial 2030, como ya se ha mencionado anteriormente. Se trata de un problema preocupante para la gestión de la seguridad vial, sobre el que se está trabajando tanto desde las instituciones públicas como desde el sector privado y el ámbito de la investigación.

Las cifras ponen de manifiesto la magnitud del problema: entre 2013 y 2023, según los datos de la Dirección General de Tráfico, los siniestros de tráfico con daños materiales causados por la implicación de animales se han duplicado en España, superando los 34.500 en 2023. Aunque se ha registrado una disminución en los siniestros con daños materiales en el vehículo entre 2022 y 2023, su número sigue siendo preocupante. En 2022, se contabilizaron un total de 35.156 siniestros con daños materiales e implicación de animales en vías interurbanas y 505 siniestros con víctimas con implicación de animales, en los que se registraron 2 personas fallecidas, 35 heridos hospitalizados y 637 heridos no hospitalizados. Los datos más recientes siguen siendo preocupantes, con un total de 34.543 siniestros con daños materiales con implicación de fauna en vías interurbanas en 2023. De estos, 504 siniestros registraron víctimas, con un saldo de 6 fallecidos, 43 heridos hospitalizados y 640 heridos no hospitalizados. En algunos territorios, la siniestralidad con implicación de fauna supone un elevado porcentaje de la siniestralidad total: por ejemplo, en la red autonómica de Castilla y León, la siniestralidad vial con implicación de animales es el 77% de la siniestralidad con daños materiales.

Tal y como se recoge en el informe “Siniestralidad vial con implicación de animales 2022” (Dirección General de Tráfico. Observatorio Nacional de Seguridad Vial, 2023) la siniestralidad vial con implicación de animales engloba “...aquellos siniestros de tráfico que se producen cuando éstos, ya sean domésticos o silvestres, se ven involucrados en siniestros de circulación, produciéndose lesiones a las personas implicadas en el siniestro, en cuyo caso estamos ante siniestros con víctimas, o produciendo daños materiales sin constar lesiones en las personas implicadas, en cuyo caso estamos ante siniestros de daños...”.

A los riesgos que los accidentes de tráfico con animales suponen para la seguridad vial y los daños materiales asociados, se suman las amenazas para ciertas especies animales, que pueden estar en peligro debido a estos incidentes. El número anual de animales afectados es desconocido y difícil de estimar, en parte porque una gran cantidad de accidentes no son reportados, especialmente aquellos que no resultan en víctimas, y debido a la falta de información detallada sobre muchos de estos siniestros.

Por otra parte, entre los principales factores que influyen en el proceso de fragmentación del territorio se encuentran las carreteras, variando la importancia de sus efectos en función de múltiples factores. En España la red de carreteras ha experimentado un crecimiento continuado desde la década de 1970 hasta el final del siglo XX, donde el crecimiento se ha estabilizado (Tabla 1). En las últimas décadas, los esfuerzos se han centrado en la mejora de la red y en el desdoblamiento de carreteras convencionales a vías de gran capacidad; la siguiente tabla proporciona información sobre el crecimiento de la red viaria:

Tipo de vía	1970	1980	1990	2000	2010	2020	2022
Gran capacidad	203	1.933	5.624	10.443	15.965	17.442	17.660
Carreteras convencionales	139.009	147.643	150.619	153.114	149.822	148.331	148.340
Conjunto de redes de carreteras. TOTAL	139.212	149.576	156.243	162.557	165.787	165.773	166.000

Tabla 1. Longitud (kilómetros de vía) de las redes de carreteras por tipo de vía. Observatorio del transporte y la logística en España. (Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, s.f.)

Si bien los proyectos y construcciones de nuevas carreteras tienen incorporadas cada vez más medidas de permeabilización para reducir su impacto, aún existe una amplia red viaria que genera importantes efectos en la biodiversidad, siendo necesario la implementación de medidas de mitigación y permeabilización en dichas vías que reduzcan sus impactos logrando una mejora global de la conservación de la biodiversidad, disminuyendo de forma simultánea la siniestralidad por colisiones fauna – vehículo y la mortalidad de pequeños vertebrados e invertebrados.

Con este objetivo, el **Grupo de Trabajo sobre Fragmentación de Hábitats causada por infraestructuras de transporte, liderado por Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO)**, ha publicado 8 documentos de prescripciones técnicas que describen medidas aplicables a la reducción de efectos negativos de las vías de transporte relativos a diferentes aspectos del problema de la fragmentación de hábitat.

Recientemente se ha publicado la **Estrategia de Desfragmentación de Hábitats Afectados por Infraestructuras Lineales de Transporte** (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2024), que se focaliza en la reducción de la fragmentación de hábitats causada por las infraestructuras lineales de transporte en funcionamiento (carreteras y ferrocarriles).

De forma paralela, entre los objetivos del **Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda (PITVI) 2012-2024** (Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, 2015) se recoge la necesidad de mejorar la conectividad global y la fragmentación de hábitats mediante el estudio de corredores ecológicos a utilizarse en el diseño de trazados y medidas.

La **Estrategia Nacional de Infraestructura Verde, y de la Conectividad y Restauración Ecológicas** (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2021) constituye el marco de referencia estatal para las actuaciones de restauración ecológica y conectividad, siendo una de sus Metas principales la desfragmentación del territorio. El **Plan Estratégico Estatal de Patrimonio Natural y Biodiversidad a 2030** (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2022) señala específicamente el problema de la fragmentación y pérdida de hábitats causada por infraestructuras lineales de transporte, y la elaboración de un Plan Nacional de Desfragmentación de Infraestructuras Lineales de Transporte para avanzar en la mejora de la conectividad territorial y de la biodiversidad, identificando los tramos y áreas más relevantes para mantener o mejorar la conectividad ecológica. Entre las áreas principales a desfragmentar se encuentran aquellas con mayor siniestralidad con fauna silvestre.

La **Estrategia Nacional de Gestión Cinegética** (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2022) establece dentro de la Meta 1.5 “La caza sostenible en equilibrio con otras funciones, servicios, aprovechamiento y usos del medio natural” la medida 1.5.7. “Disminución de los accidentes de tráfico”, donde se incluyen actuaciones como los estudios para identificar los tramos críticos de concentración de la siniestralidad, analizar las posibilidades de señalar acciones cinegéticas de caza mayor, estudiar la posibilidad de implantar medidas preventivas o disuasorias como las que se recogen en este informe, realización de campañas publicitarias acerca de la necesidad de adaptar la conducción a la posible presencia de animales y controlar poblaciones de especies sobreabundantes.

El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), está asimismo involucrado en este ámbito de trabajo, fundamentalmente por la preocupación por la posible propagación de la Peste Porcina Africana (PPA). Los jabalíes, junto a las explotaciones de traspatio y el movimiento de productos contaminados parecen ser los principales factores de mantenimiento y difusión de la mencionada enfermedad a los países afectados. La PPA es una enfermedad altamente contagiosa causada por un virus, existiendo cepas que pueden provocar cuadros agudos o hiperagudos con niveles de mortalidad y morbilidad próximos al 100%.

Ante este riesgo y dada la situación general de sobrepoblación de jabalíes silvestres detectado en España, el MAPA ha desarrollado un **“Plan Nacional de Acción de gestión a medio/largo plazo de poblaciones de jabalíes silvestres”** (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), 2021) con el fin de asegurar a medio y largo plazo un control de la especie y minimizar su impacto negativo sobre distintos ámbitos, especialmente de cara a reducir el riesgo de entrada y difusión de PPA en el territorio español.

En este sentido, el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, en colaboración y coordinación con las diferentes Comunidades Autónomas, publicó en 2024 las **“Medidas preventivas desarrolladas en España frente a la peste porcina africana”** (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2024). El **“Programa Nacional de Vigilancia Sanitaria Porcina adaptado al incremento de riesgo de incursión de Peste Porcina Africana”** (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2025) busca demostrar la ausencia de peste porcina clásica y de peste porcina africana, teniendo en cuenta el incremento del riesgo de entrada del virus de la PPA generado por la situación epidemiológica respecto a esta enfermedad en los países del centro y este de la Unión Europea, y en los países vecinos como es el caso de Italia y Alemania.

El mantenimiento de la cabaña porcina nacional como libre de enfermedades de declaración obligatoria es crucial para el correcto funcionamiento de este flujo comercial y, por consiguiente, para la rentabilidad de las explotaciones porcinas y del sector en su conjunto. El **“Programa Nacional de vigilancia epidemiológica de Peste Porcina Clásica, Peste Porcina Africana y Enfermedad de Aujeszky en poblaciones de jabalíes”** (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2025) permite garantizar el mantenimiento del estatus sanitario de España como zona libre de la enfermedad y, por otro lado, para contribuir a la detección temprana en caso de aparición de la enfermedad en las poblaciones de suidos salvajes.

En el [Anexo 1](#) se recoge una valoración de los costes derivados de la siniestralidad con fauna.

En los Anexos 2, 3 y 4 relativo a referencias nacionales, se analizan en detalle algunas de las políticas mencionadas anteriormente.

5. LA SINIESTRALIDAD CON ANIMALES EN ESPAÑA: SITUACIÓN ACTUAL Y MAGNITUD DEL PROBLEMA.

En este capítulo se recogen referencias a las principales cifras de siniestralidad vial con implicación de animales publicadas por el Observatorio Nacional de Seguridad Vial de la Dirección General de Tráfico en agosto de 2023 (los datos no incluyen a Cataluña y País Vasco ni los siniestros con implicación de animales ocurridos en vías urbanas).

- En el periodo 2013-2023, el número de siniestros con daños materiales en el vehículo se ha incrementado notablemente (Tabla 2).

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Siniestros mortales	6	4	7	10	4	9	4	4	5	2	5
Siniestros con víctimas	757	689	494	531	554	576	529	474	509	505	504
Siniestros con daños materiales en vehículo	17.170	16.158	18.093	22.099	25.804	26.944	28.742	27.209	31.481	35.156	34.543
Personas fallecidas	7	4	7	11	4	10	4	4	5	2	6
Personas heridas hospitalizadas	44	63	40	61	51	49	40	46	41	35	43
Personas heridas no hospitalizadas	1.012	874	640	681	720	738	657	563	601	637	640

Tabla 2. Número de siniestros mortales, siniestros con víctimas, siniestros con daños materiales en el vehículo, personas fallecidas, personas heridas hospitalizadas y heridas no hospitalizadas, con implicación de animales. Vías interurbanas sin Cataluña ni País Vasco. Periodo 2013-2023. (Dirección General de Tráfico).

- De media, más del 85% de los siniestros con implicación de animales registrados tienen lugar en vías interurbanas que no son ni autopistas ni autovías, que son principalmente **carreteras convencionales**, alcanzado los 31.486 siniestros en 2022 (Tabla 3). En las vías de gran capacidad, los animales acceden mayoritariamente por los accesos.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Autopistas y autovías	3.169	2.923	2.992	3.482	3.610	3.704	3.895	3.667	3.938	4.175
Resto de vías interurbanas	14.758	13.924	15.595	19.148	22.748	23.816	25.376	24.016	28.052	31.486
TOTAL	17.170	16.158	18.093	22.099	25.804	26.944	28.742	27.209	31.481	35.156

Tabla 3. Número de siniestros con implicación de animales, según tipo de vía interurbana. Vías interurbanas sin Cataluña ni País Vasco. Periodo 2013-2022. Siniestralidad vial con implicación de animales 2022. (Dirección General de Tráfico. Observatorio Nacional de Seguridad Vial, 2023)

- En 2022, en el 65% (327) de los siniestros con víctimas con implicación de animales registrados, el medio de desplazamiento era un **turismo** y en el 23% (116) **motocicletas**.
- Según el tipo de siniestro, aparte de los atropellos a animales que son el 98% de los siniestros, el siguiente tipo de siniestro más frecuente es la salida de la vía que supone el 1% de los siniestros, debidas a maniobras evasivas para tratar de evitar el peligro (Tabla 4).

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Atropello a animal	17.221	16.066	17.928	22.003	25.673	26.909	28.693	27.134	31.422	35.077
Atropello a peatón	4	18	17	22	24	21	26	9	3	4
Colisión frontal	0	12	11	6	5	14	9	23	27	24
Colisión lateral y frontolateral	19	12	18	7	7	10	9	15	20	17
Colisión Trasera y múltiple	78	88	70	74	66	52	59	32	38	31
Salida de la vía	485	520	427	402	453	427	384	388	409	441
Vuelco	23	15	9	10	6	7	6	4	4	2
Otro tipo	97	93	107	106	124	80	85	78	67	65
Se desconoce	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	17.927	16.847	18.587	22.630	26.358	27.520	29.271	27.683	31.990	35.661

Tabla 4. Número de siniestros con implicación de animales, según tipo de siniestro. Vías interurbanas sin Cataluña ni País Vasco. Periodo 2013-2022. Siniestralidad vial con implicación de animales 2022. (Dirección General de Tráfico. Observatorio Nacional de Seguridad Vial, 2023)

- La mayor presencia en los siniestros con implicación de animales corresponde a los **animales silvestres**, el 86%. El **jabalí** es el animal implicado más frecuentemente en los siniestros en el año 2022 (40% de los siniestros), seguido del **corzo** (35%) y de los animales **caninos** (9%).

La Figura 3 hace referencia al número total de siniestros en los que intervinieron especies de fauna silvestre entre 2012 y 2021, elaborada con datos de la Dirección General de Tráfico:

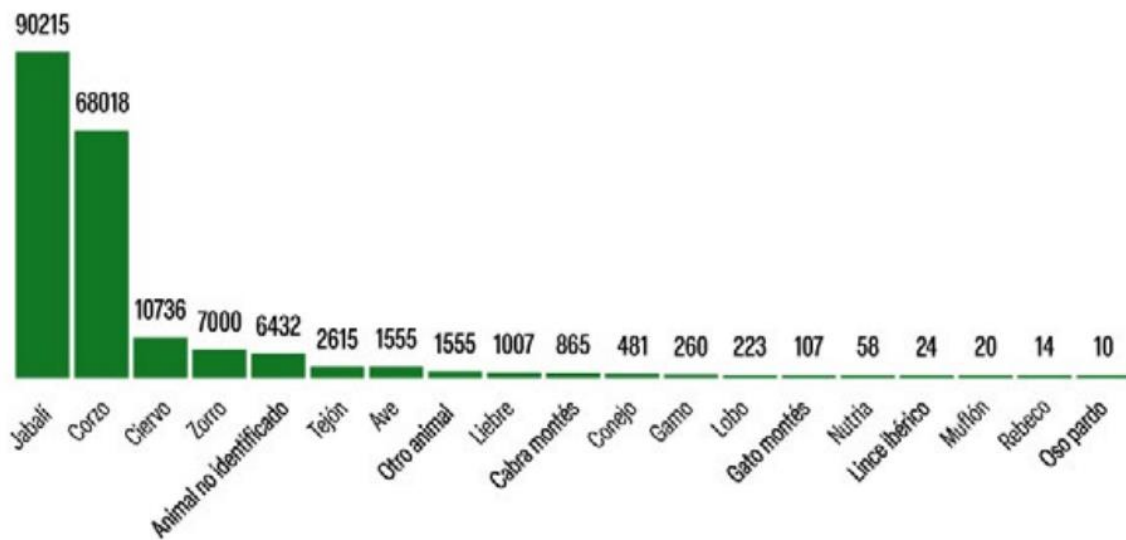


Figura 3: Número de siniestros en los que intervinieron especies de fauna silvestres entre los años 2012-2021. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico a partir de datos de la Dirección General de Tráfico.

6. DEFINICIÓN DE TRAMOS DE ESPECIAL SINIESTRALIDAD CON FAUNA.

La información publicada por diferentes administraciones, junto con los cuestionarios y entrevistas que se han desarrollado a lo largo del estudio, han permitido recabar información acerca de la consideración de tramos de concentración de siniestralidad vial con implicación de animales por las diferentes administraciones de carreteras. Ante la proliferación de este tipo de siniestro en los últimos años, son varias las administraciones que han desarrollado este concepto, si bien otras no disponen de una definición específica hasta la fecha.

6.1. Principales características de los tramos de concentración de siniestralidad con implicación de animales en las administraciones de carreteras españolas.

La Tabla 5 siguiente resume las características de los tramos de concentración de siniestralidad con implicación de animales en las administraciones de carreteras españolas, mientras que en el resto del capítulo se proporciona más información al respecto:

ENTIDAD	NOMBRE	LONGITUD MÍNIMA	MAGNITUD	PERIODO	CONDICIONES ADICIONALES	REFERENCIA
Dirección General de Carreteras del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible.	Tramo con Especial Frecuencia de Incidentes Viales con implicación de Animales (TEFIVA).	1 kilómetro	Al menos 10 incidentes relacionados con fauna de cierto tamaño.	5 años	Alguno de los incidentes haya ocasionado un siniestro con víctimas.	Nota de Servicio 02/2024 sobre tramos con especial frecuencia de incidentes viales con implicación de animales (TEFIVA) en la Red de Carreteras del Estado.
Principado de Asturias.	Tramos de Accidentalidad con Ungulados Silvestres (TAUSS).	500 metros	4 accidentes con implicación de animales (ungulados silvestres)	1 año		Definición interna (no hay normativa de referencia).
		200 metros	3 accidentes con implicación de animales (ungulados silvestres)			
Gobierno de Cantabria.	Tramo con Especial Frecuencia de Incidentes Viales con implicación de Animales (TEFIVA)	1 kilómetro	Al menos 10 incidentes relacionados con fauna de cierto tamaño	5 años	Alguno de los incidentes haya ocasionado un siniestro con víctimas.	Nota de Servicio 02/2024 sobre tramos con especial frecuencia de incidentes viales con implicación de animales (TEFIVA) en la Red de Carreteras del Estado.
Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha.	Tramos de Alta Siniestralidad por presencia de Animal cinegético en Calzada (TASAC).	1 kilómetro	Tramos donde la proporción de siniestralidad con animales es estadísticamente superior a la media de los tramos de la misma categoría.	5 años	Se trata de un criterio similar al que define los Tramos de Concentración de Accidentes, adaptado a la siniestralidad con fauna.	Definición interna (no hay normativa de referencia).
Generalitat de Catalunya.	Tramo de Concentración de Accidentes con Ungulados (TCAU).	600 metros	Tramo con un número de accidentes con animales ungulados con un valor significativamente más elevado que la media de accidentes con animales ungulados al total de tramos de la red.	5 años	Se consideran tanto accidentes con ungulados como accidentes con animales que no se hayan podido identificar. Para hallar su valor significativo se ajustan los datos del tramo a una distribución binomial negativa y se extrae el cuantil equivalente al intervalo de confianza del 95%.	Definición recogida en los estudios que se realizan cada año: Estudi d'identificació dels trams de concentració d'accidents amb animals ungulats (TCAU) de la xarxa de carreteres de la Generalitat de Catalunya. (<i>Generalitat de Catalunya, 2023</i>).
Xunta de Galicia.	Tramo de Concentración de Atropellos de Animales (TCAA).	1 kilómetro	Tramos donde se hayan registrado 2 o más atropellos de jabalí o corzo por kilómetro y año, como media de los últimos 5 años.	5 años		Instrucción 2/2023, por la que se establece la metodología de cálculo de los tramos de concentración de atropellos de animales (TCAA) en la red autonómica de carreteras de Galicia.
Gobierno de Navarra - Nafarroako Gobernua.	Tramos de Accidentalidad por Atropello de Fauna cinegética (TAFs).	Sin definir.	Al menos 5 accidentes diferentes con fauna cinegética separados como máximo 500 metros entre ellos.	5 años		Definición interna (no hay normativa de referencia).

ENTIDAD	NOMBRE	LONGITUD MÍNIMA	MAGNITUD	PERIODO	CONDICIONES ADICIONALES	REFERENCIA
Diputación Foral de Bizkaia - Bizkaiko Foru Aldundia.	Sin denominación específica.	Máximo 1 kilómetro	3 o más atropellos.	5 años		Definición interna (no hay normativa de referencia).
Diputació de Barcelona.	Sin denominación específica.	600 metros	Aquellos que superen el umbral de concentración de accidentes.	Sin definir		Definición interna (no hay normativa de referencia).
Diputació de Girona.	Sin denominación específica.	1 kilómetro	2 o más accidentes con animales salvajes en 1 kilómetro; cuando hay dispersión de accidentes, se consideran 3 o más accidentes en 3 kilómetros.	5 años		Decretos anuales (último disponible: Decreto número 2024/886 – Aprobar la señalización vertical P-24 y otras medidas).
Deputación de Pontevedra.	Tramos de Alta Incidencia de Accidentes con Animales.	3 kilómetros	Se cumple una de las siguientes situaciones: - 5 o más accidentes con animales. - Índice de peligrosidad con animales superior a 100, habiéndose registrado al menos 2 accidentes con animales por tramo.	5 años		Definición interna (no hay normativa de referencia).
Diputación de Segovia.	Sin denominación específica.	Sin definir	Tramos con más de 10 accidentes con animales salvajes.	1 año		Definición interna (no hay normativa de referencia).
Diputació de Tarragona.	Sin denominación específica.	Sin definir	3 o más accidentes con animales, al menos 1 en los últimos 2 años.	5 años	Distancia entre accidentes inferior a 500 metros.	Definición interna (no hay normativa de referencia).
Diputació de Valencia.	Sin denominación específica.	Entre 200 metros y 2 kilómetros	3 o más accidentes en 3 años y 6 accidentes en 6 años.	3-6 años	Se utilizan también otros indicadores que relacionan el número de accidentes con implicación de animales y el tráfico.	Definición interna (no hay normativa de referencia).

Tabla 5. Definición de tramo de concentración de siniestralidad vial con implicación de animales en España. Administraciones de Carreteras. 2024.

Los apartados siguientes recogen, de forma detallada, las diferentes definiciones de tramo de especial siniestralidad con implicación de animales en las administraciones viarias de España que disponen de ella.

6.2. Dirección General de Carreteras del Ministerio de Transporte y Movilidad Sostenible.

Denominación: Tramos con Especial Frecuencia de Incidentes Viales con implicación de Animales (TEFIVA).

Definición: Tramos de una longitud mínima de 1 kilómetro en los que en los últimos 5 años se han registrado al menos 10 incidentes con fauna de cierto tamaño y alguno de ellos haya ocasionado al menos un siniestro con víctimas.

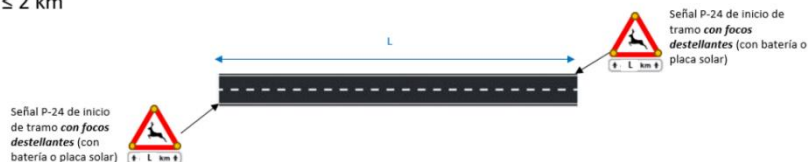
Referencia normativa: Nota de Servicio 02/2024 SGCyGA (Subdirección General de Carreteras de Conservación y Gestión de Activos) sobre tramos con especial frecuencia de incidentes viales con implicación de animales (TEFIVA) en la Red de Carreteras del Estado.

Información adicional:

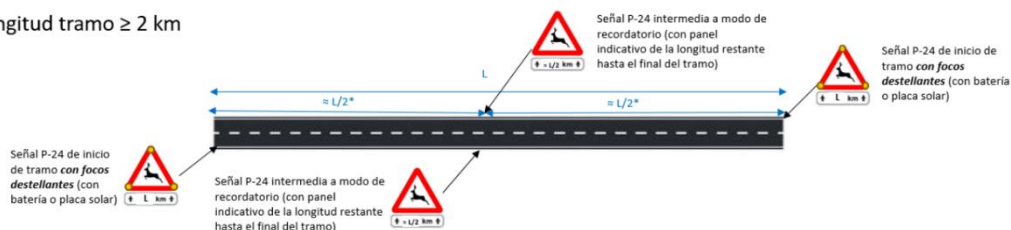
- En vigor desde el año 2024.
- Periódicamente (al menos cada cinco años) se llevará a cabo un nuevo proceso de identificación y señalización de este tipo de tramos para actualizar la relación de tramos TEFIVA y la adopción de las medidas oportunas.
- Dependiendo del tamaño y constitución del animal, su atropello puede no conllevar un riesgo significativo de provocar accidentes de circulación con drásticas consecuencias para los ocupantes del vehículo. Por ello, a efectos de esta identificación, se consideraron sólo los denominados “animales grandes”, es decir, únicamente con un tamaño igual o superior al zorro. En concreto, se contemplan como tales, en general, los caninos, los caprinos, ciervos, corzos, equinos (burro, caballo, potro y yegua), jabalíes, lobos, ovinos, porcinos, vacunos y zorros.
- A lo largo de 2023 se ha realizado por primera vez este proceso de identificación en el conjunto de la red viaria estatal, identificándose un total de 150 tramos TEFIVA, que comprenden una longitud global de 205,1 Km., lo que supone, aproximadamente, el 0,8% de la longitud total de la red estatal. Sin embargo, a pesar de su pequeño porcentaje de longitud que suponen, en dichos tramos se concentran más de 3.200 incidentes y el 21% del total de accidentes con víctimas con implicación de animales registrados en la RCE.
- No obstante, a efectos de su señalización, se ha tenido en cuenta que aquellos tramos consecutivos que estén próximos entre sí se agrupan en un mismo tramo. De esta forma, han resultado 136 tramos a señalizar, resultando una longitud total a señalizar algo mayor de 216,6 Km.
- La Nota de servicio incorpora un croquis para la señalización de los tramos TEFIVA en vías convencionales y de gran capacidad (Figura 4 y Figura 5).

CARRETERA CONVENCIONAL

Longitud tramo ≤ 2 km



Longitud tramo ≥ 2 km

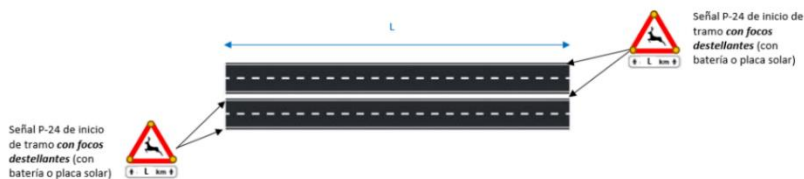


* Se intentará colocar la señal recordatorio aproximadamente en la mitad del tramo. En el panel complementario se indicará la longitud restante hasta el final del tramo

Figura 4. Croquis esquemático de la señalización de los tramos TEFIVA. Carretera convencional. (Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, s.f.)

VÍA DE GRAN CAPACIDAD

Longitud tramo ≤ 2 km



Longitud tramo ≥ 2 km

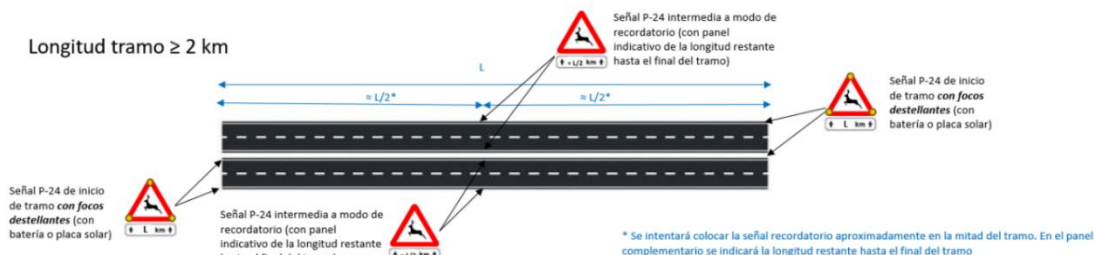


Figura 5. Croquis esquemático de la señalización de los tramos TEFIVA. Vías de gran capacidad. (Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, s.f.)

6.3. Administraciones Autonómicas y Diputaciones Forales.

6.3.1. Principado de Asturias.

En las carreteras autonómicas del Principado de Asturias se consideran los Tramos de Accidentalidad con Ungulados Silvestres (TAUSS) como aquellos tramos en los que, durante un año, se han registrado al menos 3 accidentes con este tipo de animales en 200 metros o al menos 4 en 500 metros; cuando se concatenen los tramos con estas condiciones se transforman en un único tramo.

6.3.2. Gobierno de Cantabria.

En las carreteras autonómicas de Cantabria se ha comenzado a utilizar, a partir del año 2024, el criterio de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, acerca de la definición de Tramos con Especial Frecuencia de Incidentes Viales con Implicación de Animales (TEFIVA) de la Nota de Servicio 02/24 del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible.

La aplicación de este criterio durante el periodo 2017-2021 detecta únicamente un tramo TEFIVA en la red autonómica.

6.3.3. Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha.

La Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, identifica los Tramos de Alta Siniestralidad por presencia de Animal cinegético en Calzada (TASAC) desde el año 2018, en el que se consideraron los accidentes ocurridos en el periodo 2013-2017. A partir de ese año, se han identificado estos tramos en el año 2020 (periodo 2015-2019), año 2021 (periodo 2016-2020), año 2022 (periodo 2017-2021), año 2023 (periodo 2018-2022) y año 2024 (periodo 2019-2023).

Estos tramos representan un riesgo de accidente con animal cinegético implicado significativamente superior a la media registrada en los tramos de características similares en un determinado periodo de tiempo.

El cálculo de los TASAC depende por tanto del número de accidentes con animal cinegético implicado, ya sea éste accidente con o sin víctimas, e independientemente de que la consecuencia del accidente haya tenido como conclusión el atropello del animal; es decir, se consideran todos los accidentes que se han producido debido a la presencia de un animal han ocurrido, como puede ser el caso de que se cruce un animal en la calzada y el conductor al intentar esquivarlo se salga de la vía sin atropellar al animal y sin que haya heridos leves o graves.

Además de depender de este número de accidentes anteriormente descrito, se tiene también en cuenta para el cálculo el tipo de vía y la intensidad media diaria (IMD) del tráfico en la carretera, ya que cuanto mayor sea el tráfico mayor es la posibilidad de que se produzca un accidente con animal cinegético implicado. También se tendrá en cuenta para su identificación los parámetros N y P cuya definición es la siguiente:

- N: es una constante obtenida a partir del número de accidentes con animal implicado de los tramos de características semejantes en función de la suma de la media de la serie y de dos veces su desviación típica.
- P: es una constante obtenida a partir de los Índices de Peligrosidad (IP: relación entre los accidentes con víctimas y el tráfico) los tramos de características semejantes en función de la suma de la media de la serie y de dos veces su desviación típica.

La metodología empleada para caracterizar los TASAC es la siguiente:

- En primer lugar, se tramifica la red de carreteras de la Junta Comunidades de Castilla - La Mancha adaptada a sus características propias. Así, se distinguirán el tipo de vía (vías de gran capacidad y carreteras convencionales) y el rango de IMD (3 categorías para las vías de gran capacidad y 5 para las carreteras convencionales).
- Posteriormente se obtienen los parámetros P y N para cada tipo de tramo establecido, como el valor medio más la suma de dos veces la desviación típica de los tramos de un kilómetro pertenecientes a cada uno, considerando los datos de los accidentes con animal implicado de los cinco años naturales transcurridos completos con anterioridad al de la fecha de la identificación.
- A continuación, se identifican tramos con acumulación de accidentes y se calcula en número de accidentes con animal implicado y el índice de peligrosidad en el periodo considerado.
- Se identificarán como TASAC en aquellos tramos de la red donde se superen los valores obtenidos de P y N, de acuerdo con la tramificación previamente establecida. Se comprueba también el cumplimiento de alguna de las cuatro condiciones adicionales establecidas, que priman el peso de la siniestralidad en los últimos años del periodo considerado.

Estas cuatro condiciones mencionadas son las que se indican a continuación:

Criterio I	$IP_{Pua} \geq P/2$	y	$IP_{Paa} \geq P/2$
Criterio II	$IPM2 \geq 2P/3$		
Criterio III	$ACV_{Pua} \geq N/5$	y	$ACV_{Paa} \geq N/2$
Criterio IV	$ACV2 \geq N/2$		

Siendo: IPM2: Índice de peligrosidad medio en los últimos 2 años (acv/108 veh-km.).
ACV5: Suma de los accidentes de los últimos 5 años.
ACV2: Suma de los accidentes de los últimos 2 años.
aa: Año antepenúltimo.
ua: Último año.

6.3.4. Generalitat de Catalunya.

Se utiliza el Tramo de Concentración de Accidentes con Ungulados (TCAU), que hace referencias a los tramos con un valor significativamente más elevado que la media de accidentes con animales ungulados al total de tramos de la red. La metodología se aplica desde el período 2012-2016.

En su definición se consideran las siguientes variables:

- Longitud del tramo: 600 metros de tramo flotante.
- Período de análisis: 5 años.
- Accidentes considerados: accidentes con ungulado identificado, así como otros accidentes con animales que no se hayan podido identificar (se consideran también como si fueran ungulados).
- Para hallar su valor significativo se ajustan los datos del tramo a una distribución binomial negativa y se extrae el cuantil equivalente al intervalo de confianza del 95%.

La referencia a esta definición se incluye en los estudios que se realizan anualmente en la Generalitat. El último disponible es el "Estudi d'identificació dels trams de concentració d'accidents amb animals ungulats (TCAU) de la xarxa de carreteres de la Generalitat de Catalunya: vigència de l'estudi fins al 31 de desembre de 2024".

6.3.5. Xunta de Galicia.

El cálculo de los Tramos de Concentración de Atropellos de Animales (TCAA) se realiza desde el año 2016, si bien en el año 2023 se ha revisado la definición del TCAA por medio de la Instrucción 2/2023, aprobada el 17 de octubre de 2023, por la que se establece la metodología de cálculo de los TCAA en la red autonómica de carreteras de Galicia. En ella se menciona que se considera TCAA aquel tramo en el que se hayan registrado dos o más atropellos de jabalí o de corzo por kilómetro y año, como media de los últimos 5 años.

Además, se define un criterio para la identificación del “Índice Puntual de Accidentes” que permite identificar los tramos críticos, relacionado el número de accidentes con la longitud del tramo donde éstos se han producido a lo largo de los últimos cinco años, de manera que en los tramos donde el indicador sea superior a un umbral (que se ha establecido en 2), el tramo se considerará como TCAA.

6.3.6. Gobierno de Navarra - Nafarroako Gobernua.

En la red de carreteras de Navarra se definen los Tramos de Accidentalidad por atropello de Fauna cinegética (TAFs), para lo que se consideran los accidentes de los últimos cinco años y se establecen como tales aquellos tramos en los que hay al menos cinco accidentes separados 500 metros como máximo unos de otros.

Para la detección espacial de dichos tramos se emplea un software que recurre al empleo de un vector deslizante de 500 metros a lo largo del eje de la vía, que parte de un primer accidente y avanza sucesivamente desde el último accidente registrado en cada vector, finalizando el proceso cuando el vector deslizante no engloba nuevos accidentes, reiniciándose entonces el proceso nuevamente desde el siguiente accidente. De este modo, cada TAF comprende la distancia entre el primer y el último accidente englobado por cada aplicación de la metodología, siempre que se alcance un mínimo de cinco accidentes en el tramo.

La identificación de estos tramos según este método se realiza en los estudios de siniestralidad por atropello de fauna cinegética que se realizan cada 2 años desde el año 2017.

6.3.7. Diputación Foral de Bizkaia - Bizkaiko Foru Aldundia.

La Diputación Foral de Bizkaia - Bizkaiko Foru Aldundia considera como tramo de especial incidencia aquel tramo de longitud máxima 1 kilómetro en el que se hayan registrado 3 o más atropellos de animales en los últimos 5 años.

6.3.8. Otras administraciones autonómicas y diputaciones forales.

Las siguientes administraciones autonómicas y forales han manifestado no disponer, por el momento, de una definición de tramo de concentración de siniestros viales con implicación de fauna, si bien están trabajando en este ámbito con otros criterios para definir los tramos más críticos y se están realizando actuaciones para reducir el impacto de este problema en la seguridad vial y en la biodiversidad:

- Diputación Foral de Álava - Arabako Foru Aldundia.
- Junta de Andalucía.
- Gobierno de Aragón.
- Junta de Castilla y León.
- Junta de Extremadura.
- Diputación Foral de Gipuzkoa - Gipuzkoako Foru Aldundia.
- Gobierno de La Rioja.
- Comunidad de Madrid (definición de tramo de concentración de siniestros en estudio).
- Gobierno de la Región de Murcia.
- Generalitat Valenciana.

6.4. Diputaciones Provinciales, Cabildos y Consells.

Complementariamente a las definiciones que se han mostrado en el apartado anterior, se han identificado las siguientes definiciones de tramos de concentración de siniestros viales con implicación de fauna en algunas administraciones locales.

6.4.1. Diputació de Barcelona.

Se utiliza un modelo de análisis de puntos flotantes ubicados cada 10 metros, analizando 300 metros por lado, y mediante el análisis estadístico de los datos, se definen tramos de 600 metros que superen el umbral de concentración de accidentes.

6.4.2. Diputació de Girona.

Se identifican los tramos con dos o más incidentes con animales salvajes en 1 kilómetro de carretera los últimos 5 años. En casos de dispersión de accidentes en longitudes superiores a 1 kilómetro, se considera tramo de concentración aquel donde ocurren 3 o más incidentes en un tramo de 3 kilómetros en los últimos 5 años.

Cada año se publica un decreto en el que se incluyen las medidas a considerar y se hace referencia a la definición del tramo. El último disponible es el Decreto número 2024/886 – Aprobar la señalización vertical P-24 y otras medidas).

6.4.3. Deputación de Pontevedra.

Se consideran Tramos de Alta Incidencia de Accidentes con Animales aquellos tramos de 3 kilómetros de longitud en los que se encuentre alguna de las siguientes situaciones:

- Registro de 5 o más accidentes con animales en los últimos 5 años.
- Índice de peligrosidad con animales en los últimos 5 años superior a 100, habiéndose registrado al menos 2 accidentes con animales por tramo.

El índice de peligrosidad con animales (IPA) se calcula a través de la siguiente expresión:

$$IPA = \frac{Acc \text{ con animais} \times 10^8}{IMD \times 365 \times Lonxitude (Km)}$$

Para segmentar la red en tramos de 3 kilómetros de carretera, se procede a dividir en unidades elementales de 100 m de longitud, de modo que se asocian a cada uno de estos tramos los datos necesarios para el cálculo de los Tramos de Alta Incidencia de Accidentes con Animales. Posteriormente, se agrupan estos tramos de 100 metros en intervalos de 3 kilómetros, desplazando 100 metros cada agrupación. Una vez obtenidos los tramos de carretera de 3 kilómetros que cumplen los criterios para ser considerados Tramo de Alta Incidencia de Accidentes con Animales, se estudia su solapamiento, de manera que los tramos consecutivos o solapados que cumplan las condiciones anteriores se agrupan en un mismo Tramo de Alta Incidencia de Accidentes con Animales. Por esta razón, se obtienen Tramos de Alta Incidencia de Accidentes con Animales de diferentes longitudes.

6.4.4. Diputación de Segovia.

Se consideran como tramos de concentración aquellos donde se producen más de 10 accidentes por animales salvajes al año. Se utiliza desde el año 2010.

6.4.5. Diputació de Tarragona.

Se define el tramo de concentración de accidentes con animales como aquel tramo de carretera en el que se han registrado 3 o más accidentes con animales en el último quinquenio, y adicionalmente se ha registrado al menos 1 accidente en los últimos dos años y la distancia entre accidentes es inferior a 500 metros. Desde el año 2019 se ha estado trabajando en la metodología para definir y acotar estos tramos.

6.4.6. Diputació de Valencia.

Se consideran como tramos de riesgo por siniestralidad con implicación de animales los tramos de longitud entre 200 metros y 2 kilómetros donde se han producido un mínimo de 3 accidentes totales para un periodo de 3 años y 6 accidentes totales para un periodo de detección de 6 años.

Se consideran, asimismo, otros indicadores:

- Valoración del número de accidentes por kilómetro para cada uno de los tramos en que está discretizada la red de la Diputación para el Plan de aforos.

- Valoración del número de accidentes cada 10⁸ vehículos por kilómetro recorrido de forma que, a partir de este indicador, es posible identificar carreteras problemáticas y poder comparar este tipo de siniestralidad a lo largo del tiempo en una misma área geográfica.

$$\text{Índice de Accidentalidad con Animales (IAA)} = \frac{N^{\circ} \text{ accidentes c/animales } 2021 - 2023}{\text{Tráfico total } 2021 - 2023} \times 10^8$$

Se puede observar que se ha utilizado como criterio de exposición al riesgo el número de kilómetros recorridos por vehículo, entendiéndose la exposición al riesgo como la magnitud de todas aquellas variables o actividades que contribuyen a la generación de la siniestralidad.

6.5. Recomendaciones del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

El Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico (MITECO) entre sus publicaciones para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por la infraestructuras de transporte incluye el documento 2 "Prescripciones Técnicas para el seguimiento y evaluación de la efectividad de las medidas correctoras del efecto barrera de las infraestructuras de transporte" en el que se establecen orientaciones básicas para el diseño y ejecución de los Programas de Vigilancia Ambiental (PVAs), así como prescripciones técnicas detalladas para la ejecución de las actuaciones dirigidas al seguimiento y la evaluación de la efectividad de las medidas preventivas y correctoras destinadas a minimizar el efecto barrera de las infraestructuras de transporte sobre la fauna.

Para ello se definen objetivos de controles, métodos de toma de datos y procedimiento para valorar la información necesaria en las diferentes etapas de vida de las infraestructuras (proyecto, construcción y explotación) a las que acompaña el desarrollo del PVA. Entre las actuaciones relacionadas con la fragmentación de hábitats a incluir en el PVA recoge el "**Método de análisis de datos de mortalidad por atropello para la detección de tramos de alta concentración de atropellos**".

Objetivo: Evaluar los datos obtenidos de los transectos de recogida de cadáveres de animales, o los provenientes de registros de colisiones y/o atropellos de animales de gran tamaño, para detectar los puntos de agrupación de atropellos que requieren atención prioritaria.

Método:

1. Definir la escala de análisis (r) relevante para la especie o grupo taxonómico evaluados, que dependerá de su tamaño y ámbito vital (p.ej. 50-100 metros para anfibios y 500-1000 metros para ungulados).
2. Una vez definida la escala de análisis, calcular la media móvil de número de atropellos para cada punto del trazado con el número de ellos detectado a una distancia inferior a r/2.
3. Representar el valor de esta variable (nº de accidentes / longitud r) para el trazado estudiado, pudiendo comprobarse dónde aparecen agregaciones de atropellos.

Información adicional:

- De aplicación en vías en funcionamiento.
- Frecuencia: realizar sobre la base de los datos de atropellos anual y sobre los números acumulados durante todo el periodo de seguimiento.
- La detección de los umbrales que diferencian agregaciones casuales de aquellas que se pueden considerar significativas pueden hacerse mediante el desarrollo de un análisis de contigüidad derivado de la distribución de Poisson. El documento incluye un ejemplo de cálculo.

7. MEDIDAS MÁS COMÚNMENTE UTILIZADAS EN ESPAÑA PARA PREVENIR/REDUCIR LA SINIESTRALIDAD CON FAUNA.

7.1. Tipologías de medidas contempladas.

Como se ha citado en los apartados anteriores, entre 2013 y 2022 los accidentes de tráfico con daños materiales causados por la implicación de animales se han duplicado en España. A los riesgos que los accidentes de tráfico con animales suponen para la seguridad vial y los daños materiales asociados, se suman las amenazas para ciertas especies animales. Para atenuar este impacto se impulsan medidas de mitigación

que tienen como objetivo mejorar la seguridad de los usuarios de la vía, reducir la mortalidad directa de la fauna silvestre y proporcionar oportunidades de cruce seguro para la fauna silvestre.

Las medidas recopiladas en este capítulo se han ordenado según la siguiente clasificación (Figura 6):

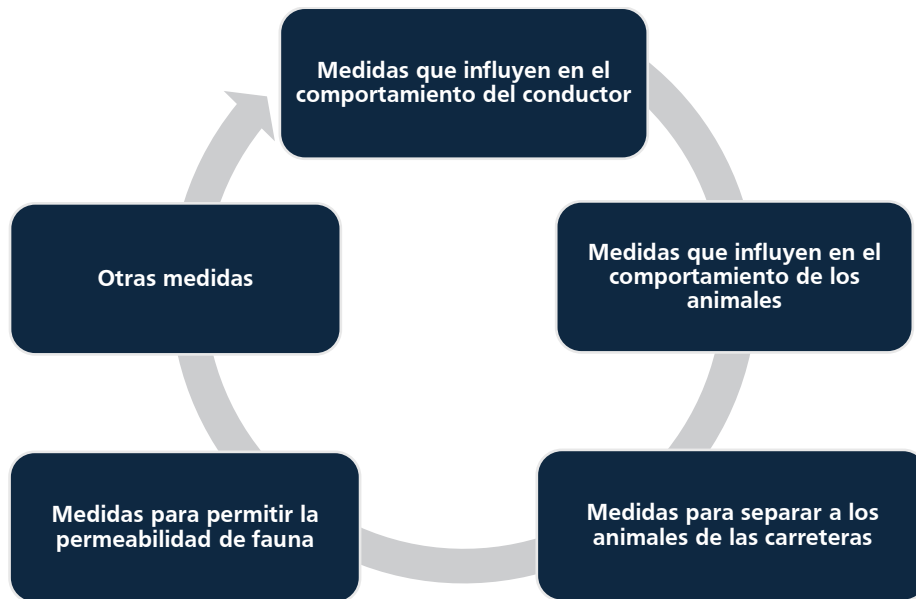


Figura 6: Clasificación de medidas de prevención/reducción de la siniestralidad con fauna. (Elaboración propia).

La Tabla 6 detalla las principales medidas integradas en cada uno de los cinco bloques anteriores; es importante destacar que se han incluido medidas para reducir la siniestralidad vial con implicación de fauna que supone un problema desde el punto de vista de la seguridad vial de las personas:

Medidas más comúnmente utilizadas en España para prevenir/ reducir la siniestralidad con fauna.	
Medidas que influyen en el comportamiento del conductor:	
• Señalización de advertencia.	○ Señalización fija (P-23; P-24). ○ Señalización informativa.
• Carteles con Neuromarketing.	
• Señalización dinámica inteligente.	○ Detección mediante infrarrojos. ○ Detección mediante radioseguimiento. ○ Detección mediante fibra óptica. ○ Detección mediante analítica de datos. ○ Detección mediante balizas de infrarrojos. ○ Detección mediante visión artificial.
• Reducción de la vegetación y desbroce.	
• Señalización de reducción de la velocidad.	○ Por discriminación horaria. ○ Por detección de animal mediante sensores infrarrojos y cámaras termográficas. ○ Por detección de animal mediante cámaras termográficas.
• Sistemas de alerta al conductor a través del vehículo.	○ Comunicación entre vehículos. ○ Advertencia a los conductores a través de cámaras en el vehículo. ○ Advertencia a los conductores a través de sistemas de navegación.
Medidas que influyen en el comportamiento de los animales:	
• Disuasores.	○ Disuasores reflectantes para evitar atropellos de aves. ○ Disuasores reflectantes ópticos. ○ Disuasores ultrasónicos. ○ Disuasores ultrasónicos dotados con cámaras de detección mediante análisis IA.
• Balizas disuasorias.	
• Feromonas – repelentes/atrayentes olfativos, "valladas perfumadas", "Barreras de olor".	

Medidas para separar a los animales de las carreteras:

• Cerramientos y vallados.	○ Vallados cinegéticos. ○ Arquetas en los puntos de intersección entre cerramientos y cunetas.
• Sistemas de escape.	○ Rampas de escape. ○ Puertas.
• Pasos canadienses.	
• Alfombras/placas eléctricas.	
• Vallados virtuales.	○ Vallado virtual activado por sensor lumínico. ○ Vallado virtual activado por sensor térmico.

Medidas para permitir la permeabilidad de fauna:

• Ecoductos. Pasos de fauna superiores.	
• Pasos inferiores de fauna.	○ Pasos de fauna inferiores. ○ Obras de drenaje transversal adaptadas.
• Sistemas de advertencia y canalización de animales en la calzada. Pasos de fauna a nivel.	

Otras medidas:

• Utilización de Sistemas de Protección de Motociclistas (SPM).	
---	--

Tabla 6: Medidas más comúnmente utilizadas en España para prevenir/ reducir la siniestralidad con fauna. (Elaboración propia).

Los apartados siguientes recogen de forma de tablas detalladas las principales características de cada una de las medidas consideradas, a través de la siguiente información:

- **Clasificación**, de acuerdo con el siguiente criterio:
 - Medidas continuas, si se instalan a lo largo de un tramo de vía, o medidas discontinuas, si se trata de instalaciones puntuales.
 - Medidas físicas, si impiden de forma física el acceso del animal a la infraestructura, o no físicas, cuando se utilizan otro tipo de medidas (repelentes olorosos, vallados virtuales).
 - Consolidadas, si se trata de medidas cuya implantación está extendida en la red viaria, o piloto, cuando están en pruebas.
- **Descripción**: hace referencia a las características del sistema o medida.
- **Dónde / fecha de implantación**: datos relativos a las ubicaciones donde se ha implantado la medida. Se citan como ejemplo algunas ubicaciones de estas medidas recogidas durante el desarrollo del estudio. Sin embargo, algunas medidas se han implementado también en otros emplazamientos.
- **Especie objetivo**: a la que va dirigida la medida de manera prioritaria.
- **Efectividad**: se realiza conforme al siguiente criterio.



Sin datos.



Sin evidencias de mejora.



Evidencias de pequeña reducción de la siniestralidad.



Evidencias de reducción de la siniestralidad > 20%.

- **Coste aproximado**: los datos de coste que aparecen son orientativos; los valores han sido facilitados por las diferentes Administraciones y entidades consultadas, así como pliegos de contratación disponibles.
- **Valoración de la medida**: se citan ventajas e inconvenientes de carácter general.
- **Información adicional / otras referencias o variantes**: información complementaria relativa a las medidas, en ocasiones relacionada con desarrollos futuros o con estudios detallados de reducción de la siniestralidad.

7.2. Medidas que influyen en el comportamiento del conductor.

7.2.1. Señalización de advertencia.

Las señales de advertencia han sido el principal método utilizado para alertar a los conductores sobre la posible presencia de fauna silvestre en las carreteras.

SEÑALIZACIÓN FIJA (P-23; P-24)		
CLASIFICACIÓN		
Continua / 	Discontinua	Física /  NO Física  Consolidada / Piloto
DESCRIPCIÓN		
Señales de advertencia de fauna recogidas en el Catálogo de señales verticales de circulación Tomo I Definición de las señales. (Junio 2025. Ministerio del Interior).		
	P-23 Paso de animales domésticos o ganado. Peligro por la proximidad de un lugar donde frecuentemente la vía puede ser atravesada por animales domésticos o ganado.	
	P-24 Paso de animales en libertad. Peligro por la proximidad de un lugar donde frecuentemente la vía puede ser atravesada por animales en libertad.	
	P-24a Paso de animales en libertad (jabalíes). Peligro por la proximidad de un lugar donde frecuentemente la vía puede ser atravesada por animales en libertad, tratándose en una proporción muy significativa de jabalíes.	
Las señales de advertencia por riesgo de la presencia de fauna en la vía se deben colocar en los extremos de los tramos conflictivos e ir acompañadas de un panel complementario inferior (S-810) con indicación de la longitud del tramo con riesgo.		
DONDE / FECHA DE IMPLANTACIÓN		
En todas las redes de carreteras de España.		
ESPECIE OBJETIVO		
Animales salvajes, en especial los de mediano y gran tamaño (corzos y jabalíes).		
COSTE APROXIMADO		
Entre 130 €/señal y 324 €/señal, según tamaño y características de retrorreflectancia. (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2021).		
EFECTIVIDAD		
	Sin evidencias de mejora. <i>A pesar de que anualmente se incrementan los kilómetros de carretera señalizados no se aprecia una mejora en el número de siniestros con implicación de animales.</i>	
VALORACIÓN DE LA MEDIDA		
	- Seguridad jurídica al dar cumplimiento a lo establecido en la normativa (Reglamento General de Circulación, Catálogo de Señales de Circulación). - Implantación inmediata.	
	Los conductores están acostumbrados a su presencia, especialmente si están presentes todo el año y utilizan ese tramo de vía con frecuencia, pueden no confiar en la alerta real, pudiendo no percibir o no reaccionar adecuadamente a la advertencia de riesgo. Es por ello necesario ajustar la ubicación de las señales a la longitud del tramo de riesgo y evitar la instalación indiscriminada de estas para aumentar su efectividad.	

INFORMACIÓN ADICIONAL / OTRAS REFERENCIAS O VARIANTES

Entre las opciones para reducir la habituación de los conductores y aumentar la efectividad de estas señales, cabe citar:



Figura 7. Señal p-24 sobre cartel con fondo amarillo. (AEC)

Situar la señal de advertencia por riesgo de presencia de fauna silvestre sobre un plafón o cartel con fondo amarillo fluorescente y retrorreflectante (Figura 7).



Figura 8. Señal P-24 reforzada con luces LED. (Diputación de Soria)

Reforzar la señal P-24 con luces LEDs, preferentemente destellantes, para aumentar su visibilidad (Ejemplo de la Diputación de Soria) (Figura 8).

SEÑALIZACIÓN INFORMATIVA

CLASIFICACIÓN

Continua /



Discontinua

Física /



NO Física



Consolidada / Piloto

DESCRIPCIÓN

Colocación de carteles de lamas de alta reflexión para advertir de la presencia de animales salvajes, así como de la necesidad de moderar la velocidad cuando se transita por dichos tramos. (Figura 9 y Figura 10).



Figura 9. Cartel de advertencia de fauna. (Junta de Castilla y León).



Figura 10. Cartel de advertencia de fauna. (Xunta de Galicia).

DONDE / FECHA DE IMPLANTACIÓN

A nivel nacional en numerosas carreteras de España.

ESPECIE OBJETIVO

Jabalí, corzo.

COSTE APROXIMADO

200-240 €/m² por panel de lamas de acero galvanizado (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2021).

1.400 €/Ud. de cartel de preaviso de señalización con fondo fluorescente (Diputació de Girona).

EFFECTIVIDAD



Sin datos.

VALORACIÓN DE LA MEDIDA



- Seguridad jurídica al dar cumplimiento a lo establecido en la normativa (Reglamento General de Circulación, Catálogo de Señales de Circulación).
- Resulta más llamativa para los conductores que la señalización P-24.



- Los conductores están acostumbrados a su presencia, especialmente si están presentes todo el año y utilizan ese tramo de vía con frecuencia, pueden no confiar en la alerta real, pudiendo no percibir o no reaccionar adecuadamente a la advertencia de riesgo. Es por ello necesario ajustar la ubicación de las señales a la longitud del tramo de riesgo y evitar la instalación indiscriminada de estas para aumentar su efectividad.

INFORMACIÓN ADICIONAL / OTRAS REFERENCIAS O VARIANTES

7.2.2. Carteles con Neuromarketing.

CARTELES CON NEUROMARKETING			
CLASIFICACIÓN			
Continua / 		Física / 	NO Física
			Consolidada / Piloto
DESCRIPCIÓN			
Carteles diseñados con técnicas de neuromarketing (Figura 11) que tratan de llamar la atención en lo posible al usuario de la vía, para que en un fin último, éste atienda y obedezca de la mejor manera posible los mensajes destinados a un tránsito seguro por la vía. El objetivo es generar un estado de alerta y atención a los conductores y usuarios en determinados tramos o puntos conflictivos con la intención de disminuir la probabilidad de colisión con lince y otra fauna silvestre presente.			
<i>Figura 11. Cartel de advertencia de fauna con técnicas de neuromarketing. (Junta de Andalucía).</i>			
DONDE / FECHA DE IMPLANTACIÓN			
Junta de Andalucía: A-301, A-481, CO-3102. Año 2022.			
ESPECIE OBJETIVO			
Lince.			
COSTE APROXIMADO			
200-240 €/m ² por panel de laminas de acero galvanizado (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2021).			
EFFECTIVIDAD		 Sin datos.	
VALORACIÓN DE LA MEDIDA			
	Aumenta la conciencia ciudadana sobre las consecuencias que tienen los siniestros viales en los que se ven implicados animales silvestres como el lince.		
	- Los conductores pueden acostumbrarse a su presencia, especialmente si están presentes todo el año y utilizan ese tramo de vía con frecuencia, y no confían en la alerta real, pudiendo no percibir, o no reaccionar adecuadamente a la advertencia de riesgo. - El excesivo detalle de los dibujos o imágenes puede resultar distractor.		
INFORMACIÓN ADICIONAL / OTRAS REFERENCIAS O VARIANTES			
La implantación de estos carteles se ha realizado de forma complementaria a otras medidas para evitar el atropello de lince: vallado virtual, sistema de prevención de atropellos AVC-PS (se basa en sensores de infrarrojo pasivo preparados para activarse únicamente en situaciones de riesgo similares a las que detecta el vallado virtual).			

7.2.3. Señalización dinámica inteligente.

SEÑALIZACIÓN DINÁMICA INTELIGENTE: DETECCIÓN MEDIANTE INFRARROJOS

CLASIFICACIÓN

Continua /  Discontinua

Física /  NO Física

Consolidada /  Piloto

DESCRIPCIÓN



Figura 12. Señalización dinámica inteligente: detección mediante infrarrojos. (Diputació de Tarragona)

ESQUEMA TIPO SOLUCIÓN 300 METROS, CUBRE 800 METROS DE VÍA

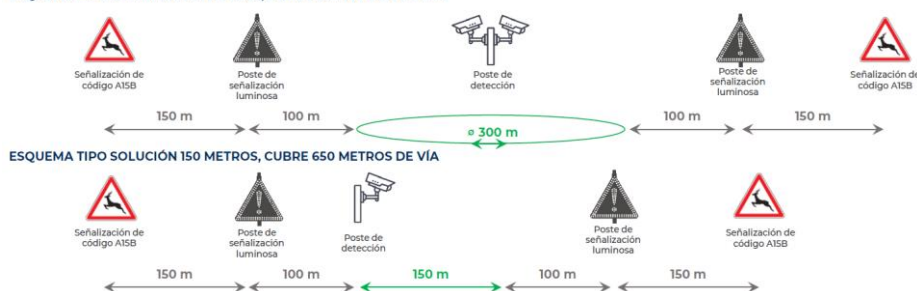


Figura 13. Esquema tipo de instalación de señalización dinámica inteligente (Lacroix)

DONDE / FECHA DE IMPLANTACIÓN

Diputació de Tarragona: TV-2126 entre el p.k. 0+260 y el p.k. 0+490. Noviembre de 2023.

Unidad de Carreteras de Segovia: N-100 entre el p.k. 108+000 y el p.k. 108+600. Noviembre 2024.

El MITMS ha valorado positivamente la solución y está dentro de las soluciones propuestas para la Compra Pública de Innovación relativa a la reducción de la siniestralidad con fauna.

ESPECIE OBJETIVO

Animales salvajes, en especial los de mediano y gran tamaño.

COSTE APROXIMADO

80.000 € en el emplazamiento de la TV-2126 (Diputació de Tarragona).

EFFECTIVIDAD



Evidencias de reducción de la siniestralidad > 20%.

Diputació de Tarragona: Había un promedio de 5 accidentes al año en este tramo de carretera. Durante el primer semestre de 2024 no se han registrado accidentes con animales en el tramo donde se ha instalado el sistema de detección. Los siniestros con daños materiales prácticamente han desaparecido.

VALORACIÓN DE LA MEDIDA



- Detección diurna y nocturna de animales salvajes en las proximidades de la carretera.
- Permite configurar la sensibilidad del detector térmico para 'ignorar' detección de pequeños roedores (conejos, liebres, ...) o aves de menor tamaño.
- Aunque los animales no lleguen a cruzar, la señalización advierte a los usuarios para que estén más alerta.
- Sistema autónomo. Funciona con paneles solares y baterías, sin necesidad de conectarse a una acometida eléctrica.
- Sistema de actuación entre detectores y señalizaciones totalmente inalámbrico, sin necesidad de zanjas o acometidas.
- Aumenta la conciencia ciudadana sobre las consecuencias que tienen los siniestros viales en los que se ven implicados animales silvestres.
- La medida se puede utilizar en un emplazamiento y trasladarse posteriormente a otro.



- Los sensores requieren que no haya elementos que obstaculicen la detección, por lo que no son adecuados para instalarlos en áreas con cobertura arbórea o arbustiva densa.
- Posible vandalismo.

INFORMACIÓN ADICIONAL / OTRAS REFERENCIAS O VARIANTES

El sistema está ampliamente implantado en Francia, con muy buenos resultados. Más de 50 implantaciones en funcionamiento y en todas ellas se han reducido los incidentes en al menos un 60%. La grabación de los incidentes y disponibilidad de los videos en Software como Servicio (SaaS), permite una categorización a posteriori de los animales para estadísticas.

SEÑALIZACIÓN DINÁMICA INTELIGENTE: DETECCIÓN MEDIANTE RADIOSEGUIMIENTO

CLASIFICACIÓN

Continua /  Discontinua

Física /  NO Física

Consolidada /  Piloto

DESCRIPCIÓN



Figura 14. Señalización dinámica inteligente: detección mediante radioseguimiento.

Soluciones para fauna en carreteras. (Pérez María, 2024)

Señalización luminosa, tanto informativa de peligro como de obligación de reducir la velocidad, instalada en la vía que se activa cuando se detecta la presencia cercana de un lince dotado con un collar de radioseguimiento (Figura 14).

El collar emite una señal VHF (Very High Frequency) que es captada por el sistema activando el panel informativo para alertar a los conductores de que deben moderar su velocidad, añade un límite de velocidad variable a 40 Km/h., e incrementar la precaución.

El aviso se mantiene encendido durante un tiempo prefijado de 15 minutos y posteriormente se apaga un minuto. Si se sigue detectando presencia, se vuelve a encender.

Detectada la señal por el receptor, éste emitirá a su vez una señal para el encendido de un equipo de grabación situado junto a la instalación y dirigido hacia un posible punto de paso del animal en la carretera, así como una señal para el encendido de la señalización vertical de limitación de velocidad y aviso de peligro (Figura 15).



Figura 15. Esquema de funcionamiento de la señalización dinámica inteligente: detección mediante radioseguimiento. (Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible. Dirección General de Carreteras, 2021).

DONDE / FECHA DE IMPLANTACIÓN

N-432: entre los puntos kilométricos 89 y 150.

A-66: en los enlaces de los puntos kilométricos 613, 675 y 677.

A-5: en los enlaces de los puntos kilométricos 184, 185 y 197.

ESPECIE OBJETIVO

Lince y otras especies protegidas.

COSTE APROXIMADO

Coste del equipamiento sin obra civil: 9.300 € (Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible. Dirección General de Carreteras, 2021).

EFFECTIVIDAD



Sin datos.

VALORACIÓN DE LA MEDIDA



- Sistema autónomo. Funciona con paneles solares y baterías, sin necesidad de conectarse a una acometida eléctrica.
- Aunque los animales no lleguen a cruzar, la señalización advierte a los usuarios para que estén más alerta.
- Muy útil para el control del movimiento de ejemplares en las primeras sueltas en un enclave.
- Sistema que tienen en cuenta al animal: no cambia hábitos ni desplaza el problema.
- Los equipos permanecen apagados si no detectan la señal de VHF, evitando así el efecto de "permanencia" y "cotidianidad" que implica que los usuarios no presten atención a dicha señalización.



- Requiere mantenimiento.
- Los animales deben estar dotados de collares de radiofrecuencia.

INFORMACIÓN ADICIONAL / OTRAS REFERENCIAS O VARIANTES

La actuación consiste en un sistema que capta la señal de muy alta frecuencia VHF (Very High Frequency) que emiten los collares de seguimiento que han sido dispuestos por la Junta de Extremadura en los lince, tanto autóctonos como reintroducidos que proceden de la cría en cautividad. En 2022, el número de ejemplares que disponen de estos collares supera ya la media centena y va en aumento. (Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, 2022).

SEÑALIZACIÓN DINÁMICA INTELIGENTE: DETECCIÓN MEDIANTE FIBRA ÓPTICA

CLASIFICACIÓN



Continua / Discontinua

Física / NO Física

Consolidada / Piloto

DESCRIPCIÓN

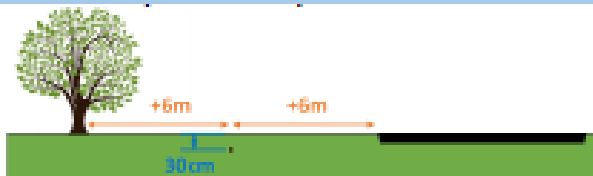


Figura 16. Señalización dinámica inteligente: detección mediante fibra óptica. Tecnologías para la detección de fauna en carreteras. (Carlos del Brío, 2024)

Sistema de detección y aviso temprano de fauna e intrusión en las inmediaciones de las carreteras para largas longitudes basado en C-OTDR (Reflectancia Óptica Coherente en Dominio de Tiempo) mediante la instalación de fibra óptica enterrada. Un láser inyectado en la fibra se mueve a través de ella. La intrusión de un animal produce una alteración mecánica hasta a 6 m. de la fibra, provocando un haz de luz.

Se registra el tiempo invertido en transmitir dicho haz de luz lo que permite conocer la posición de la intrusión. Cada evento de intrusión detectado se recoge en tiempo real generando y produciendo una señal de alarma que se transmite al sistema de aviso instalado (señalización y balizamiento luminoso) y, simultáneamente, a los servicios de vehículo conectado (V2V) tipo DGT 3.0.

El sistema (Figura 16 y Figura 17) consta de una:

- Una fibra óptica enterrada en una zanja, de unos 30-40 cm. de profundidad, situada a una distancia de 6 a 10 m. (mínimo 3 m.) del borde de la carretera.
- Una unidad sensor alojada, junto a las protecciones electromagnéticas y sistema de comunicación, en un armario a una distancia de la vía que no requiera protección. Puede alimentarse mediante electricidad o sistema autónomo (placa solar, batería).
- Sistema de alerta y aviso en tiempo real a los conductores: Señalización luminosa tipo LED, paneles de mensaje variable, sistemas de balizas luminosa.



Figura 17. Señalización dinámica inteligente: detección mediante fibra óptica. Esquema de funcionamiento de la fibra. Tecnologías para la detección de fauna en carreteras. (Carlos del Brío, 2024)

DONDE / FECHA DE IMPLANTACIÓN

Sistema en pruebas fuera de la vía pública (en Guadalix de la Sierra). Proyectos en preparación para su licitación por parte de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible (dato de diciembre de 2024).

ESPECIE OBJETIVO

Todos los animales de tamaño medio – grande, especialmente jabalí, corzo y ciervo.

COSTE APROXIMADO

Varía según la longitud a implantar, siendo recomendable su uso para tramos a partir de 5 Km. (mejor ratio coste/beneficio).

Se estima un coste medio de implantación de 200.000 €/Km. (considerando la implantación en el tramo de baliza multipropósito).

EFFECTIVIDAD



Evidencias de pequeña reducción de la siniestralidad.

En las pruebas realizadas se dan resultados positivos. Se estima una vida útil sin recambios de 10 años.

VALORACIÓN DE LA MEDIDA



- El sistema es capaz de distinguir el paso de animales, tractores y otros vehículos, por lo que puede ser utilizado en los accesos en las autopistas y autovías.
- Su instalación es sencilla y se realiza en suelo de dominio público.
- Tecnología que minimiza falsas detecciones.
- Define con exactitud el lugar de localización de la intrusión, lo que permite avisar a los conductores más cercanos al área.
- Permite el control de tramos de gran longitud (hasta 80 Km. por instalación).
- Sistema inmune a la climatología y cambio en las condiciones ambientales.
- Posibilidad de uso de las fibras oscuras para otros propósitos, como comunicaciones y conexión de otros equipamientos ITS de la carretera.
- Permite el aviso por correo electrónico ante la detección de una incidencia.



- Requiere mantenimiento.
- Elevado coste de instalación.

INFORMACIÓN ADICIONAL / OTRAS REFERENCIAS O VARIANTES

SEÑALIZACIÓN DINÁMICA INTELIGENTE: DETECCIÓN MEDIANTE ANALÍTICA DE DATOS

CLASIFICACIÓN

Continua /  Discontinua

Física /  NO Física

Consolidada /  Piloto

DESCRIPCIÓN



Figura 18. Señalización dinámica inteligente: detección mediante analítica de datos. (Junta de Castilla y León)

Señalización de diversos tramos de la red que presentan probabilidades de ocurrencia de siniestros con animales en función de varios criterios espaciotemporales, de manera que se avise al conductor, en tiempo real, en caso de que se rebase un cierto umbral de riesgo (Figura 18).

El sistema está fundamentado en un estudio del Departamento de Biología Animal de la Universidad de Salamanca (USAL), que determina que la siniestralidad con fauna silvestre no se distribuye al azar, sino que se concentra en el espacio y el tiempo y dependen de elementos como la fase lunar, la meteorología o la actividad cinegética, entre otros.

- Espacialmente, se pueden identificar tramos de carretera con especial concentración de siniestros con animales, normalmente en zonas montañosas, con bastante vegetación, o próximas a puntos de agua.
- Temporalmente, resultan más frecuentes en determinadas épocas del año, ligados a ciertos periodos del ciclo anual de las especies, y varían a lo largo del día, concentrándose al atardecer y las primeras horas de la noche, con un pico secundario al amanecer. La fase lunar también influye en los patrones de siniestralidad, con un incremento durante la luna llena, seguramente debido a una mayor movilidad de los herbívoros".

Esta señalización dinámica inteligente tiene como objetivo informar en tiempo real a los conductores sobre la probabilidad de irrupción de un animal en la calzada. La señal cuenta con tres posibles niveles según el riesgo de siniestro:

- Apagado - advertencia de que se está entrando en un tramo de especial concentración de siniestros con fauna.
- Amarillo - advertencia de que se está entrando en un tramo de especial concentración de siniestros con fauna en un momento en el que el riesgo de irrupción de un animal en la calzada es mayor de lo habitual.
- Rojo - advertencia de que se está entrando en un tramo de especial concentración de siniestros con fauna en un momento en el que el riesgo es mucho mayor de lo habitual.

Se han señalizado aquellos tramos que presentan variables aceptables según un modelo basado en siniestralidad, tráfico, velocidades, climatología, etc.

DONDE / FECHA DE IMPLANTACIÓN

La Junta de Castilla León, junto a la Universidad de Salamanca, implantó un proyecto piloto consistente en la instalación de 30 señales en 11 tramos de la red en: Burgos, León, Palencia y Soria. Diciembre de 2022 (el proyecto comenzó en 2019).

ESPECIE OBJETIVO

Todos los animales de tamaño medio – grande, especialmente jabalí, corzo y ciervo.

COSTE APROXIMADO

370.000 € en equipamiento, sin considerar el coste del convenio de colaboración con la Universidad de Salamanca (Consejería de Movilidad y Transformación Digital de la Junta de Castilla y León).

EFFECTIVIDAD



Evidencias de reducción de la siniestralidad > 20%.

Aunque está en fase de seguimiento y valoración, los datos registrados en los tramos donde está presente esta señalización desde su entrada en funcionamiento han experimentado un descenso entorno a un 22% en comparación con periodos anteriores.

VALORACIÓN DE LA MEDIDA



- Se activa únicamente en momentos de riesgo. Su aspecto cambia llamando la atención del conductor lo que aumenta su efectividad.
- Sistema autónomo. Funciona con paneles solares y baterías, sin necesidad de conectarse a una acometida eléctrica.



- Posible vandalismo.
- Requieren mantenimiento, controles periódicos frecuentes.

INFORMACIÓN ADICIONAL / OTRAS REFERENCIAS O VARIANTES

La iniciativa ha recibido el premio Ponle Freno en el año 2024.

SEÑALIZACIÓN DINÁMICA INTELIGENTE: DETECCIÓN MEDIANTE BALIZAS DE INFRARROJOS

CLASIFICACIÓN



Continua / Discontinua

Física / NO Física



Consolidada / Piloto

DESCRIPCIÓN

Sistema de doble detección animal-vehículo que solo se activa cuando coinciden ambas detecciones advirtiendo al conductor de la presencia de un animal en la calzada (Figura 19).

Para evitar modificar el comportamiento de los animales, en caso de que no pase ningún vehículo, tanto las señales como las balizas permanecen apagadas. Si por el contrario se aproximase un vehículo se activarían las balizas y las señales.

El sistema cuenta con los elementos siguientes:

- Balizas para detección de animales: inalámbricas de alimentación autónoma.
- Radar para la detección de vehículos.
- Señal dinámica de aviso al conductor.

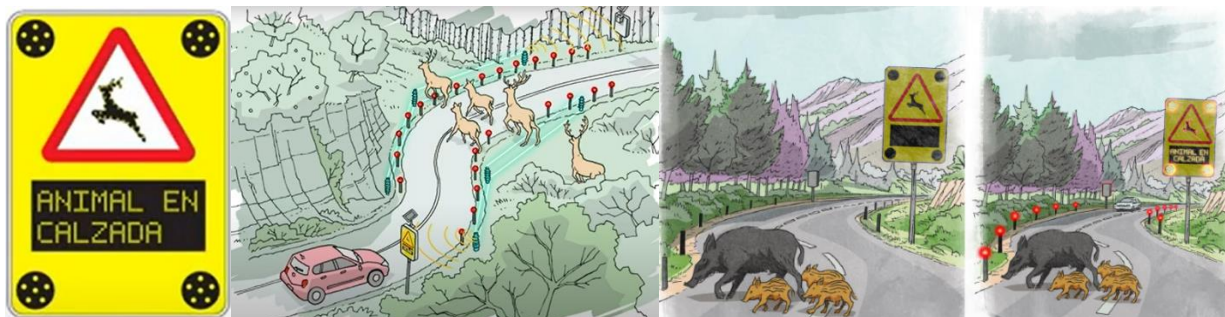


Figura 19. Señalización dinámica inteligente: detección mediante balizas de infrarrojos. (API Movilidad)

DONDE / FECHA DE IMPLANTACIÓN

Comunidad Autónoma de Cantabria: CA-171 Reinosa-Corconte con CA-727 Acceso a la Riva.

ESPECIE OBJETIVO

Todos los animales de tamaño medio – grande, a partir de 20-25 cm. de altura.

COSTE APROXIMADO

Sistema de detección y aviso y balizas luminosas 25.000 € (API Movilidad).

Se trata de un sistema que frecuentemente se implanta junto con otras medidas y es preciso elaborar un estudio previo, por lo que es complicado extraer el coste unitario de la actuación.

EFFECTIVIDAD



Sin datos.

VALORACIÓN DE LA MEDIDA



- Permite la detección de animales de pequeña altura (desde 20-25 cm.).
- La longitud del tramo de carretera afectado es completamente configurable y adaptable a la orografía.
- Su instalación es sencilla y se realiza en suelo de dominio público.
- Sistema autónomo. Funciona con paneles solares y baterías, sin necesidad de conectarse a una acometida eléctrica.
- Sistema que tienen en cuenta al animal: no cambia hábitos ni desplaza el problema.
- Incide sobre vehículo y sobre animal.



- Requieren mantenimiento, controles periódicos frecuentes.
- Posible vandalismo.

INFORMACIÓN ADICIONAL / OTRAS REFERENCIAS O VARIANTES

Posibilidad de combinar con otros sistemas como vallados físicos o virtuales, repelentes olfativos para forzar el paso por la zona monitorizada.

SEÑALIZACIÓN DINÁMICA INTELIGENTE: DETECCIÓN MEDIANTE VISIÓN ARTIFICIAL

CLASIFICACIÓN

Continua /  Discontinua

Física /  NO Física

Consolidada /  Piloto

DESCRIPCIÓN



Figura 20. Señalización dinámica inteligente: detección mediante visión artificial. (Gobierno de La Rioja, 2023).

Sistema de aviso al conductor de la presencia de un animal en la vía que solo se activa cuando detecta la presencia de un animal (Figura 20 y Figura 21).

El sistema de señalización y detección es totalmente autónomo y es alimentado mediante placas fotovoltaicas de energía solar. Comprende un sistema de video análisis y procesado de imágenes a nivel local que permite discriminar la presencia de animales en la zona cubierta por la cámara y alertar a los vehículos mediante el uso de señales dinámicas.



Figura 21. Señalización dinámica inteligente: detección mediante visión artificial. Tramo Piloto. (Gobierno de La Rioja, 2023).

DONDE / FECHA DE IMPLANTACIÓN

Comunidad Autónoma de La Rioja: LR-282 Autol y Calahorra. Año 2023.

ESPECIE OBJETIVO

Todos los animales de tamaño medio – grande.

COSTE APROXIMADO

20.000 € (API Movilidad).

EFFECTIVIDAD



Evidencias de pequeña reducción de la siniestralidad.

Según datos de accidentalidad del Gobierno de La Rioja los accidentes por atropello de fauna se han reducido en el tramo.

VALORACIÓN DE LA MEDIDA



- Sistema autónomo. Funciona con paneles solares y baterías, sin necesidad de conectarse a una acometida eléctrica.
- Instalación sencilla y flexible.
- Gran alcance de detección cubre un tramo de más de 500 m.
- Sistema que tienen en cuenta al animal: no cambia hábitos ni desplaza el problema.
- Incide sobre vehículo y sobre animal.
- Conectividad del sistema y configuración en remoto.
- Permite el almacenamiento de datos estadísticos y de las imágenes de detecciones para análisis de efectividad y estudios de hábitos de la fauna.



- Posible vandalismo.
- Requiere un periodo de pruebas y ajuste para su validación.

INFORMACIÓN ADICIONAL / OTRAS REFERENCIAS O VARIANTES

7.2.4. Reducción de la vegetación y desbroce.

LIMPIEZA Y DESBROCE DE CUNETAS Y BERMAS			
CLASIFICACIÓN			
 Continua / Discontinua	Física /  NO Física	 Consolidada / Piloto	
DESCRIPCIÓN			
Reducción de la vegetación en el margen de la carretera y zonas próximas con el fin de dotar de mayor visibilidad y proporcionar mayor tiempo de reacción al conductor, sin obstáculos que dificulten la visión de los animales por parte de conductor y puedan ofrecer refugio a los animales (Figura 22). Así mismo en las medianas de las autovías es importante la limpieza y el desbroce para evitar que se asienten en esa maleza familias de aves y evitar así su posterior atropello o la posible atracción de depredadores hacia los nidos. Es fundamental la eliminación de vegetación leñosa inferior a 2,5 metros de altura en estas zonas. Incluye actividades de siega y desbroce de la vegetación herbácea y arbustiva y, en ocasiones, la tala de arbolado. Se recomienda la actuación de forma preferente en los 3-5 m. a partir de la arista exterior de la plataforma.			
			
Figura 22. Limpieza y desbroce de cunetas y bermas. (Diputació de Girona).			
DONDE / FECHA DE IMPLANTACIÓN			
A nivel nacional en todas las redes de carreteras de España.			
ESPECIE OBJETIVO			
Todas las especies: especialmente mamíferos y aves.			
COSTE APROXIMADO			
Desde 0.60 €/m² (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2021) a 0.22 €/m² (Junta de Castilla y León).			
EFFECTIVIDAD			
		Sin datos.	
VALORACIÓN DE LA MEDIDA			
	- Medida de bajo coste. - Mejora la visibilidad de los conductores. - Se puede realizar directamente con la conservación. - Una franja con vegetación corta cerca de la calzada contribuye a prevenir el inicio y la propagación de incendios forestales.		
	Medida de aplicación temporal (épocas de mayor riesgo: septiembre a enero).		

INFORMACIÓN ADICIONAL / OTRAS REFERENCIAS O VARIANTES

La Figura 23 representa de forma esquemática una posible gestión de bordes.

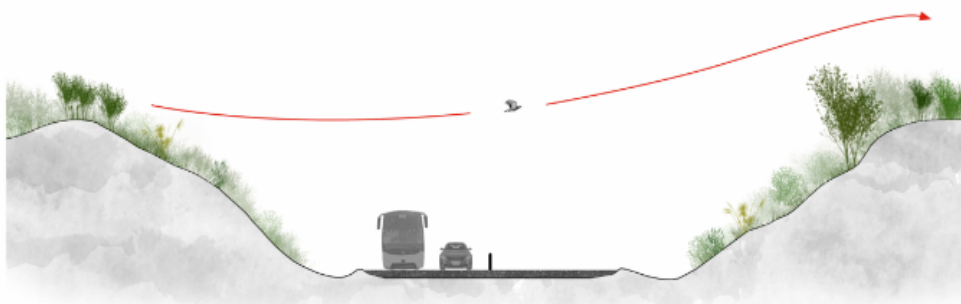
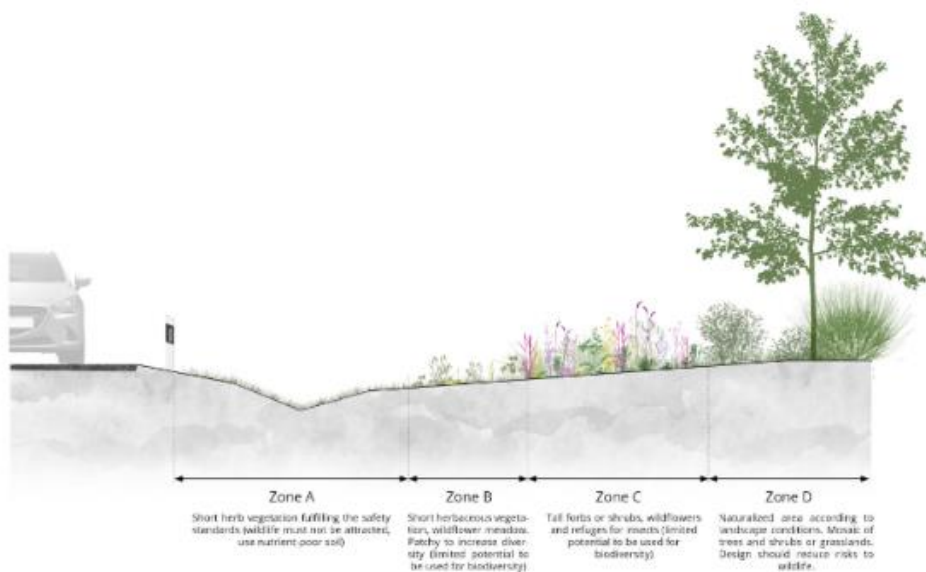


Figura 23. Representación esquemática de la gestión de bordes. (IENE Infrastructure&Ecology Network Europe, 2024)

- La limpieza de arbustos y árboles de una franja de 3-5 m. a lo largo de carreteras reduce los refugios para grandes mamíferos como los ungulados, al tiempo que mejora la visibilidad de los animales para los conductores con la consiguiente reducción de siniestros.
- Algunos arcenes con vegetación corta a menudo tienen altas densidades de pequeños mamíferos, como roedores, que suelen atraer a aves rapaces, las cuales pueden colisionar con los vehículos al lanzarse en picado sobre estos. En tales casos, mantener la hierba alta reduce el riesgo de colisión de vehículos para estas aves, ya que no pueden ver a sus presas.
- En cuanto a los invertebrados, algunos estudios muestran menores tasas de mortalidad de polinizadores en carreteras donde se proporciona una gran cantidad y diversidad de recursos de flora en los arcenes, ya que esto reduce la necesidad de cruzar las carreteras en busca de recursos.
- La plantación de setos a lo largo de los márgenes puede ayudar a guiar a los animales hacia los pasos de fauna. Se pueden plantar árboles altos y arbustos que no den frutos comestibles en la parte superior de los esbojes, mientras que se mantiene vegetación baja en los bordes de las zonas cercanas a carreteras o vías férreas.

7.2.5. Señalización de reducción de la velocidad.

REDUCCIÓN DE VELOCIDAD: POR DISCRIMINACIÓN HORARIA

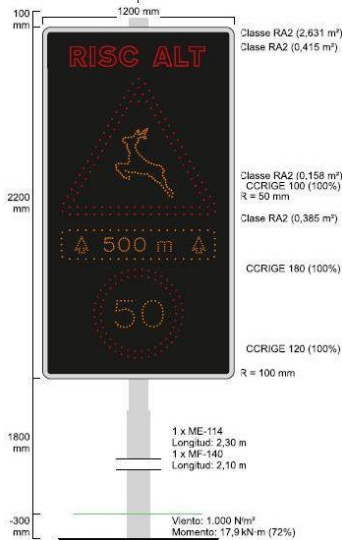
CLASIFICACIÓN

Continua /  Discontinua

Física /  NO Física

 Consolidada / Piloto

DESCRIPCIÓN



Señalización Led variable con limitación de velocidad de tramo y con discriminación horaria y mensual. En tres tramos competencia de la Diputació de Girona se colocaron rótulos tipo led de peligro de animal salvaje con una limitación de velocidad a 50 Km/h., que se encienden en horario nocturno en los meses donde se ha detectado una mayor accidentabilidad (3-4 meses).



Figura 24. Reducción de velocidad: por discriminación horaria. (Diputació de Girona).

DONDE / FECHA DE IMPLANTACIÓN

Diputació de Girona: en julio de 2022 instaló este sistema en 3 tramos en los que se había detectado una elevada concentración de siniestros (Figura 24). Del análisis de accidentes, en 20 puntos de la red de carreteras (783 Km.) se concentraban el 20% de los accidentes. Se eligieron 3 puntos para implementar la señalización variable:

- GIV-5213 entre el p.k. 0+800 y el p.k. 1+100.
- GIV-6217 entre el p.k. 1+800 y el p.k. 2+700.
- GIV-6502 entre el p.k. 2+200 y el p.k. 2+800.

ESPECIE OBJETIVO

Todos los animales de tamaño medio – grande, especialmente jabalí, corzo y ciervo.

COSTE APROXIMADO

5.600 €/Ud. (Diputació de Girona).

EFFECTIVIDAD



Sin evidencias de mejora.

VALORACIÓN DE LA MEDIDA



- Aunque los animales no lleguen a cruzar, la señalización advierte a los usuarios para que estén más alerta.
- Se activan en función de unos parámetros previamente definidos, lo que reduce la habituación de los conductores y aumenta la efectividad de la señal.



- Requieren mantenimiento, controles periódicos frecuentes, así como conexión a una fuente de energía.
- Posible vandalismo.

INFORMACIÓN ADICIONAL / OTRAS REFERENCIAS O VARIANTES

Los datos obtenidos de su uso por la Diputació de Girona indican que hasta la fecha no existe una mejora apreciable desde la instalación de las señales (Tabla 7).

Carretera	Denominación	Inicio	Final	Accidentes 2021	Accidentes 2022	Accidentes 2023
GIV-6217	De Torroella de Fluvia a Sant Pere Pescador	1+800	2+700	2	1	0
GIV-5313	A Canet d'Adri	0+700	1+200	2	3	3
GIV-6502	A la platja de Pals	2+200	2+800	4	2	3

Tabla 7. Evolución de la siniestralidad en tramos con señalización Led variable con limitación de velocidad de tramo y con discriminación horaria y mensual. (Aprovar instalació de senyalització vertical P-24 i altres mesures, any 2024, Expedient 224/3114. Diputació de Girona).

REDUCCIÓN DE VELOCIDAD: POR DETECCIÓN DE ANIMAL MEDIANTE SENSORES INFRARROJOS Y CÁMARAS TERMOGRÁFICAS

CLASIFICACIÓN

Continua /  Discontinua

Física /  NO Física

Consolidada /  Piloto

DESCRIPCIÓN



Figura 25. Reducción de velocidad: por detección de animal mediante sensores infrarrojos y cámaras termográficas (Ciencias Ambientales, 2023).

Sistema AVC-PS (PREVENTION OF ANIMAL-VEHICLE COLLISIONS) compuesto por un conjunto de sensores infrarrojos pasivos y una cámara térmica que registran la presencia del animal y que, al acercarse, activa una señal de alerta para que los conductores disminuyan la velocidad (Figura 25 y Figura 26). En primera instancia una señal visual, paneles luminosos, alerta al conductor para que baje la velocidad. Un sensor de radar mide si el coche disminuye su velocidad, en caso afirmativo el sistema deja de actuar. De lo contrario, el radar envía una señal a la unidad de control que activa un dispositivo acústico con el objetivo de ahuyentar los animales y con ello evitar la posible colisión.

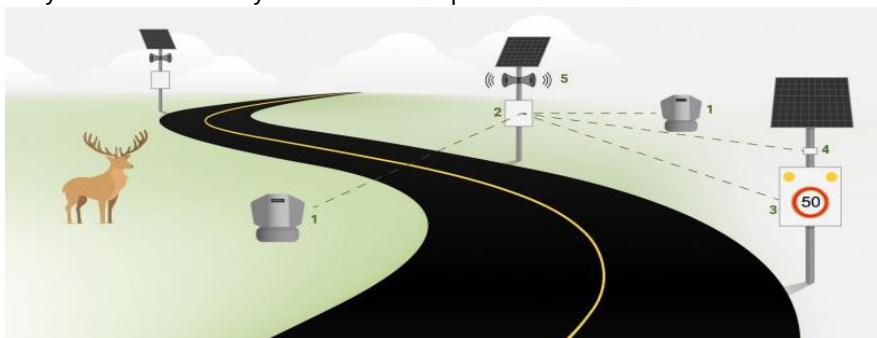


Figura 26. Reducción de velocidad: por detección de animal mediante sensores infrarrojos y cámaras termográficas. Esquema de funcionamiento. (Junta de Andalucía).

DONDE / FECHA DE IMPLANTACIÓN

Junta de Andalucía: CO-3102, en Córdoba;
A-301, en Jaén;
A-481 en dos puntos, uno en la provincia de Huelva y otro en la de Sevilla.

ESPECIE OBJETIVO

Lince.

COSTE APROXIMADO

Suministro e instalación de los 5 AVC-PC: aproximadamente 115.000 € (Junta de Andalucía).

EFFECTIVIDAD



Sin datos.

VALORACIÓN DE LA MEDIDA



- Identifica a animales salvajes en las proximidades de la carretera.
- El sistema solo se activa en situaciones de riesgo: si hay un animal próximo a la vía y un vehículo se aproxima a velocidad excesivamente alta.
- Sistema autónomo. Funciona con paneles solares y baterías, sin necesidad de conectarse a una acometida eléctrica.



- Requieren mantenimiento, controles periódicos frecuentes.
- Posible vandalismo.
- Requiere un periodo de pruebas y validación.

INFORMACIÓN ADICIONAL / OTRAS REFERENCIAS O VARIANTES

REDUCCIÓN DE VELOCIDAD: POR DETECCIÓN DE ANIMAL MEDIANTE CÁMARAS TERMOGRÁFICAS

CLASIFICACIÓN



Continua / Discontinua

Física / NO Física

Consolidada / Piloto

DESCRIPCIÓN

Sistema basado en un sistema de detección de animales realizando un perímetro virtual en la calzada y sus proximidades. En caso de detectar un animal activa la señalización luminosa dispuesta en el tramo de carretera para advertir al conductor del peligro y recomendar la reducción de la velocidad, intentando evitar así el siniestro. El sistema consta de (Figura 27):

- **Cámaras termográficas**, dispuestas cada 250 m. en el margen de la carretera delimitando la zona de seguridad. Estas cámaras miden la temperatura ofreciendo una imagen térmica de los objetos a partir de las radiaciones infrarrojas que emiten (a mayor temperatura mayor radiación).
- **Centralita**. La imagen grabada por las cámaras es analizada, en una centralita, en tiempo real para la detección de animales.
- **Señalización variable**: Si se detecta un animal se envía una alarma que activa las señales luminosas de aviso de forma que se alerte a los conductores. El conductor reducirá la velocidad o incluso se detendrá. La señal luminosa permanecerá encendida hasta que el animal salga de la zona de peligro.
- **Balizamiento en carretera**: Cada 25 m. se dispondrán balizas en el eje de la carretera que cambiarán de color cuando se envíe la señal de detección de invasión de animales, advirtiendo así del peligro al conductor.

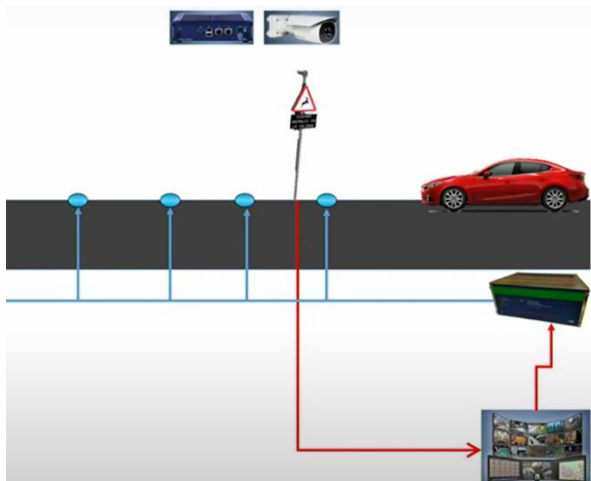


Figura 27. Reducción de velocidad: por detección de animal mediante cámaras termográficas (Reconde, 2023).

DONDE / FECHA DE IMPLANTACIÓN

Junta de Castilla y León: Zamora N-631 entre el p.k. 44+000 y el p.k. 46+000.

ESPECIE OBJETIVO

Jabalíes, corzos, ciervos y otras especies de tamaño medio.

COSTE APROXIMADO

Cámara térmica: 9.800 -13.000 € (Ministerio de Transportes y Movilidad sostenible, 2024).

Baliza: 720 €/Ud. (Ministerio de Transportes y Movilidad sostenible, 2024).

(en este precio no se incluyen la instalación de cables, postes, calibración, etc.).

EFFECTIVIDAD



Sin datos.

VALORACIÓN DE LA MEDIDA



- Sistema válido para cualquier situación climatológica e incluso a través de la maleza y la vegetación.



- Requieren mantenimiento, controles periódicos frecuentes.
- Posible vandalismo.
- Requiere un periodo de pruebas y validación.

INFORMACIÓN ADICIONAL / OTRAS REFERENCIAS O VARIANTES

7.2.6. Sistemas de alerta al conductor a través del vehículo.

La emisión de alertas al usuario del vehículo es ya una solución en uso, ya sea mediante el desarrollo de una estrategia de comunicación entre Sistemas de Transporte Inteligente (ITS) en la infraestructura y los vehículos que se aproximan, o mediante el intercambio de información entre vehículos a través de sistemas de detección instalados a bordo, como una de las aplicaciones de los vehículos y la movilidad conectados.

Uno de los principales desafíos actuales es encontrar una forma de lograr que los conductores respondan a los mensajes de advertencia; es decir, generar confianza en que estas advertencias están correlacionadas con un riesgo elevado de colisiones con fauna silvestre.

COMUNICACIÓN ENTRE VEHÍCULOS		
CLASIFICACIÓN		
Continua / 	Discontinua	Física /  NO Física
		Consolidada /  Piloto
DESCRIPCIÓN		
El proyecto Drive Sweden, que investiga el potencial de comunicación entre vehículos en las carreteras, demostró que un sistema de nube podía enviar instrucciones desde el vehículo de prueba equipado con detección a otro vehículo de prueba receptor si el sistema consideraba que la situación era peligrosa. La información comunicada al vehículo podía incluir un límite de velocidad recomendado que se utilizaría por el control de crucero adaptativo del vehículo. El sistema se probó para la detección de un alce señuelo en las carreteras y activar el control de crucero adaptativo (ACC), reduciendo de forma automática la velocidad del vehículo al pasar la zona de detección crítica. (Instituto Noruego de Investigación sobre Carreteras y Transporte (VTI), 2023).		
DONDE / FECHA DE IMPLANTACIÓN		
Sin datos.		
ESPECIE OBJETIVO		
Todas las especies de tamaño medio grande.		
COSTE APROXIMADO		
Sin datos.		
EFFECTIVIDAD		
	Sin datos.	
VALORACIÓN DE LA MEDIDA		
	• Mejora la seguridad vial desde una perspectiva global.	
	• Los vehículos deben disponer del equipamiento necesario.	
INFORMACIÓN ADICIONAL / OTRAS REFERENCIAS O VARIANTES		

ADVERTENCIA A LOS CONDUCTORES A TRAVÉS DE CÁMARAS EN EL VEHÍCULO		
CLASIFICACIÓN		
Continua / 	Discontinua	Física /  NO Física
		Consolidada /  Piloto
DESCRIPCIÓN		
En la actualidad se están desarrollando software de detección de animales que mediante el uso de la IA permite detectar animales y evitar siniestros. El sistema se nutre de la información recibida de las cámaras del vehículo, que procesa en su sistema de IA para determinar si la imagen corresponde a un animal o peatón que puede poner en peligro la conducción. En ese caso, el sistema es capaz de avisar al conductor y tomar el control del vehículo para poder frenar de forma automática (o tomar la decisión conveniente), con mayor rapidez de lo que podría hacer el conductor para evitar el siniestro. (Tecnocarreteras, 2020).		
DONDE / FECHA DE IMPLANTACIÓN		
Sin datos.		
ESPECIE OBJETIVO		
Todas las especies de tamaño medio grande.		
COSTE APROXIMADO		
Sin datos.		
EFFECTIVIDAD		Sin datos.
VALORACIÓN DE LA MEDIDA		
	• Mejora la seguridad vial desde una perspectiva global.	
	• Los vehículos deben disponer del equipamiento necesario.	
INFORMACIÓN ADICIONAL / OTRAS REFERENCIAS O VARIANTES		

- En la mayoría de las colisiones o cuasi colisiones, los conductores tenían una media de unos 1,5 segundos para reaccionar desde el momento en que el animal entraba en la carretera hasta el momento en que se producía la colisión. La mayoría de los conductores intentaron de una u otra forma evitar la colisión: el 84% frenó antes de una colisión, de estos el 40% frenó y giró el volante, mientras que el 15% no mostró ninguna reacción. La activación de EBA en el primer segundo podría reducir o incluso evitar la colisión con el animal en el 50% de los casos cuando el tiempo que transcurre desde que el animal irrumpe en la carretera hasta el momento del impacto se encuentre entre 1 segundo y 2,25 segundos máximo. (Instituto Noruego de Investigación sobre Carreteras y Transporte (VTI), 2023).
- Varios modelos de turismo existentes en el mercado disponen del sistema "Night Vision". El sistema, mediante cámaras de imágenes térmicas (infrarrojos) ubicadas en el frontal del vehículo detecta personas o animales de gran tamaño, y determina su posición y proximidad. En función de la velocidad y el ángulo de giro el sistema determina si constituye o no un problema; en caso afirmativo, muestra un símbolo de advertencia. En situaciones extremadamente peligrosas, el símbolo también parpadea, se emite una señal de advertencia y el vehículo se prepara para frenar.

ADVERTENCIA A LOS CONDUCTORES A TRAVÉS DE SISTEMAS DE NAVEGACIÓN

CLASIFICACIÓN

Continua /  Discontinua Física /  NO Física Consolidada /  Piloto

DESCRIPCIÓN

Se ha investigado las posibilidades de interactuar con los conductores a través de mapas o sistemas de navegación desarrollando herramientas matemáticas que predicen posibles puntos críticos de colisión con fauna silvestre basándose en datos históricos de colisiones y otras variables como variaciones estacionales, actividad de tráfico y densidad de población animal. Estos avisos pueden aplicarse como medida preventiva o como actualizaciones en tiempo real similares a las notificaciones recibidas sobre obras en la carretera o colisiones.

DONDE / FECHA DE IMPLANTACIÓN

Sin datos.

ESPECIE OBJETIVO

Todas las especies de tamaño medio grande.

COSTE APROXIMADO

Sin datos.

EFFECTIVIDAD



Sin datos.

VALORACIÓN DE LA MEDIDA



- Mejora la seguridad vial desde una perspectiva global.



- Se debe disponer de las series de datos de colisiones con fauna actualizadas.

INFORMACIÓN ADICIONAL / OTRAS REFERENCIAS O VARIANTES

Sobre este ámbito de trabajo existen varias referencias a estudios e información recopilados en los últimos años, como los que se citan a continuación:

- Mayer et al. (2021) utilizaron información histórica sobre colisiones entre ciervos y vehículos en Dinamarca (> 85.000 colisiones) durante un período de diecisiete años para mejorar el conocimiento de los patrones espaciotemporales entre estas colisiones. Afirmaron que las variables que abordaron en su estudio ya se utilizan en varios servicios de sistemas de navegación, como Google Maps y sistemas de navegación integrados en vehículos, y que las variables (hora del día, fecha, cobertura terrestre, tipo de carretera y densidad de carreteras) podrían usarse para calcular el riesgo relativo de impacto con un ciervo en función de la ubicación actual del vehículo. (Instituto Noruego de Investigación sobre Carreteras y Transporte (VTI), 2023).
- Otro tipo de sistema de alerta basado en la navegación utiliza datos de origen notificados por los usuarios de la carretera. En aplicaciones como Google Maps o Waze, los usuarios de la carretera pueden informar de la presencia de animales vivos o muertos a lo largo de la carretera. Basándose en todos los informes recopilados, la aplicación puede presentar los segmentos de carretera más peligrosos en un mapa basado en las colisiones de vehículos con animales notificadas, o guardar la información en un sistema en la nube y alertar a otros conductores que entran en la ubicación notificada en un plazo breve de tiempo.

7.3. Medidas que influyen en el comportamiento de los animales.

7.3.1. Disuasores.

DISUASORES REFLECTANTES PARA EVITAR ATROPELLOS DE AVES			
CLASIFICACIÓN			
Continua /  Discontinua		Física /  NO Física	
		 Consolidada / Piloto	
DESCRIPCIÓN			
		Colocación de un elemento reflectante acoplado al hito de arista que desvía la luz de los faros de los vehículos que se aproximan hacia arcén y margen de la vía, generando un reflejo óptico que ahuyenta a los animales de la carretera. Se instalaron 60 unidades de hito de madera de 130 cm. de altura con deflector catadióptrico disuasor de fauna (Figura 28).	
<i>Figura 28. Reflector catadióptrico rojo. (Diputació de Valencia).</i> Se limitó la velocidad de la carretera por medio de señales P-301 y de bandas transversales de alerta para reforzar esa reducción de velocidad (Figura 29). Se eliminó la vegetación en ambos márgenes de la carretera.			
			
Sentido descendente		Sentido ascendente	
		Ubicación del tramo	
<i>Figura 29. Tramo CV-678 con disuasores reflectantes para evitar atropellos de aves. (Diputació de Valencia).</i>			
DONDE / FECHA DE IMPLANTACIÓN			
Diputació de Valencia: CV-678 entre el p.k. 5+500 y el p.k. 6+100. Diciembre 2022.			
ESPECIE OBJETIVO			
Aves.			
COSTE APROXIMADO			
Instalación de 60 hitos, señalización de velocidad, segado: 4.200 € (Diputació de Valencia).			
EFECTIVIDAD			
		Sin datos.	
VALORACIÓN DE LA MEDIDA			
		• Seguridad jurídica al dar cumplimiento a lo establecido en la normativa (Reglamento General de Circulación, Catálogo de Señales de Circulación). • Su instalación es sencilla y se realiza en suelo de dominio público. • Medida de bajo coste.	
		• Requieren mantenimiento, controles periódicos frecuentes. • Se deben mantener el margen bien segado. • Posible vandalismo. • Resulta complicado conseguir que los vehículos cumplan la limitación de velocidad.	
INFORMACIÓN ADICIONAL / OTRAS REFERENCIAS O VARIANTES			
La Diputació de Valencia utilizó esta medida para las aves en Marjal de Pego (Oliva)			

DISUASORES REFLECTANTES ÓPTICOS

CLASIFICACIÓN



Continua / Discontinua

Física / NO Física



Consolidada / Piloto

DESCRIPCIÓN

Colocación de un elemento reflectante adicional en los hitos de arista (Figura 30). Estos elementos tienen como objetivo alertar a los animales, disuadirlos de entrar en la carretera o asustarlos. Se recomienda colocarlos cada 25 m.

Los disuasores de infrarrojos son reflectores que al incidir sobre ellos la luz de los faros de automóvil, reflejan hacia fuera de la carretera una luz roja que ahuyenta a la fauna de la carretera y que es invisible para el conductor.

Los disuasores ópticos, desvían la luz de los faros de los vehículos que se aproximan hacia el borde de la carretera, creando en el momento en que circula el vehículo por la zona donde existen estos disuasores un cercado virtual, que hace que la fauna deje de moverse hacia la carretera y huya de nuevo hacia los bosques o campos.



Figura 30. Disuasores reflectantes ópticos. (Junta Comunidades de Castilla - La Mancha).

DONDE / FECHA DE IMPLANTACIÓN

Junta Comunidades de Castilla - La Mancha: Albacete: CM-332, entre el p.k. 5+000 y el p.k. 15+000. Año 2015.

Guadalajara: CM-1101, entre el p.k. 0+000 y el p.k. 2+000. Año 2015.

Diputación Foral de Gipuzkoa - Gipuzkoako Foru Aldundia Margen derecha N-I entre el p.k 448+000 y el p.k 450+000 ambos sentidos. Octubre 2019.

Xunta de Galicia.

Junta de Castilla León Palencia: CL-615. Año 2017.

ESPECIE OBJETIVO

Todas las especies.

Junta de Castilla - La Mancha: Albacete = CM-332, jabalíes. Guadalajara = CM-1101, G. Cérvidos.

COSTE APROXIMADO

20-25 €/unidad (Junta de Castilla y León y Diputación Foral de Gipuzkoa - Gipuzkoako Foru Aldundia).

EFFECTIVIDAD



Evidencias de pequeña reducción de la siniestralidad.

VALORACIÓN DE LA MEDIDA



- Son fáciles de instalar y limpiar, se pueden atornillar o remachar a postes, señales o hitos de arista existentes.
- Su instalación se realiza en suelo de dominio público.
- Están fabricados para resistir los rayos ultravioletas y la sal utilizada en las campañas de vialidad invernal.
- Medida de bajo coste.
- No cambian los hábitos de los animales, puesto que solo se activan cuando las luces de los vehículos inciden sobre ellos creando un cerramiento visual.



- Requieren mantenimiento, controles periódicos frecuentes, para sustituir los elementos dañados.
- Posible vandalismo.
- Debe estar instalado con el ángulo correcto para lograr un funcionamiento óptimo.
- Solo funcionan en horas sin luz diurna.

INFORMACIÓN ADICIONAL / OTRAS REFERENCIAS O VARIANTES

La Junta Comunidades de Castilla - La Mancha dispone de una evaluación posterior a su instalación. Es difícil conocer su efectividad pues en el año 2017 se duplicó el registro de los siniestros sin víctimas, y se presume que antes de dicho año muchos de los siniestros sin víctimas (y que por tanto tenían a animales cinegéticos implicados) no estaban registrados. De modo que, con la información disponible, el número de siniestros de este tipo ha aumentado, pero no se tiene certeza de que antes estuvieran todos identificados (Tabla 8).

Carretera	Puntos kilométricos	Fecha colocación del disuasor	Período ANTES	Período DESPUÉS	Siniestros con animales ANTES del disuasor	Siniestros con animales DESPUÉS del disuasor
CM-332 (Albacete)	5 - 15	2015	8 años antes (2007 -2014)	8 años después (2016 -2023)	12	17
CM-1101 (Guadalajara (actuación combinada con limpieza de márgenes))	0 - 2 65,4 - 66,5	2015	8 años antes (2007 -2014)	8 años después (2016 -2023)	17 8	70 28

Tabla 8. Evolución de la siniestralidad con animales antes y después de la instalación de disuasores. (Junta Comunidades de Castilla - La Mancha).

Correctamente colocados nunca deben reflejar la luz hacia el conductor y por ello se colocarán los más adecuados en función de la pendiente del terreno (Figura 31 y Figura 32).



Figura 31. Detalle de los diferentes ahuyentadores ópticos en función de la pendiente del terreno. (Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha).

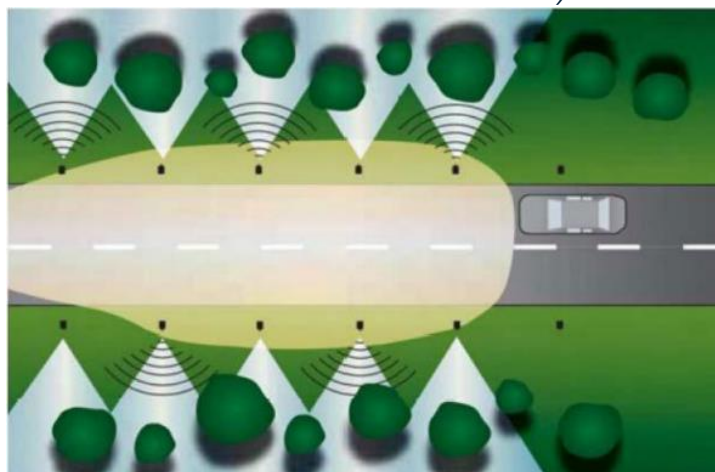


Figura 32. Esquema de colocación de disuasores ópticos. (Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha).

DISUASORES ULTRASÓNICOS

CLASIFICACIÓN



Continua / Discontinua

Física / NO Física



Consolidada / Piloto

DESCRIPCIÓN



Figura 33. Disuasor ultrasónico.
Detalles. (Tecnival, 2021).



Figura 34. Disuasor ultrasónico.
Instalado en carretera.
(Diputación de Badajoz).

Cuando el dispositivo detecta la presencia de un vehículo, emite un pitido ultrasónico que hace que el animal huya (Figura 33).

Los dispositivos incorporan elementos disuasorios acústicos que suelen estar fijados a hitos de balizamiento y se activan con la luz de los faros de los vehículos que se aproximan. Los dispositivos emiten un silbido artificial en una frecuencia audible para los animales que tiene como objetivo disuadir a la fauna silvestre, principalmente ciervos, de cruzar la carretera, y una luz LED (azul, roja) intermitente de alto rendimiento que mantiene a los animales alejados de la calzada durante el paso del vehículo.

DONDE / FECHA DE IMPLANTACIÓN

Junta de Castilla León: Palencia, CL-615. Año 2017.

Diputación de Badajoz (Figura 34): CP BA-158, de Villarta de los Montes a la N-430. Año 2019.

Junta Comunidades de Castilla - La Mancha.

ESPECIE OBJETIVO

Todas las especies, especialmente corzo, ciervo y jabalí.

COSTE APROXIMADO

70-190 €/unidad (Junta de Castilla y León y Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha).

EFFECTIVIDAD



Sin datos.

No hay evidencia convincente de la eficacia de estos dispositivos para reducir los riesgos de siniestros. Al tratarse de una medida cuya utilización se une a otras medidas en el mismo tramo, la reducción de la siniestralidad es difícil de valorar.

VALORACIÓN DE LA MEDIDA



- Son fáciles de instalar y limpiar, se pueden atornillar o remachar a postes, señales o hitos de arista existentes.
- Su instalación se realiza en suelo de dominio público.
- Están fabricados para resistir los rayos ultravioletas y la sal utilizada en las campañas de vialidad invernal.
- Medida de bajo coste.
- No cambian los hábitos de los animales, puesto que solo se activan cuando las luces de los vehículos crean el cerramiento visual.



- Requieren mantenimiento, controles periódicos frecuentes, para sustituir los elementos dañados.
- Posible vandalismo.
- Posibles daños a las balizas en las labores de desbroce de los márgenes.

INFORMACIÓN ADICIONAL / OTRAS REFERENCIAS O VARIANTES

En ocasiones su instalación viene pareja al uso de sistemas de detección de fauna. El objetivo es que estas balizas emitan señales acústicas y luminosas que alertan a los animales y evitan que se acerquen a la carretera al tiempo que avisan al conductor de la presencia de fauna. (Generalitat Valenciana).

DISUADORES ULTRASÓNICOS DOTADOS CON CÁMARAS DE DETECCIÓN MEDIANTE ANÁLISIS IA

CLASIFICACIÓN

Continúa /  Discontinúa

Física /  NO Física

Consolidada /  Piloto

DESCRIPCIÓN



Las cámaras detectan la presencia de jabalíes y emiten un ruido que los asusta (Figura 35).

Hay muchos "tracks" diferentes, por lo que no se acostumbran. Consisten en ruidos de depredadores naturales (lobo, águila, etc.). Al ser ultrasonidos los humanos prácticamente no los perciben.

Se aplica un "blur" (difuminado) a los datos de carácter personal (matrículas, caras, etc.), no registrando datos de usuarios.

Figura 35. Disuadores ultrasónicos dotados con cámaras de detección mediante análisis IA. (Generalitat de Catalunya)

DONDE / FECHA DE IMPLANTACIÓN

Generalitat de Catalunya.

Enlace núm. 140 de la C-25, con evidencia de presencia de jabalíes y dentro del Super TCAU (C-25 entre el p.k. 139+700 y el p.k. 140+300). Enero 2024.

ESPECIE OBJETIVO

Jabalíes.

COSTE APROXIMADO

27.000 € (IVA incluido) cámara con altavoz (incluye costes de obra civil básica, instalación y puesta en marcha de placas solares y del sistema de ultrasonido, el hardware y 1 unidad de captación, y su configuración. No se incluye el coste del seguimiento /mantenimiento) (Generalitat de Catalunya).

EFFECTIVIDAD



Evidencias de reducción de la siniestralidad > 20%.

Durante el periodo de estudio no se ha detectado ningún jabalí. (Sistema aún en pruebas.)

VALORACIÓN DE LA MEDIDA



- Sistema autónomo. Funciona con paneles solares y baterías, sin necesidad de conectarse a una acometida eléctrica.
- Tecnología que minimiza falsas detecciones.
- Al cambiar los sonidos emitidos se evita la habituación de los animales.
- No cambian los hábitos de los animales, puesto que solo se activan cuando se detecta un animal.



- Requieren mantenimiento, controles periódicos frecuentes.
- Posible vandalismo.
- Requiere un periodo de pruebas y validación.

INFORMACIÓN ADICIONAL / OTRAS REFERENCIAS O VARIANTES

7.3.2. Balizas disuasorias.

BALIZAS DISUASORIAS			
CLASIFICACIÓN			
✓ Continua / Discontinua	Física / ✓ NO Física	✓ Consolidada / Piloto	
DESCRIPCIÓN			
			
<i>Figura 36. Balizas disuasorias. (Diputació de Girona)</i> <i>Figura 37. Balizas disuasorias. (Junta de Extremadura)</i> Dispositivos dispuestos cerca de la calzada (arcén, berma, etc.) que se activan ante la presencia de un animal dentro de su campo de detección y emiten señales luminosas y/o ultrasonidos que disuaden al animal de cruzar y avisan al conductor (Figura 36 y Figura 37). El sistema se compone de: – Baliza disuasoria de fauna. Su campo de detección tiene una apertura aproximada de 160º y un radio de activación efectivo que oscila entre los 13 y los 17 metros. La colocación de estas balizas a ambos márgenes del tramo de carretera con una separación entre ellas de 20 m. se forma una barrera virtual que evita que accedan los animales a la vía. – Baliza de control. Se instalan en los extremos del tramo, a una distancia de entre 150 – 200 m. de las primeras balizas disuasorias de fauna, colocadas en el cartel de advertencia de tramo de control de fauna. Las balizas de control serán las encargadas de detectar los vehículos al entrar en el tramo de protección y serán las responsables de activar el sistema. Una vez el vehículo es detectado, la baliza de control activará a las balizas disuasorias de fauna las cuales generan una secuencia de ultrasonidos y destellos de luces que ahuyentarán al animal tanto si se encuentra en las proximidades de la carretera (evitando que crucen) como si se encuentran dentro de la calzada. El conductor al ver los destellos de luces entrará en advertencia de un posible peligro y tomará precaución. Una vez se haya detectado que no existe ningún vehículo dentro del tramo de protección el sistema se apagará permitiendo que los animales puedan cruzar la calzada sin riesgo de atropello.			
DONDE / FECHA DE IMPLANTACIÓN			
Junta de Extremadura: Experiencia piloto en la EX 206 entre el p.k. 8+800 y el p.k. 9+000. Junta Comunidades de Castilla - La Mancha: Toledo: N-502 entre el p.k. 85+700 y el p.k. 179+600. Mayo 2024. Toledo: N-401 entre el p.k. 118+500 y el p.k. 149+100. Septiembre 2024. Diputació de Girona: GIV-4082, entre el p.k. 1+900 y el p.k. 2+000. Año 2024. GIP-5239, entre el p.k. 2+900 y el p.k. 3+100. Año 2024.			
ESPECIE OBJETIVO.			
Todos los animales de tamaño medio/grande, especialmente jabalí, corzo y ciervo.			
COSTE APROXIMADO			
50.000 €/tramo de 500 metros (se recomienda su uso para tramos de 500 metros con instalación de balizas cada 20 metros en ambos lados de la calzada; incluye instalación de balizas que emiten señales acústicas y luminosas, con alimentación solar, módulo de control, sensores y tecnología asociada) (Visever).			
EFFECTIVIDAD			
 Evidencias de reducción de la siniestralidad > 20%.			
VALORACIÓN DE LA MEDIDA			
 • Identifica a animales salvajes en las proximidades de la carretera. • Aunque los animales no lleguen a cruzar, la señalización advierte a los usuarios para que estén más alerta. • Sistema autónomo. Funciona con paneles solares y baterías, sin necesidad de conectarse a una acometida eléctrica. • No cambian los hábitos de los animales, puesto que solo se activan en presencia simultánea de animales y vehículos en la zona, evitando la habituación del animal a los estímulos. • No es un producto predefinido, se realiza un estudio del tramo para adaptar el sistema a cualquier situación (curvas, desniveles, excesos de vegetación). • Pueden iluminar un área con mayor intensidad que los reflectores convencionales. • Incide sobre vehículo y sobre animal.			
 • Requieren mantenimiento, controles periódicos frecuentes. • Posibles daños a las balizas en las labores de desbroce de los márgenes. • Posible vandalismo. • Requiere un periodo de pruebas y validación. • Detección de falsos positivos.			

INFORMACIÓN ADICIONAL / OTRAS REFERENCIAS O VARIANTES

Ensayos realizados por la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM) y el Instituto de Investigaciones de Recursos Cinegéticos (IREC), han reportado excelentes resultados en su efectividad. Los animales han reaccionado a la mera presencia de los dispositivos en campo con porcentaje de huida de aproximadamente del 40% al 60%. Y en algunas zonas concretas se ha detectado un 100% de efectividad de las balizas.



Figura 38. Balizas disuasorias con forma de hito de arista. (TEVA, 2024)

Baliza disuasoria con forma de hito de arista (Figura 38).

El sistema detecta mediante radar la presencia del animal activando la iluminación de la propia baliza y un altavoz de ultrasonido con el fin de ahuyentarlo.

Simultáneamente, se activa el sistema de aviso a la señalización luminosa que se estime y se remite el evento al centro de control y/o a los vehículos conectados. La baliza actúa como elemento independiente o como baliza de advertencia complementaria de otros sistemas de detección. El sistema modular de la baliza permite un mantenimiento sencillo sin necesidad de desmontaje.

7.3.3. Feromonas – repelentes/atrayentes olfativos, “Vallas perfumadas”, “Barreras de olor”.

FEROMONAS, REPELENTES / ATRAYENTES OLFATIVOS – VALLAS PERFUMADAS; BARRERAS DE OLOR

CLASIFICACIÓN



Continua /



Discontinua

Física /



NO Física



Consolidada / Piloto

DESCRIPCIÓN

Mediante el uso de fragancias producidas sintéticamente y que imitan los olores humanos o de los depredadores, se busca mantener a la fauna silvestre alejada de la infraestructura, o bien, atraerla hacia pasos seguros.

- Tratamiento con disuasores mezclados con resina pegante que impregna árboles, piedras, mallas de cerramiento, etc.
- Tratamientos con atrayentes olorosos para redirigir a los animales hacia ellos evitando que crucen por otros puntos.

El producto se puede colocar (Figura 39, Figura 40 y Figura 41) en postes o estacas dispuestas en hileras, con una separación de unos 5 m. entre ellas, o directamente sobre la vegetación existente en el margen de la vía, bien mediante camiones provistos de boquilla pulverizadora que avanzan a 30 Km/h. o bien de manera manual con atomizador o con depósito portátil con equipo de pulverización en áreas de difícil acceso. Son necesarias dos hileras de resina impregnada de olor, una de ellas situada lo más cerca posible del borde de la carretera, y la segunda, en paralelo a 10 metros de distancia.

Para favorecer un mayor tiempo de permanencia se incluye en la mezcla una resina que aumenta la resistencia a los agentes meteorológicos.



Figura 39. Repelente oloroso (Diputación Foral de Bizkaia - Bizkaiko Foru Aldundia).



Figura 40. Repelente oloroso en vallado cinegético. (Xunta de Galicia).



Figura 41. Repelente y atrayentes olfativos. (Junta de Castilla y León).

DONDE / FECHA DE IMPLANTACIÓN

Generalitat Valenciana.

Gobierno de Cantabria.

Xunta de Galicia.

Diputación Foral de Bizkaia - Bizkaiko Foru Aldundia: Se comenzó en el año 2017 en las carreteras BI-635, BI-636, BI-2701, BI-3215 y BI-2238. Se han ido aumentando los tramos hasta la actualidad, incluyendo las siguientes carreteras (BI-631, BI-2121, BI-2124, BI-2239, BI-3102, BI-3218 y BI-3234).

Junta de Castilla y León: ZA-912. Año 2020.

A-231 (año 2017), en la actualidad se está ejecutando en todas las provincias.

Junta Comunidades de Castilla - La Mancha: CM-2011; CM-2021; CM-2028; CM-21100.

Guadalajara = CM-2011, entre el p.k. 7+000 y el p.k. 12+000. mayo 2020.

Guadalajara = CM-2021, entre el p.k.7+100 y el p.k.10+200. abril 2020.

Guadalajara = CM-2028, entre el p.k. 2+000 y el p.k. 3+100. mayo 2020.

Cuenca = CM-2000, entre el p.k. 65+400 y el p.k. 66+500. mayo 2021.

ESPECIE OBJETIVO

Según la especie objetivo se utiliza un repelente/atrayente u otro.

Junta Comunidades de Castilla - La Mancha – las actuaciones han estado dirigidas a Cérvidos.

Junta de Castilla y León - Corzo, jabalí y ciervo.

Diputación Foral de Bizkaia - Bizkaiko Foru Aldundia - Corzo y jabalí.

COSTE APROXIMADO

53 €/km (Junta de Castilla y León).

EFFECTIVIDAD



Evidencias de pequeña reducción de la siniestralidad.

VALORACIÓN DE LA MEDIDA



- Debe de hacerse un estudio para la elección de los mejores tramos para realizar el tratamiento. En el caso de autovías, reforzar la zona de los enlaces, que no está vallada.
- Su instalación es sencilla y se realiza en suelo de dominio público.



- Estos productos deben utilizarse solo durante períodos críticos cortos porque los animales se habitúan fácilmente.
- El tiempo de funcionamiento es limitado y la efectividad decreciente:
Las feromonas se mezclan con resinas pegantes que favorecen que el producto quede adherido al terreno durante un tiempo aproximado de 3 meses, repeliendo las inclemencias meteorológicas.
- Requieren mantenimiento, controles periódicos frecuentes: es necesario aplicar el producto de manera sistemática cada 3/4 meses, o en periodos más cortos, según las condiciones meteorológica.
- La aplicación en estacas puede generar conflictos con las labores de siega de los márgenes o los trabajos agrícolas.

INFORMACIÓN ADICIONAL / OTRAS REFERENCIAS O VARIANTES

La efectividad de esta medida se ha observado en todos los seguimientos que con el paso del tiempo disminuye en mayor o menor medida. Es por ello recomendable su utilización con carácter temporal mientras se establecen otras soluciones cuya efectividad se pueda garantizar el largo plazo. No obstante, se puede considerar la aplicación de esta medida temporalmente, en tramos cortos de carretera especialmente conflictivos y aplicando el repelente solo en los períodos críticos para evitar que los animales se habitúen a él. (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente MITECO, 2015).

Las experiencias de seguimiento realizadas en España ponen de manifiesto que el número de siniestros se reduce durante las primeras aplicaciones del producto. Sin embargo, se ha constatado que con el paso del tiempo los animales se habitúan a estas sustancias, con lo que después de varias aplicaciones el sistema pierde efectividad. (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente MITECO, 2015).

- Junta Comunidades de Castilla - La Mancha: Los repelentes olorosos han sido objeto de evaluación posterior, y como se observa en la Tabla 9, no hay un patrón de comportamiento que concluya de manera tajante que ha sido efectiva su implantación:

Carretera	Puntos kilométricos	Fecha colocación del repelente	Período ANTES	DESPUÉS	Siniestros con animales ANTES del repelente	Siniestros con animales DESPUÉS del repelente
CM-2011 (Guadalajara)	7 – 12	Mayo 2020	De 01 a 04 de 2020 (4 meses)	De 06 a 09 de 2020 (4 meses)	5	4
CM-2021 (Guadalajara)	7,1 – 10,2	Abril 2020	De 12/2019 a 03/2020 (4 meses)	De 05 a 08 de 2020 (4 meses)	1	0
CM-2028 (Guadalajara)	2 – 3,1	Mayo 2020	De 01 a 04 de 2020 (4 meses)	De 06 a 09 de 2020 (4 meses)	2	0
CM-2100 (Cuenca)	65,4 – 66,5	Mayo 2021	De 01 a 04 de 2021 (4 meses)	De 06 a 09 de 2021 (4 meses)	1	2

Tabla 9. Evolución de la siniestralidad con animales antes y después de la utilización de repelentes. (Junta Comunidades de Castilla - La Mancha).

- Junta de Castilla y León:
 - Datos A-231 (2017-2018) Reducción del 65% cuando en la red el incremento anual era de aproximadamente 30%.
 - En la carretera ZA-912 durante 2019 se produjeron 41 accidentes ocasionados por la irrupción de animales de salvajes en la vía, mientras que en el año 2018 tuvieron lugar 39. Tras las tres aplicaciones efectuadas, los datos de siniestralidad obtenidos en 2020 hasta el 28 de septiembre, fecha en la que tuvo lugar el último accidente, es de 18. A falta de un estudio significativo que tenga en cuenta la reducción del tráfico durante la pandemia, se ha producido una reducción del 56% de la siniestralidad ocasionada por la irrupción de animales en libertad. Como actuación complementaria se ha realizado un despeje de vegetación con bulldozer, entre los kilómetros 11 y 20. (Junta de Castilla y León, 2020).

7.4. Medidas para separar a los animales de las carreteras.

7.4.1. Cerramientos y vallados.

VALLADOS CINEGÉTICOS

CLASIFICACIÓN



Continua / Discontinua



Física / NO Física



Consolidada / Piloto

DESCRIPCIÓN



Figura 42. Vallado cinagético. (Junta de Castilla León).

Vallados físicos perimetrales (Figura 42), adecuadamente diseñados, instalados y mantenidos constituyen una de las medidas más eficaces para evitar el acceso de los animales a las carreteras.

Debe ir combinada con otras medidas, constituyendo un conjunto inseparable, con:

- Pasos adecuados para la fauna silvestre, reduciendo el efecto barrera y proporcionando un punto de cruce seguro.
- Puntos de escape para que aquellos animales que, por el motivo que sea, acceden puedan abandonar la zona sin daño, tanto para ellos como para los conductores.

Su función es doble: evitar que los animales accedan a la infraestructura y guiarlos hacia puntos de cruce seguros.

El sistema de cercado debe planificarse de manera integral y con previsión, siendo necesaria la adecuada identificación de las especies objeto:

- Viseras – para lince y osos.
- Faldones inferiores de refuerzo enterrados o en forma de L – para jabalíes, lince, tejones y osos (Figura 43).
- Refuerzos adicionales liso, opaco y duradero en la parte inferior exterior, como metal, hormigón o polímeros – para erizos, anfibios, reptiles... Estas cercas se pueden agregar como refuerzo a las cercas estándar o se pueden usar solas, fijadas en pequeños postes.



Figura 43. Vallado cinagético. (Diputación Foral de Bizkaia - Bizkaiko Foru Aldundia).

La Tabla 10 siguiente recoge el tipo de cercado recomendado por tipo de especie. (IENE Infrastructure&Ecology Network Europe, 2024):

Ciervo rojo, gamo, alce, reno	
Altura	200 – 240 cm.; sobre el suelo.
Tipo de malla; Material	Malla anudada Densidad regular o progresiva. Alambre galvanizado de 2,5 mm
Densidad de malla (cm.)	Malla progresiva: W = 10 – 15; H = 5 en la parte inferior a 10 – 20 en la parte superior Malla regular: 15 x 15.
Accesorios	Posibilidad de añadir un estabilizador de 40 – 60 cm.
Instalación	Correctamente anclado al suelo.
Corzo	
Altura	160 – 200 cm.; sobre el suelo.
Tipo de malla; Material	Malla anudada. Alambre galvanizado de densidad regular o progresiva de 2,5 mm.
Densidad de malla (cm.)	Malla progresiva: W = 10 – 15; H = 5 en la parte inferior a 10 – 20 en la parte superior Malla regular: 15 x 15.
Accesorios	—
Instalación	Correctamente anclado al suelo.
Jabalí	
Altura	140 – 160 cm.; sobre el suelo.
Tipo de malla; Material	Malla anudada. Alambre galvanizado de densidad regular o progresiva de 2,5 mm
Densidad de malla (cm.)	Malla progresiva: W = 10 – 15; H = 5 en la parte inferior a 10 – 20 en la parte superior Malla regular: 15 x 15.
Accesorios	—
Instalación	20 – 50 cm. enterrado (red y postes) El refuerzo de las vallas existentes es posible anclando una malla de alambre soldado W=5; H=30 cm. con la parte inferior enterrada en el suelo La fijación de la malla con pasadores especiales o con un alambre de púas horizontal son alternativas menos efectivas.

Oso pardo	
Altura	300 cm.; sobre el suelo.
Tipo de malla; Material	
Densidad de malla (cm.)	10x10
Accesorios	Posibilidad de añadir un estabilizador de 80 cm. y 45°
Instalación	Forma en L enterrada en el fondo (20 cm. verticales + 120 cm. extendidos horizontalmente).
Lince europeo	
Altura	300 cm.; sobre el suelo.
Tipo de malla; Material	Malla anudada o soldada.
Densidad de malla (cm.)	5 x 5
Accesorios	Se requiere estabilizador de 50 cm., 45°
Instalación	20 – 50 cm. enterrado
Gato montés, lince ibérico	
Altura	180 – 200 cm.; sobre el suelo.
Tipo de malla; Material	Malla de silla o malla soldada.
Densidad de malla (cm.)	5 x 5
Accesorios	Se requiere estabilizador de 50 cm., 45°
Instalación	20 – 50 cm. enterrado.
Zorro, tejón, visón europeo, turón, nutria y otros carnívoros	
Altura	100 cm.; sobre el suelo.
Tipo de malla; Material	Malla soldada anclada al exterior de la malla de grandes mamíferos (refuerzo a utilizar en tramos específicos de conflicto de la infraestructura).
Densidad de malla (cm.)	Ancho = 1 – 15 cm.; Alto = 1 – 4 cm. dependiendo de la especie de destino.
Accesorios	Posibilidad de añadir una solapa de chapa metálica en la parte superior de la valla cuando la marta u otra especie trepadora supongan un problema.
Instalación	20 – 50 cm. enterrados para especies excavadoras como el zorro o el tejón.
Conejo, Liebre	
Altura	50 – 60 cm.; sobre el suelo.
Tipo de malla; Material	Malla soldada anclada al exterior de la malla para grandes mamíferos (refuerzo para secciones específicas de conflicto de la infraestructura).
Densidad de malla (cm.)	3x3
Accesorios	–
Instalación	Forma en L enterrada en el fondo (20 cm. verticales + 20 cm. horizontales).
Castor	
Altura	100 cm.; sobre el suelo.
Tipo de malla; Material	
Densidad de malla (cm.)	4x4
Accesorios	–
Instalación	20 – 50 cm. enterrado.
Anfibios y reptiles	
Altura	40-60 cm.; sobre el suelo.
Tipo de malla; Material	No es adecuada la malla. Valla de material opaco y liso como metal, hormigón o polímeros reciclables.
Densidad de malla (cm.)	
Accesorios	
Instalación	Enterrado o fijado correctamente al suelo sin dejar aberturas.

Tabla 10. Tipo de cercado recomendado por tipo de especie. (IENE Infrastructure&Ecology Network Europe, 2024).

DONDE / FECHA DE IMPLANTACIÓN

Junta de Andalucía, actuaciones en múltiples carreteras, entre otras: N-420, A-301, A-44, A-308, A-4.

Junta de Castilla León: SO-920 entre el p.k. 29+000 y el p.k. 32+800. Año 2005.

Diputación Foral de Gipuzkoa - Gipuzkoako Foru Aldundia: A-15. Abril 2022.

Diputación Foral de Bizkaia - Bizkaiko Foru Aldundia: BI-636 entre el p.k. 27+770 y el p.k. 29+137. Marzo-2019.

BI-636 entre el p.k. 26+560 y el p.k. 27+050. Noviembre-2020.

ESPECIE OBJETIVO

Fauna silvestre en general, según su diseño, especialmente jabalíes, ciervos, corzos.

COSTE APROXIMADO

Entre 13 €/m. y 53 €/m. (Junta de Castilla y León, Diputación Foral de Bizkaia - Bizkaiko Foru Aldundia, Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible).

EFFECTIVIDAD



Evidencias de reducción de la siniestralidad > 20%.

VALORACIÓN DE LA MEDIDA



- Elevada eficacia para evitar los siniestros con fauna.



- Posibles daños en las labores de desbroce de los márgenes.
- Elevado coste de instalación y mantenimiento.
- Constituyen una barrera física que limita gravemente el movimiento de la fauna, fragmentando el hábitat.

INFORMACIÓN ADICIONAL / OTRAS REFERENCIAS O VARIANTES



Figura 44. Refuerzo en vallado cinegético. (Xunta de Galicia).



Figura 45. Vallado cinegético reforzado. (Xunta de Galicia).

La Xunta de Galicia (Figura 44) realiza actuaciones de refuerzo en vías valladas para evitar el acceso de jabalíes y corzos (especialmente), tales como disponer una escollera a lo largo del vallado, enterrar la parte baja de la malla, sustitución de la malla existente por un cierre reforzado de seguridad de alta tracción, etc. En 2022 se instaló un cierre de seguridad de alta tracción en dos tramos. Ambas medidas han mostrado su efectividad:

- En la malla con escollera delante, no se encontraron más agujeros.
 - En el cierre de alta tracción instalado en 2022, se han reducido los siniestros.
 - Un cierre en buenas condiciones y bien instalado es una medida eficaz.
- La Xunta de Galicia realizó en la AG-64 (noviembre de 2023) un refuerzo del vallado en un tramo de la autovía aplicando una capa de hormigón sobre la berma de la carretera, con un ancho aproximado de 1,1 m. colocando el cierre perimetral por detrás de los postes de la barrera metálica existente, a una distancia de estos de unos 30 cm. aproximadamente, de modo que entre el borde del arcén y los 30 cm. por el lado exterior del cierre no pueda existir ninguna vegetación (Figura 45). De esta forma se evita la rotura de malla en las actividades de desbroce.

Junta de Castilla León: tras la instalación del vallado se observó una disminución de la siniestralidad del 33% (Tabla 11).

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Accidentes / antes del vallado	3	1	7	11	6				
Accidentes / después del vallado						2	0	2	3

Tabla 11. Evolución de la siniestralidad con fauna tras la instalación de vallado. (Junta de Castilla León).

ARQUETAS EN LOS PUNTOS DE INTERSECCIÓN ENTRE CERRAMIENTO Y CUNETAS

CLASIFICACIÓN

Continua / Discontinua

Física / NO Física

Consolidada / Piloto

DESCRIPCIÓN



Figura 46. Arquetas en los puntos de intersección entre cerramiento y cunetas. (Comunidad de Madrid).

Construcción de arquetas en los puntos de intersección entre cerramientos y cunetas adecuadamente protegidas (tramex, rejas) con el fin de evitar el acceso de los animales al interior del vallado (Figura 46).

DONDE / FECHA DE IMPLANTACIÓN

Comunidad de Madrid: M-501. Año 2018.

ESPECIE OBJETIVO

Todos los animales de tamaño medio, especialmente jabalí, zorro, gineta, conejo, tejón.

COSTE APROXIMADO

Sin datos.

EFFECTIVIDAD



Evidencias de reducción de la siniestralidad > 20%.

VALORACIÓN DE LA MEDIDA



- Medida de bajo coste.
- Mejora el funcionamiento del vallado.
- Sin agujeros y espacios que puedan causar daños a los animales.



- Requieren mantenimiento, controles periódicos frecuentes. Los tramex se taponan por acumulación de tierra, vegetación y basura, produciendo atascos en épocas de lluvias fuertes que pueden llegar a tumbar el cerramiento.
- Es fundamental asegurar el correcto estado de la valla perimetral evitando roturas y puntos de escape.

INFORMACIÓN ADICIONAL / OTRAS REFERENCIAS O VARIANTES

7.4.2. Sistemas de escape.

En aquellos tramos donde se ha instalado un cerramiento perimetral es necesaria la instalación de sistemas de escape que permitan que aquellos animales que logren entrar en la plataforma no queden atrapados entre el vallado y puedan retornar al exterior. Estos sistemas deben ser unidireccionales, permitiendo la salida de la fauna de la infraestructura e impidiendo su reingreso.

RAMPAS DE ESCAPE	
CLASIFICACIÓN	
Continua /  Discontinua  Física / NO Física  Consolidada / Piloto	
DESCRIPCIÓN	
Rampas adosadas a la parte interior del cerramiento con pendiente suave que permiten a los animales atrapados ascender y saltar al exterior, desde no pueden volver a entrar. Materiales: tierras compactadas, paredes laterales de madera tratada y rellenas con tierra y vegetación (Figura 47 y Figura 48).	
	
<i>Figura 47. Rampas de escape. (Diputación Foral de Bizkaia - Bizkaiko Foru Aldundia).</i>	
	
<i>Figura 48 Rampas de escape. (Google Maps. Galicia).</i>	
DONDE / FECHA DE IMPLANTACIÓN	
Diputación Foral de Bizkaia - Bizkaiko Foru Aldundia: BI-20 (Margen izquierdo vial p.k. 7+550). Mayo 2023. Xunta de Galicia: CG 2.2, entre el p.k. 9+000 y el p.k. 11+000 (Nadela a Sarria). Año 2022. AG-64 (Ferrol-Vilalba). Año 2022.	
ESPECIE OBJETIVO	
Todos los animales de tamaño medio – grande, especialmente corzo y ciervo.	
COSTE APROXIMADO	
15.000 €, incluyendo ejecución material del muro de escollera y relleno de tierras (Diputación Foral de Bizkaia - Bizkaiko Foru Aldundia). 167 €/Ud. de estructura de escape de fauna en vallado perimetral (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2021).	
EFFECTIVIDAD	
	Sin datos.
VALORACIÓN DE LA MEDIDA	
	• Proporcionan una salida a los animales que se han introducido en la vía. • No interfiere en la circulación de los vehículos al tener una elevación muy pequeña sobre el firme de la carretera. • Sin agujeros y espacios que puedan causar daños a los animales.
	• Requieren mantenimiento. • Posible reticencia del animal a saltar desde lo alto de la rampa. Podría evitarse instalando un falso escalón a media altura de la caída vertical. Puede consistir en una repisa que permita bajar en 2 tiempos, pero a la que el animal no pueda subir fácilmente desde el otro lado. • Es fundamental asegurar el correcto estado de la valla perimetral evitando roturas y puntos de entrada.
INFORMACIÓN ADICIONAL / OTRAS REFERENCIAS O VARIANTES	

PUERTAS

CLASIFICACIÓN

Continua /



Discontinua



Física / NO Física



Consolidada / Piloto

DESCRIPCIÓN

Puertas con muelles, basculantes, de varillas flexibles etc. según las especies a las que van destinadas (Figura 49).

Las puertas unidireccionales se abren únicamente hacia el exterior de la infraestructura y cerrándose de forma automática después de que el animal pase por ellas, ya sea por peso o por un mecanismo de cierre tensado.

Requiere una base dura para evitar que los animales excaven debajo de él y evitar que crezca vegetación que bloquee su correcto funcionamiento.

La Xunta de Galicia instaló a modo de prueba un sistema automático de escape consistente en una jaula con 2 puertas. El animal que entra en el vial accede a la jaula por una puerta, y en ese momento se activa con unos hilos un sistema mecánico de cierre de puertas, quedando el animal dentro de un recinto con una pequeña puerta por la que solo puede salir al exterior de la carretera.



Figura 49. Puertas de escape. (Xunta de Galicia).

DONDE / FECHA DE IMPLANTACIÓN

Junta de Andalucía.

Xunta de Galicia: Lugo, CG-2.2. Febrero 2022.

Comunidad de Madrid: M-501, de Quijorna a Navas del Rey. Noviembre 2014.

ESPECIE OBJETIVO

Todas las especies – según el tamaño de puerta instalada.

COSTE APROXIMADO

Portillo metálico y cerramiento de malla: 590 €/Ud. (Dirección General de Carreteras. Comunidad de Madrid, 2014 (revisión 2015)).

EFFECTIVIDAD



Sin datos.

VALORACIÓN DE LA MEDIDA



- Proporcionan una salida a los animales que se han introducido en la vía.
- No interfiere en la circulación de los vehículos al tener una elevación muy pequeña sobre el firme de la carretera.



- Requieren mantenimiento y revisiones periódicas ya que con frecuencia se oxidan quedando inservibles, o, permanecen abiertas constituyendo puertas de acceso al interior de tramos vallados con riesgo de siniestro.
- Solo permite el escape a animales de tamaño adecuado según la puerta instalada.
- Es fundamental asegurar el correcto estado de la valla perimetral adherida al paso evitando roturas y puntos de escape.

INFORMACIÓN ADICIONAL / OTRAS REFERENCIAS O VARIANTES

7.4.3. Pasos canadienses.

PASOS CANADIENSES		
CLASIFICACIÓN		
Continua /  Discontinua	 Física / NO Física	 Consolidada / Piloto
DESCRIPCIÓN		
 <i>Figura 50. Pasos canadienses. (Generalitat de Catalunya).</i>	Zanjas transversales a la carretera, de unos 30 cm. de profundidad y anchura mínima de 2,5 metros, cubierta por una reja metálica o un tramex. Los animales a través de la reja advierten la profundidad de la zanja y evitan pasar por no percibirlo como tierra firme. La longitud de la fosa varía en función de la especie, para ungulados se recomienda un mínimo de 2 m. en general y para ciervos de 3 m. Los fosos deben permitir la salida de los animales de pequeño tamaño que puedan caer en ellos, para ello se colocaran rampas de hormigón de escape con pendiente suficiente 30º (máximo 45º) y superficie rugosa o aperturas laterales para que puedan escapar. Así mismo, los fosos deben disponer de adecuados sistemas de drenaje que eviten que se inunden. Para ello basta con disponer en el fondo del foso, en el extremo que quede pendiente abajo, un desagüe. Cubriendo el foso se puede colocar una reja metálica o un tramex anclado al marco exterior del foso en un extremo y bisagras en el extremo opuesto de forma que se pueda levantar la tapa en cualquier momento para realizar labores de mantenimiento. La Figura 50, Figura 51, Figura 52 y Figura 53 muestran ejemplos de pasos canadienses que podemos encontrar en España.	
 <i>Figura 51. Pasos canadienses. (Comunidad de Madrid).</i>		
 <i>Figura 52. Pasos canadienses. (Google Maps. Galicia).</i>	 <i>Figura 53. Pasos canadienses. (Xunta de Galicia).</i>	
DONDE / FECHA DE IMPLANTACIÓN		
Generalitat de Catalunya: Carretera de acceso C-32 p.k. 122+000 (Pineda de Mar). Octubre 2024. C-32 p.k. 10+000 (Segur de Calafell). Octubre 2024. C-25 p.k. 110+000 (Sant Pere Sallavinera). Octubre 2024. Comunidad de Madrid: M-501, de Quijorna a Navas del Rey. Noviembre 2014. M-501 entre el p.k. 28+900 y el p.k. 28+850. Año 2022. Xunta de Galicia: CG 2.2, entre el p.k. 9+000 y el p.k. 11+000 (Nadela a Sarria). Año 2022. AG-64 (Ferrol-Vilalba). Año 2022. Gobierno de Navarra - Nafarroako Gobernua: Varias autovías, carreteras de interés general, de interés de la Comunidad Foral y locales. Diversas fechas de implantación.		
ESPECIE OBJETIVO		
Todas las especies: especialmente jabalí, ciervo.		
COSTE APROXIMADO		
25.000-35.000 €/Ud. (Comunidad de Madrid, Gobierno de Navarra - Nafarroako Gobernua).		
EFFECTIVIDAD		
	Evidencias de pequeña reducción de la siniestralidad.	

VALORACIÓN DE LA MEDIDA



- Sistema de fácilmente accesible para las labores de mantenimiento.
- Su instalación es sencilla y se realiza en suelo de dominio público.
- El uso de tramex antideslizamiento evita el deslizamiento de determinados vehículos como las motocicletas.
- No interfiere en la circulación de los vehículos al tener una elevación muy pequeña sobre el firme de la carretera.



- Requieren mantenimiento periódico: limpiando el fondo de hojarasca, tierra o cualquier otro material.
- Es fundamental asegurar el correcto estado de la valla perimetral adherida al paso evitando roturas y puntos de escape.
- Es necesario analizar y valorar el efecto acústico sobre las zonas próximas habitadas.
- Según el tipo de reja utilizada se pueden generar problemas de deslizamiento, provocando caídas de motoristas y molestias para el tráfico.
- Los espacios en el enrejado pueden causar daños a determinados animales.

INFORMACIÓN ADICIONAL / OTRAS REFERENCIAS O VARIANTES

Generalitat de Catalunya: La monitorización se realizará en otoño-invierno, cuando más desplazamientos de jabalíes se han detectado. Si bien no se dispone de datos numéricos, los gestores de las vías la consideran una medida de alta efectividad.

Comunidad de Madrid: en la M-501 (p.k. 28+900 y p.k. 28+850) se han reducido los atropellos de fauna.

7.4.4. Alfombras/placas eléctricas.

ALFOMBRAS ELÉCTRICAS. PLACAS ELÉCTRICAS

CLASIFICACIÓN

Continua /



Discontinua



Física / NO Física

Consolidada / Piloto

DESCRIPCIÓN



Huijser y Getty (2023).



C. Rosell.

Figura 54. Paso canadiense con alfombra eléctrica. (Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, 2024).

Figura 55. Placa eléctrica sobre el pavimento. (Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, 2024).

Al igual que los pasos canadienses el objetivo de estos dispositivos es evitar que los animales entren en la calzada de carreteras con cierre perimetral a través de los viales de acceso.

El sistema se compone de placas electrificadas que se disponen transversalmente en la calzada (Figura 54 y Figura 55). Las placas integran una malla metálica electrificada alimentada por paneles solares o baterías, y cuando un animal pisa la placa recibe una descarga eléctrica disuasoria que lo obliga a retroceder.

DONDE / FECHA DE IMPLANTACIÓN

Sin experiencias en España. No obstante, se va a probar su utilización en algunos enlaces de la AP-66, A-6 y A-67.

ESPECIE OBJETIVO

Animales salvajes, en especial los de mediano y gran tamaño (Osos y ungulados).

COSTE APROXIMADO

Sin datos.

EFFECTIVIDAD



Sin datos.

VALORACIÓN DE LA MEDIDA



- Su instalación es sencilla y se realiza en suelo de dominio público.
- No interfiere en la circulación de los vehículos al tener una elevación muy pequeña sobre el firme de la carretera.
- Sin agujeros y espacios que puedan causar daños a los animales.
- Buen comportamiento en las labores de mantenimiento de la vía (máquinas quitanieves, otra maquinaria)
- Permite el tráfico pesado sobre las placas (hasta 11.000 kg/m²).



- Requieren mantenimiento, controles periódicos.
- Requieren conexión a una fuente de energía.
- Es necesaria una adecuada regulación de la corriente eléctrica que emite la placa: lo que puede ser adecuada para evitar el paso de una determinada especie, puede ser mortal para otras.

INFORMACIÓN ADICIONAL / OTRAS REFERENCIAS O VARIANTES

Sin experiencias en España, pero con muy buenos resultados en Estados Unidos para osos y ungulados.

7.4.5. Vallados virtuales.

VALLADO VIRTUAL ACTIVADO POR SENSOR LUMÍNICO

CLASIFICACIÓN



Continua / Discontinua

Física / NO Física



Consolidada / Piloto

DESCRIPCIÓN



Figura 56. Vallado virtual activado por sensor lumínico. (Principado de Asturias).

El vallado virtual se basa en tecnologías lumínicas y acústicas que se activan en el momento del paso de un vehículo, creando una barrera de protección diseñada para disuadir o evitar que los animales próximos a la carretera la crucen en ese momento.

Estos dispositivos se activan con las luces delanteras de los vehículos que se acercan (hasta 200 m.), activando el sistema para producir señales de luz y sonido (adaptable según el tipo de fauna objeto) que genera molestias suficientes en los animales hasta espantarlos (Figura 56 y Figura 57).

Los componentes del vallado virtual se colocan a ambos lados de la carretera al trespelillo con una distancia aproximada de 25 m. Es imprescindible que todos los dispositivos estén interconectados, de forma que el primero en activarse lance una señal a los siguientes para que se activen de una manera rápida y eficaz. Funcionan autónomamente con un sistema de energía solar.

Durante el día, momento en el que la probabilidad de siniestro con fauna disminuye, los dispositivos quedan funcionalmente parados a fin de prevenir falsas alertas. Este modo diurno está vinculado al nivel de luz ambiental existente, debiendo estar configurado su umbral de desactivación para niveles superiores a 150 lux.



Figura 57. Vallado virtual activado por sensor lumínico. Esquema de funcionamiento. (Grupo EULEN Medio Ambiente).

DONDE / FECHA DE IMPLANTACIÓN

Junta de Andalucía años 2022 y 2023: Jaén: A-312, Linares.

Sevilla: A-481.

Córdoba CO-3012.

Junta Comunidades de Castilla - La Mancha: Ciudad Real.

Valorando la posibilidad de implantación en Guadalajara.

Xunta de Galicia: Proyecto piloto: AS-I, AS-17, AS-116 y AS-119.

Principado de Asturias: piloto en la zona de Pola de Siero.

Extremadura (EX206).

Junta de Castilla y León: Zamora: ZA-P-1511.

Palencia: CL-615.

Diputación Foral de Bizkaia - Bizkaiko Foru Aldundia: BI-623 (3,03 Km. entre el p.k. 31+033 y el p.k. 28+030). Mayo 2023.

ESPECIE OBJETIVO

Todas las especies. Lince, carnívoros y ungulados.

COSTE APROXIMADO

Dispositivos: 213 €/Ud. (no incluye IVA ni hitos de arista) (Grupo EULEN Medio Ambiente).

EFFECTIVIDAD



Evidencias de pequeña reducción de la siniestralidad.

VALORACIÓN DE LA MEDIDA



- Sistema autónomo. Funciona con paneles solares y baterías, sin necesidad de conectarse a una acometida eléctrica.
- No cambian los hábitos de los animales, puesto que solo se activan con el paso de los vehículos crean el cerramiento visual. Garantiza la conectividad ecológica, no penalizando el movimiento de las especies.
- Sistema que tienen en cuenta el animal y desplaza el problema. Incide sobre vehículo y sobre animal.
- Fácil de instalar.
- Bajo coste en comparación con otras medidas y obras.



- Requieren controles periódicos frecuentes para evitar posibles fallos del sistema de alarma.
- Posibles daños a las balizas en las labores de desbroce de los márgenes.
- Posible vandalismo.
- Requiere un periodo de pruebas y validación.

INFORMACIÓN ADICIONAL / OTRAS REFERENCIAS O VARIANTES



Figura 58. Señalización informativa a conductores. (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico MITECO, 2019).

Es recomendable completar la actuación con señalización informativa a los conductores, reducir la velocidad o puesta en alerta por el paso de tramos críticos (Figura 58).

Diputación Foral de Bizkaia - Bizkaiko Foru Aldundia: Parece que la combinación de los sonidos de los vehículos acercándose, con la activación simultánea de los dispositivos de vallado virtual a medida que avanzan los vehículos (un dispositivo cada 25 m.), incrementa el estado de alarma de los animales y el comportamiento de cautela. Se necesita más tiempo para analizar mejor la efectividad. Aunque puede resultar prematuro debido a la reciente implantación de la medida no parecen registrarse diferencias significativas en cuanto al número de animales atropellados.

La Junta de Andalucía ha reportado una reducción de los atropellos, a pesar de haber aumentado el número de ejemplares. La Tabla 12 recoge una comparación de los conteos de atropello de lince ibérico antes y después de la instalación del vallado virtual. Los porcentajes de cambio están ajustados a las diferencias de duración de los periodos de observación antes y después de la instalación.

Ubicación	Vilches A-312
Días de observación antes de instalar el dispositivo	1166
Atropellos antes de instalar el dispositivo	6
Días de observación después de instalar el dispositivo	375
Atropellos después de instalar el dispositivo	0
% cambio de atropellos tras la instalación	-100
Cambio significativo	No ($p=1$)

Tabla 12. Conteos de atropello de lince ibérico antes y después de la instalación del vallado virtual. (Salcedo Ortiz, 2024).

VALLADO VIRTUAL ACTIVADO POR SENSOR TÉRMICO

CLASIFICACIÓN



Continua / Discontinua

Física / NO Física

Consolidada / Piloto

DESCRIPCIÓN

El vallado virtual se basa en tecnologías lumínicas y acústicas que se activan al detectar un animal, creando una barrera de protección diseñada para disuadir o evitar que los animales próximos a la carretera la crucen en ese momento.

Estos dispositivos incorporan un sensor térmico que detecta la cercanía de un animal activando el sistema para producir señales de luz y sonido (adaptable según el tipo de fauna objeto) que genera molestias suficientes en los animales hasta espantarlos (Figura 59).

Los rangos de alcance, dependiendo del tamaño del animal y de la temperatura ambiente, detectan hasta 25 m., siendo recomendable la instalación de los dispositivos con una separación de 12-15 m. para generar el solape de los radios de acción del sensor térmico.

Esta medida está recomendada para la protección de áreas sensibles como isletas o accesos de autopistas y autovías.

El ángulo de detección del sensor térmico es de 150° en el eje horizontal y de 20° en el vertical, permitiendo cubrir un gran volumen de espacio.



Figura 59. Vallado virtual activado por sensor térmico. (Grupo EULEN Medio ambiente, 2024).

DONDE / FECHA DE IMPLANTACIÓN

Sin experiencias en España.

ESPECIE OBJETIVO

Todas las especies. Lince, carnívoros y ungulados.

COSTE APROXIMADO

Dispositivo: 252€/unidad (no incluye IVA ni hitos de arista) (Grupo EULEN Medio Ambiente).

EFFECTIVIDAD



Evidencias de reducción de la siniestralidad > 20%.

Experiencias desarrolladas en otros países ponen de manifiesto que se puede lograr reducciones de hasta un 90% de siniestros en lugares críticos de paso de fauna.

VALORACIÓN DE LA MEDIDA



- Identifica a animales salvajes en las proximidades de la carretera.
- No interfiere en la circulación de los vehículos al tener una elevación muy pequeña sobre el firme de la carretera.



- Requieren mantenimiento, controles periódicos frecuentes.
- Requieren conexión a una fuente de energía.
- Posibles daños a las balizas en las labores de desbroce de los márgenes.
- Posible vandalismo.
- Requiere un periodo de pruebas y validación.
- Es fundamental asegurar el correcto estado de la valla perimetral adherida al paso evitando roturas y puntos de escape.

INFORMACIÓN ADICIONAL / OTRAS REFERENCIAS O VARIANTES

Es recomendable completar la actuación con señalización informativa a los conductores, reducir la velocidad o puesta en alerta por el paso de tramos críticos.

7.5. Medidas para permitir la permeabilidad de fauna.

7.5.1. Ecoductos. Pasos de fauna superiores.

ECODUCTOS. PASOS DE FAUNA SUPERIORES			
CLASIFICACIÓN			
Continua / 	Discontinua	 Física / NO Física	 Consolidada / Piloto
DESCRIPCIÓN			
			
<i>Figura 60 Gamos pasando por el paso de Fauna de la M-501 en el p.k. 29. (Comunidad de Madrid).</i> Estructuras transversales a vía que permiten el paso seguro de la fauna de un margen a otro (Figura 60). Presentan una restauración completa de su superficie integrándose con el entorno, dando continuidad a la cobertura vegetal y a los hábitats situados a ambos lados de la infraestructura. Los tramos en los que la vía discurre entre desmontes son los más adecuados para la ubicación de estas estructuras, ya que los accesos pueden situarse al mismo nivel que el terreno adyacente. Deberá asegurarse la correcta instalación y mantenimiento del cerramiento perimetral.			
DONDE / FECHA DE IMPLANTACIÓN			
Gobierno de Navarra - Nafarroako Gobernua: Ecoducto en Autovía A-10, p.k. 22+000. Año 2023. Ecoducto en Autovía A-21, p.k. 29+000. Año 2010. Xunta de Galicia: Para vías de nueva construcción. Comunidad de Madrid: M-501 p.k. 29+000 y p.k. 35+000. Año 2007. Junta de Castilla y León: A-66: separación media entre pasos 3,4 Km. A-6: separación media entre pasos llega a ser de 2,8 Km. y 8,7 Km. Gobierno de Cantabria: A-67: la separación media en Palencia es de 3 Km. y en Cantabria de 1,9 Km.			
ESPECIE OBJETIVO			
Todas las especies tanto de vertebrados como invertebrados.			
COSTE APROXIMADO			
Coste variable en función de las características de la vía y del ecoducto. Referencias: 1.5 millones de euros, 5 millones de euros (Gobierno de Navarra - Nafarroako Gobernua en las estructuras construidas en la A-21 en 2010 y en la A-10 en 2023).			
EFFECTIVIDAD			
 Evidencias de reducción de la siniestralidad > 20%. <i>Alta efectividad al permitir la conexión completa del hábitat.</i>			
VALORACIÓN DE LA MEDIDA			
 - No interfiere en la circulación de los vehículos. - Permiten una conexión completa del hábitat al ser adecuados para facilitar el paso tanto de vertebrados como invertebrados. Facilitan la continuidad física entre fragmentos de hábitats seccionados por las carreteras. - Son muy utilizados por la fauna mayor, la cual es más reticente a usar otro tipo de pasos como los de drenaje transversal, si no tienen las dimensiones adecuadas. - Efectividad considerable combinado con malla de cerramiento.			
 - Requieren mantenimiento, para evitar un excesivo crecimiento de la vegetación en la parte central y la adecuada conservación de las plantaciones debido a la escasa profundidad del suelo en el tablero. - Los riegos de implantación periódicos son indispensables durante los primeros años, para favorecer el establecimiento de la vegetación. - Posibles usos inadecuados, en particular, evitar la instalación de vallados en fincas adyacentes que dificulten el acceso de los animales a la estructura o el acceso de vehículos a zonas reservadas para la fauna. - Es fundamental asegurar el correcto estado de la valla perimetral adherida al paso evitando roturas y puntos de escape.			
INFORMACIÓN ADICIONAL / OTRAS REFERENCIAS O VARIANTES			
La principal diferencia entre un ecoducto y un paso de fauna superior es que este tipo de pasos disponen de menor anchura, lo cual impone limitaciones para la restauración de hábitats. Por ello, mientras que la función primordial del ecoducto es conectar hábitats entre ambos márgenes de la vía, los pasos de fauna tienen como función principal facilitar el cruce de la fauna de un margen a otro.			

7.5.2. Pasos inferiores para fauna.

PASOS INFERIORES DE FAUNA		
CLASIFICACIÓN		
Continua / 	Discontinua	Física / NO Física 
DESCRIPCIÓN		
		Los pasos de fauna es preferible que tengan los accesos al mismo nivel que el terreno adyacente. Por ello si la vía discurre entre terraplenes se optará por pasos de fauna inferiores (Figura 61). Las banquetas laterales, o en su caso franjas secas de sustrato natural deben estar adecuadamente conectadas con el entrono en ambos márgenes. Si se encuentran a diferente nivel del terreno deberán construirse rampas de acceso. Para facilitar el acceso de los animales desde el entorno hacia las entradas de la estructura deben evitarse los obstáculos como escalones, socavones y otros elementos.
DONDE / FECHA DE IMPLANTACIÓN		
Junta de Andalucía: N-420, de Córdoba a Tarragona, entre el p.k. 81+000 y el p.k. 93+050. Comunidad de Cantabria.		
ESPECIE OBJETIVO		
Diversas especies, según el diseño y acondicionamiento. Ungulados, grandes carnívoros (oso, lobo y lince ibérico), micromamíferos, reptiles, anfibios.		
COSTE APROXIMADO		
Estructura 20.000/26.000 € (Ministerio de Transporte y Movilidad Sostenible, 2018).		
EFFECTIVIDAD		
		Evidencias de reducción de la siniestralidad > 20%.
VALORACIÓN DE LA MEDIDA		
 - No interfiere en la circulación de los vehículos.  - Requieren mantenimiento, controles periódicos frecuentes para evitar usos inadecuados de los mismos: cierres ganaderos para su utilización como cuadras o impedir el paso ganadero. - Al tener un crecimiento limitado de la vegetación presentan más dificultades para conectar hábitats que los pasos superiores. - Es imprescindible un buen drenaje del paso para evitar su inundación. - Es fundamental asegurar el correcto estado de la valla perimetral adherida al paso evitando roturas y puntos de escape.		
INFORMACIÓN ADICIONAL / OTRAS REFERENCIAS O VARIANTES		

OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL ADAPTADAS		
CLASIFICACIÓN		
Continua / 	Discontinua	Física / NO Física 
DESCRIPCIÓN		
Las obras de drenaje transversal (ODT) coinciden con vaguadas o fondos de valle que canalizan el desplazamiento de multitud de especies, por lo que su adaptación constituye un sistema eficaz para facilitar el paso de animales pequeños y medianos (particularmente de mamíferos). Son necesarias pocas modificaciones para realizar la adaptación: - Utilizar materiales adecuados (el acero corrugado no es compatible con el paso de fauna). - Construir banquetas laterales que se mantengan secas para evitar la inundación completa de la estructura. - Acondicionar adecuadamente las entradas, para evitar que el agua al salir cree pequeños barrancos. Todos los acondicionamientos que se realicen en los drenajes deberán garantizar que no se reduce su capacidad hidráulica. Si la ODT es de mayor altura que el vallado (>2 m.) debe dejarse sin vallar rematando el cerramiento contra las aletas a la cota de la solera. Si por el contrario es de menor altura, éste debe contornear toda la obra (Figura 62).		
		

Las banquetas laterales, o las franjas secas de sustrato natural deben estar adecuadamente conectadas con el entorno del paso en ambos márgenes. Si se encuentran a distinto nivel del terreno, deben construirse rampas de acceso que conecten el interior del paso con los márgenes del curso o vía de agua.

Para facilitar el acceso de los animales desde el entorno hacia las entradas de la estructura deben evitarse los obstáculos generados por escalones, socavones, etc.

En la Comunidad de Madrid se han construido banquetas en ODT, de 80 cm. ancho y 40 cm. alto, con bloques de hormigón, y cemento, naturalizadas en su parte superior mediante bolo de río y arena y se han dotado de rampas de acceso a ellas (Figura 63).



Figura 63 Obras de drenaje transversal adaptadas. (Comunidad de Madrid).

DONDE / FECHA DE IMPLANTACIÓN

Junta de Andalucía: N-420; A-301; A-308.

Gobierno de Navarra - Nafarroako Gobernua: NA-150 (término municipal de Egüés/Eguesibar). Año 2019.

Comunidad de Madrid: M-501 entre el p.k. 22+000 y el p.k. 40+000. Se construyeron entre diciembre de 2019 y agosto de 2020.

ESPECIE OBJETIVO

En función de sus dimensiones, grado y frecuencia de inundación pueden ser adecuados para todo tipo de fauna.

Comunidad de Madrid: zorro, tejón, gineta, jabalí, conejo, gato feral y montés, reptiles.

COSTE APROXIMADO

Construcción de banquetas laterales: 125-130 €/m. (Comunidad de Madrid).

EFFECTIVIDAD



Sin datos.

VALORACIÓN DE LA MEDIDA



- No interfiere en la circulación de los vehículos.
- Es una solución especialmente adecuada en aquellas regiones donde el régimen torrencial de las lluvias hace que estas estructuras sean de grandes dimensiones y se mantienen completamente secas durante la mayor parte del año.
- Son muy utilizadas cuando circula el agua por la ODT favoreciendo el paso de estas especies que de otro modo no pasarían.
- Las banquetas las suelen usar la mayoría de las especies aunque no discurra agua por la ODT.



- Requieren mantenimiento, controles periódicos frecuentes.
- Posible vandalismo.
- Requiere un periodo de pruebas y validación.
- Es fundamental asegurar el correcto estado de la valla perimetral adherida al paso evitando roturas y puntos de escape.
- No todas las obras de drenaje son adaptables: la totalidad del sistema de drenaje debe ser considerado como un paso bidireccional de fauna y estar desprovisto de estructuras de caída vertical (como pozos o arquetas) que impidan el retorno.

INFORMACIÓN ADICIONAL / OTRAS REFERENCIAS O VARIANTES

7.5.3. Sistemas de advertencia y canalización de animales en la calzada. Pasos de fauna a nivel.

SISTEMA DE ADVERTENCIA Y CANALIZACIÓN DE ANIMALES EN LA CALZADA. PASOS DE FAUNA A NIVEL

CLASIFICACIÓN

Continua /  Discontinua

 Física / NO Física

Consolidada /  Piloto

DESCRIPCIÓN

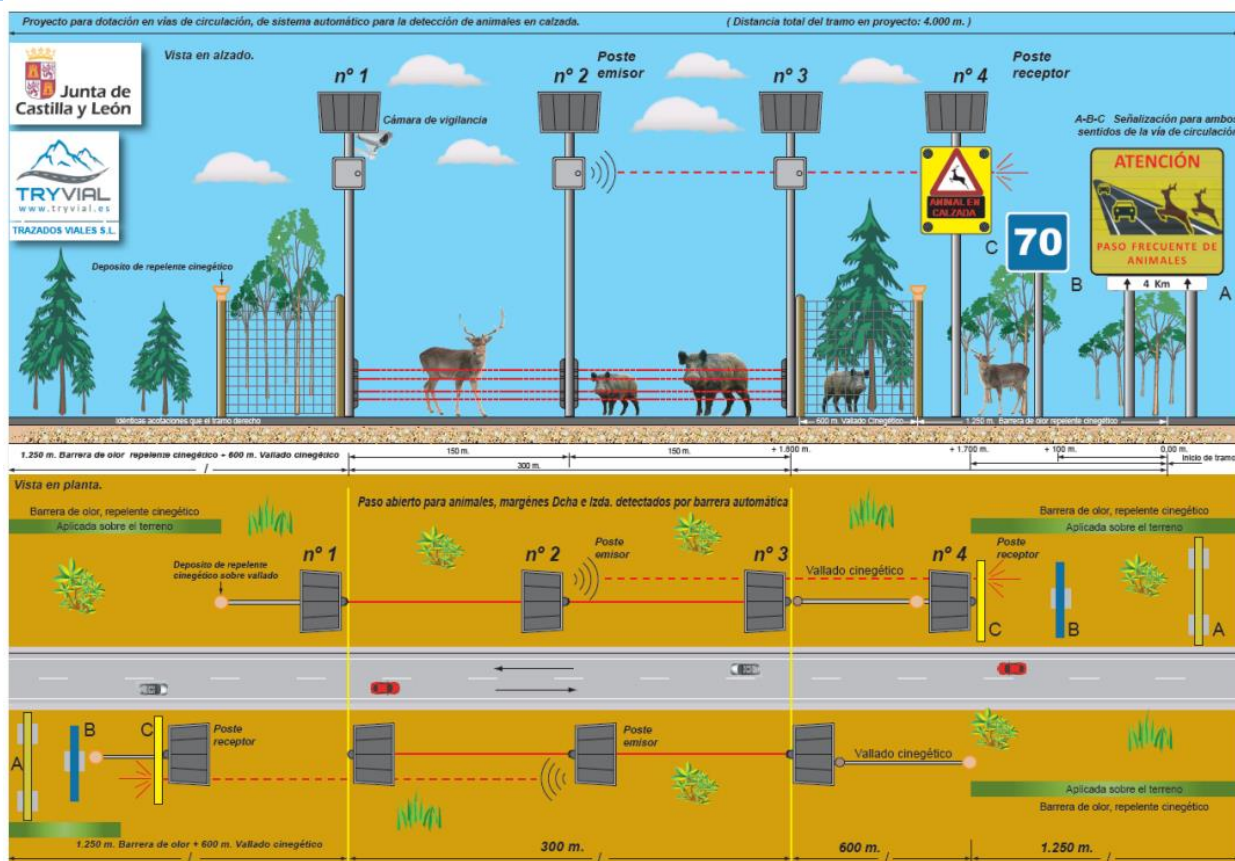


Figura 64. Sistema de advertencia y canalización de animales en la calzada. Pasos de fauna a nivel. Esquema de funcionamiento. (Junta de Castilla y León).

La actuación llevada a cabo entre los kilómetros 38 y 50 de la CL-615 (Figura 64 y Figura 65) contempla las siguientes acciones:

- Despeje de toda la vegetación en el dominio público de la carretera, dotando los márgenes con una barrera de olor, unos catadióptricos que reflejan la luz de los vehículos hacia la parte exterior de la calzada y unos emisores de ultrasonidos con la intención de ahuyentar a la fauna.
- Entre los kilómetros 19 y 23, se ha dispuesto una zona de paso de 300 m. franqueada por barreras de olor y vallado cinético en ambos extremos. Dicha zona de paso está equipada con sensores infrarrojos capaces de detectar el acceso de fauna desde alguno de los márgenes de la vía y activan un panel luminoso de alerta al conductor.

Es un sistema que por un lado canaliza el tránsito de animales hacia una zona conocida y señalizada y por el otro desarrolla un sistema de detección de animales en un tramo de accidentes recurrentes provocados por estos. Se utilizaron 4 tipos de elementos diferenciados:

- Barreras físicas y de olor, que solapan en los 600 m. más próximos a la zona de paso. En los 1,25 Km. restantes sólo hay barrera de olor. El objetivo de ambas es conducir a la fauna hacia la zona de cruce.
- Sensor para la detección del animal en la zona de cruce (líneas rojas en la figura).
- Unidad de transmisión (nº 2 y 3) de la detección, que procesa las señales de detección y emite un aviso por radiofrecuencia.
- Sistema de señalización (nº 4), que recibe el aviso de detección y avisa al conductor mediante carteles luminosos (véase imagen en parte inferior derecha de la figura).

El inicio del tramo en ambos sentidos está señalizado con carteles de lamas en Amarillo Flúor Reflexivo RA3 con cajetín de tramo de 4 Km., así como con una señal S-7 de velocidad aconsejada de 70 Km/h. El tramo libre para el cruce de animales debe de ser en una zona con una buena visibilidad en recta.

En colaboración con la DGT, se instala una cámara térmica experimental (nº 1) para comprobar si en el tramo de detección se produce el cruce de animales salvajes, cuantificarlos y analizar el comportamiento de los animales.



Figura 65. Sistema de advertencia y canalización de animales en la calzada. Pasos de fauna a nivel. (Junta de Castilla y León).

DONDE / FECHA DE IMPLANTACIÓN

Comunidad de Castilla y León, CL-615, de Palencia a Guardo. Años 2017 y 2018.

Generalitat Valenciana, N-330. Año 2023.

Comunidad Autónoma de La Rioja, LR-113 entre el p.k. 56+900 y el p.k. 57+100.

Castilla - La Mancha, N-330, Manzaneruela (Cuenca). Año 2023 (Industrias Saludes, 2023).

ESPECIE OBJETIVO

Todas las especies.

COSTE APROXIMADO

110.000 € (Junta de Castilla y León).

EFFECTIVIDAD



Evidencias de reducción de la siniestralidad $\geq 20\%$.

Se han instalado en algunos tramos de la red de carreteras observándose un factor de reducción de la siniestralidad de un 19% (Dirección General de Tráfico, 2019).

VALORACIÓN DE LA MEDIDA



- Permiten canalizar el paso de fauna salvaje por zonas especialmente señalizadas al efecto.
- Aunque los animales no lleguen a cruzar, la señalización advierte a los usuarios para que estén más alerta.
- Sistema autónomo. Funciona con paneles solares y baterías, sin necesidad de conectarse a una acometida eléctrica.
- Aumenta la credibilidad de la señalización de peligro de fauna y la probabilidad de que los conductores incrementen su estado de alerta y adecúen su velocidad.
- Sistema que tiene en cuenta el animal. No cambia hábitos ni desplaza el problema. Incide sobre vehículo y sobre animal.
- El conductor que tiene buena visibilidad ve al animal y frenará o adaptará su velocidad para dejar cruzar al animal y no colisionar con él.



- Requieren mantenimiento, controles periódicos frecuentes.
- Requiere un periodo de pruebas y validación.
- Es fundamental asegurar el correcto estado de la valla perimetral adherida al paso evitando roturas y puntos de escape.
- Posibles falsos positivos.

INFORMACIÓN ADICIONAL / OTRAS REFERENCIAS O VARIANTES

Esta medida puede complementarse mediante un balizamiento y cebreado de arcones para informar al conductor de la extensión del tramo afectado.

7.6. Otras medidas.

7.6.1. Utilización de Sistemas de Protección para Motoristas (SPM)

SISTEMA DE PROTECCIÓN PARA MOTORISTAS (SPM)		
CLASIFICACIÓN		
 Continua / Discontinua	 Física / NO Física	Consolidada /  Piloto
DESCRIPCIÓN		
		Experiencia piloto implantada en Girona en la que se ha instalado una barrera para protección de motoristas con el fin de evitar el acceso a la calzada de los animales, especialmente los jabalíes. Se han instalado 250 m. de barrera para protección de motoristas en un tramo recto con buena visibilidad, pero con alta concentración siniestros con animales salvajes (Figura 66).
<i>Figura 66. Barrera con SPM. (Diputació de Girona)</i>		
DONDE / FECHA DE IMPLANTACIÓN		
Diputació de Girona – experiencia piloto. GIV-5341 entre el p.k. 2+300 y el p.k. 2+550. Año 2024.		
ESPECIE OBJETIVO		
Jabalí.		
COSTE APROXIMADO		
40-50 €/m de sistema de contención con sistema de protección de motociclista, variable en función de la necesidad de contención. (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2021).		
EFFECTIVIDAD		
 Sin datos.		
VALORACIÓN DE LA MEDIDA		
 - Mejora la seguridad vial de los usuarios vulnerables de la vía. - Medida de bajo coste.  - Desplaza el problema a otro punto de la vía.		
INFORMACIÓN ADICIONAL / OTRAS REFERENCIAS O VARIANTES		

8. LA GESTIÓN.

Se incluyen en este apartado referencias a procedimientos de gestión relacionados con la siniestralidad vial con atropello de fauna que se ha identificado a lo largo del desarrollo de los trabajos.

8.1. Procedimiento de retirada animales muertos.

En 2023, el Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, a través de la Dirección General de Carreteras, aprobó la "Nota de Servicio 3/2022 de procedimiento de actuación de los equipos de conservación ante la presencia de animales muertos en la carretera" (Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible. Dirección General de Carreteras., 2022). El objetivo de la Nota de Servicio es establecer un procedimiento de actuación por parte de los equipos de conservación de carreteras del Estado ante la presencia de animales muertos en la carretera SANDACH (Subproductos de origen animal no destinados a consumo humano), dado el peligro que supone la presencia de estos animales en la calzada para los conductores.

"...La presencia de animales muertos en la calzada o en el arcén representa un peligro para los vehículos que circulan por las carreteras. Los restos de los animales muertos tienen que ser recogidos y gestionados de manera adecuada para evitar accidentes y su eliminación debe realizarse cumpliendo con la normativa existente al respecto para evitar riesgos para la salud pública y animal.

Existe legislación cuyo objeto es la gestión de los SANDACH (Subproductos de origen animal no destinados a consumo humano), sin embargo, la falta de especificación en el caso de encontrarse estos animales en las carreteras y la delegación de competencias en esta materia a las Comunidades Autónomas motiva la necesidad de establecer un procedimiento general de actuación ..."

La Nota de Servicio identifica las líneas básicas de actuación a seguir desde el momento de percepción de la existencia de un animal muerto en la carretera, su catalogación, caracterización e identificación, además de la metodología de actuación a seguir en cada uno de los casos.

Se establecen las bases para fomentar la coordinación entre administraciones, la toma de información relevante acerca de la fauna accidentada y su puesta en valor.

Así mismo se establece que *"...en los lugares que considere conveniente el Director del Contrato y la Demarcación, la empresa de conservación de carreteras correspondiente realizará estudios sobre los atropellos de fauna con los datos disponibles y estudiará y adoptará, en cada caso, posibles medidas para disminuirlos, mejorando la señalización vertical en las zonas donde se concentran los atropellos, instalando elementos disuasorios de fauna y mejorando el cerramiento existente y el mantenimiento de los drenajes transversales y pasos a distinto nivel que puedan ser utilizados por la fauna silvestre..."*

Se indica expresamente que *"...las medidas aplicadas deberán ser de efectividad contrastada o, en caso contrario, calificarlas como ensayo y que cuenten con seguimiento y posterior evaluación de la efectividad. En la medida de lo posible el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico recomienda aplicar las medidas recogidas en el Documento de Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales (2ª edición, 2015), así como en el Manual Wildlife and Traffic"*.

Esta nota de servicio establece que cada comunidad autónoma, de acuerdo con su competencia, define cómo debe realizarse la recogida, el transporte y la eliminación de los animales muertos, mediante normativa específica. La Tabla 13 recoge los procedimientos de actuación de algunas Comunidades Autónomas y Diputaciones Provinciales/Consells, que se han identificado a lo largo del desarrollo de estos trabajos:

Administración	Entidades que intervienen	Tiempo medio de retirada del animal muerto
Diputació de Barcelona	Las empresas de los sectores de conservación recogen los animales muertos y los llevan al crematorio.	60 minutos.
Diputación de Badajoz	Brigadas de emergencia 112.	
Diputació de Valencia	Teléfono de emergencias, Policías, Guardia Civil, COTA, Servicio de Conservación de carreteras, empresa de gestión e incineración de animales. El procedimiento es de atención EMERGENCIAS causadas por ANIMALES en calzada. Se recibe el aviso de forma centralizada. Este aviso lo puede realizar: el 112, agentes de la guardia civil, policía, COTA, particulares, vigilantes de Conservación, etc. Se registra una incidencia con ese aviso, con todos los datos necesarios, que se transmite al responsable de las emergencias de la conservación correspondiente, el cual envía un equipo con los medios adecuados para cubrir la emergencia detectada.	En días festivos se procede inmediatamente a la retirada del animal de la calzada, pero el transporte a la empresa incineradora podría retrasarse.

Administración	Entidades que intervienen	Tiempo medio de retirada del animal muerto
	En la vía se procede en primer lugar a la señalización y apartado del animal de la calzada para permitir la circulación, limpieza de calzada y el posterior traslado de los restos al Centro homologado de tratamiento de residuos.	
Diputació de Girona	Ante la presencia de un animal muerto el procedimiento es el siguiente: Aviso Mossos d'Esquadra (u otro). Salida retén de emergencia brigada propia. Transporte al contenedor del parque de conservación propio pertinente. Aviso de recogida de animal a empresa especializada para su traslado y destrucción (envío certificado de destrucción).	1,5 h.-2 h. desde el aviso.
Diputación de Huelva	Unidades comarcales de gestión de animales autonómicas y municipales.	
Deputación de Pontevedra	Se recibe el aviso del 112. Se traslada al jefe de brigada, que activa los medios humanos y materiales necesarios. En caso de que el animal esté muerto, se avisa a la empresa de gestión.	
Diputación de Segovia	Tras la llamada de Guardia Civil o particulares se procede a la retirada del animal, si se localiza. Cuando se trata de animales domésticos, se establece el contacto con Guardia Civil y Ayuntamientos para localizar a propietarios de los animales y que retiren el animal.	No supera en general una hora.
Diputació de Tarragona	Una vez se recibe el aviso de la presencia de un animal muerto o herido en la carretera (puede provenir de usuarios, cuerpos de seguridad, ayuntamientos, vigilantes de carreteras, etc.) se contacta con la empresa contratada para la retirada de animales, que se presenta en el lugar e informa a la administración titular de la vía de la presencia del animal y su estado (en ocasiones no se localiza el animal). A continuación, se recoge el animal y, cuando está muerto, se traslada a un centro de incineración para su eliminación. Si se trata de animales domésticos, se contacta con el ayuntamiento para identificar y localizar al propietario para que se haga cargo del animal. En el caso de animales salvajes, si están heridos se contacta con los agentes rurales para que se hagan cargo del animal, y si está muerto se retira y se procede a su incineración. Todas estas actuaciones quedan registradas con los correspondientes comunicados de las actuaciones, y periódicamente se emiten informes resumen de los animales retirados.	
Consell Insular de Mallorca	Existe un amplio marco normativo y regulador sobre este ámbito. El organismo competente en la gestión de los animales vivos abandonados o perdidos y muertos es el ayuntamiento. No obstante, excepcionalmente, si el ayuntamiento no actúa de manera inmediata, por razones de seguridad viaria el Contratista retirará el animal muerto de la calzada, en caso de que sea de pequeñas dimensiones (gatos, perros de medida pequeña o mediana, ...). El animal de pequeñas dimensiones retirado por el Contratista se transportará, con un vehículo inscrito en el registro para transportes SANDACH, a un gestor autorizado, a la incineradora o a un lugar de entierro permitido. Previamente mediante un lector de chip lo identificará y lo registrará a los efectos de posibles reclamaciones patrimoniales. La administración establecerá un protocolo de identificación de los propietarios de los animales a través del municipio donde esté registrado el animal. El Contratista custodiará el animal dentro de un congelador por un período mínimo de cuatro días, a partir del cual se programará su tratamiento como residuo. En caso de animales de grandes dimensiones (caballos, vacas, ...), el Contratista señalará el obstáculo y el ayuntamiento correspondiente lo retirará. En el caso de animales vivos, el Contratista acudirá al lugar donde está el animal vivo a efectos de señalar su presencia y de actuar de forma inmediata si es producto de un accidente que cause daños a la vía (habitualmente esta opción se producirá en vías de alta capacidad con cerramientos laterales). En atención a la responsabilidad patrimonial asociada en la que puede derivar el caso de posibles animales vivos en las vías de alta capacidad y la repercusión de esta responsabilidad hacia el Contratista, éste puede decidir realizar la retirada del animal vivo sin poder repercutir el coste de esta operación a la Administración. En el caso que el Contratista quiera hacerse cargo del animal vivo directamente, esta tarea tendrá que estar incluida en la evaluación de riesgos.	Se podría estimar en una hora aproximadamente (desde que se recibe el aviso).

Administración	Entidades que intervienen	Tiempo medio de retirada del animal muerto
Junta de Andalucía	Atienden la recogida de lince atropellados, junto con agentes de la autoridad (AMAs-CSMAEA, SEPRONA). Los cadáveres van al centro de análisis y diagnóstico (CAD) para la necropsia. Del resto de los animales, se encargan los servicios de conservación de carreteras.	
Xunta de Galicia	Según el estado del animal (se entiende animales heridos), si las Brigadas de Conservación no pueden retirarlo, en algunas ocasiones se recurre al coto más cercano, otras se solicita apoyo de Policía Local o Guardia Civil, incluso de un veterinario con el objetivo de darle muerte, en caso de que sea necesario. Como entidad, para la retirada de animales muertos, independientemente de que sea siniestro o no, es la empresa acreditada para ello.	Por motivos de seguridad vial, si el animal muerto está sobre la calzada se actúa de inmediato. Si está en el arcén o bermas se dispone de más tiempo, aunque no se suele superar la jornada laboral. Si está fuera de la plataforma se organiza la retirada coordinando con otros trabajos de conservación, en plazos no superiores a 48 horas. En todo caso en cuanto se pueda se retira el animal y se avisa a la empresa para su recogida.
Gobierno de Cantabria	Las entidades que intervienen son TRAGSA y Agentes del Medio Natural. Se aparta fuera de la calzada hasta su retirada para evitar que se generen nuevos accidentes	No se dispone de información del tiempo para la retirada de los animales muertos, es variable en función de si es doméstico o salvaje y su tamaño.
Junta Comunidades de Castilla - La Mancha	Los animales son retirados fuera de la calzada por el retén de guardia quien comunica al 112 y este último es quien se encarga de llamar a la Guardia Civil o a Medio Ambiente, según el tipo de animal, si hay un siniestro acude la Guardia Civil. El pliego de prescripciones técnicas del "Contrato de servicios para la prestación de medios de apoyo a las operaciones de conservación de carreteras con medios propios en la red autonómica de la JCCM" en su apartado 5.2- Operaciones Urgentes, actuaciones que deben realizarse inmediatamente a la detección de su necesidad, dice: "Retirada de la carretera y de las zonas adyacentes de animales vivos o muertos que entrañen un peligro para la seguridad vial. Posteriormente la empresa adjudicataria será responsable de realizar las gestiones necesarias para su correcta retirada según la legislación vigente. De igual manera, si el animal resultase herido la empresa adjudicataria será responsable de realizar las gestiones necesarias con el órgano de la Administración competente en la materia"	
Junta de Castilla León	La empresa de conservación de la carretera, SEPRONA o al Servicio Territorial de Medio Ambiente por donde discorra la carretera. No hay un protocolo definido.	
Junta de Extremadura	Las entidades intervinientes en siniestros con animales muertos son Ayuntamiento Guardia Civil, Consejería Medio Ambiente. Las entidades intervinientes en la gestión son diferentes según el tipo de animal; doméstico, en cuyo caso compete al Ayuntamiento y Policía Local o bien salvajes, son competencia de la Guardia Civil.	Recogida inmediata de animales muertos en calzada (evita carroñeros y rapaces). Depende del tipo de animal. Respecto del tiempo medio de retirada no hay información precisa, pero se resuelve con seguridad antes de 24 horas si ha habido notificación al 112.
Generalitat de Catalunya	El protocolo de retirada de animales muertos consiste en avisar inmediatamente al parque de conservación. Se registra la hora de aviso y la hora de finalización	En caso de ser entre las 24-7 h. y se indique que no representa un peligro, no se avisa hasta la mañana siguiente.

Administración	Entidades que intervienen	Tiempo medio de retirada del animal muerto
Generalitat Valenciana	Se contemplan varios casos: 1. Retirada de restos de animales salvajes: se avisa al Centro de Gestión de Servicios de Movilidad (CEGESEM) para que contacte con la empresa de contratista de la zona de conservación a la que pertenezca la carretera, y esta a su vez gestiona la retirada del animal con la gestora de residuos animales que tenga contratada. 2. Retirada de restos animales domésticos: corresponde al Ayuntamiento del término municipal en el que se encuentre el animal. 3. Animales heridos: se encarga la Guardia Civil.	
Diputación Foral de Gipuzkoa - Gipuzkoako Foru Aldundia	Acude el equipo de vigilancia de conservación de la zona, introduce al animal en una bolsa y lo deja en la cuneta (o borde de la calzada). Finalmente, se avisa a un gestor de animales muertos para que acuda al lugar y lo retire.	
Diputación Foral de Bizkaia - Bizkaiko Foru Aldundia	Los contratos de conservación integral de carreteras prevén un servicio de atención a incidencias que incluye la retirada urgente de animales muertos que puedan suponer un riesgo, afección o limitación para el tráfico, así como la reparación de roturas en vallas de cierre que puedan facilitar el acceso de animales a la calzada. En la gestión de animales heridos o muertos en la calzada tras un siniestro interviene principalmente el adjudicatario del contrato para la conservación integral de carreteras del área correspondiente. Éste es el encargado de realizar la retirada de animales muertos y asegurar la seguridad vial en la zona afectada. El protocolo esquemático para seguir es el siguiente: • Detección del animal herido o muerto: Puede ser notificado por usuarios de la carretera, fuerzas de seguridad o el propio equipo de conservación. • Aviso al adjudicatario: Una vez recibida la alerta, se contacta con la empresa encargada de la conservación integral de la carretera. • Intervención de los operarios: El adjudicatario envía un equipo al lugar del siniestro para retirar el animal, asegurando que no interfiera con la circulación ni cause nuevos accidentes. • Coordinación con autoridades: En caso de animales heridos o especies protegidas, se puede coordinar con servicios veterinarios o agentes medioambientales. • Retirada y limpieza: El animal es retirado y se asegura la limpieza de la calzada para restablecer la seguridad vial.	Las actuaciones suelen ser inmediatas para garantizar la seguridad del tráfico

Tabla 13. Referencia a procedimientos de gestión de animales muertos en diferentes regiones de España (Administraciones de Carreteras).

8.2. Traslado de fauna.

En raras ocasiones el animal resulta herido y se encuentra en los alrededores de la carretera o, sin estar herido, se encuentra atrapado dentro de la vía. En estos casos no existe en las administraciones de carreteras, en general, un protocolo que regule la actuación en el caso de encontrar un animal herido en una carretera o atrapado dentro de la zona vallada.

En términos generales, las actuaciones se llevan a cabo de manera coordinada, con la participación de varias entidades:

- Usuarios de la carretera: Son normalmente quienes avisan a las autoridades sobre la presencia de animales vivos en la calzada.
- Autoridades: Emergencias 112, Guardia Civil, Ertzaintza, Mossos, Policía local. Reciben la notificación y, en caso de ser necesario, intervienen para gestionar el tráfico y asegurar la zona, evitando posibles accidentes.
- Adjudicatario del contrato de conservación integral de carreteras: El equipo de mantenimiento de carreteras puede ser notificado para apoyar en la retirada del animal y restablecer el tráfico.
- Servicio de Protección de la Naturaleza (SEPRONA) de la Guardia Civil / Agentes Rurales.
- Servicios municipales de los Ayuntamientos (no existen en todos los casos) y, en ocasiones, pueden contar con la intervención de las administraciones locales.

- Centros de Recuperación y acogida de animales, especializados en el tratamiento de animales heridos y/o enfermos para su recuperación y posterior liberación en el medio natural o, si esto no es posible, su integración en programas de conservación ex situ o de educación ambiental. Existen centros de este tipo en casi todas las provincias de España.

Aunque la situación no se presenta de manera muy frecuente, retirar un animal vivo o herido de la vía pública supone un problema para los gestores de las vías, puesto que es frecuente que sea necesario recurrir al uso de tranquilizantes, y las entidades que se han citado anteriormente no siempre disponen de los medios necesarios para realizar estas tareas. En las conclusiones de este estudio se hace referencia a la necesidad de mejorar este ámbito de trabajo de manera coordinada con todas las entidades que intervienen.

8.3. Sobreabundancia de determinadas especies.

Como ya se ha citado al inicio de este documento, en los últimos años los animales están alterando su comportamiento, expandiendo sus áreas de campeo, llegando a adentrarse en zonas urbanas y peri-urbanas, playas, parques, y atravesando infraestructuras de transporte, con el consiguiente riesgo para las personas y para los propios animales. Además, se reconoce una sobreabundancia de determinadas especies que conlleva efectos adversos, por daños a la agricultura y silvicultura, riesgo para la seguridad vial, al aumentar la posibilidad de colisiones entre vehículos y animales, e infecciones que pueden tanto ser compartidas con seres humanos, como es el caso de enfermedades transmitidas por garrapatas, o con el ganado, como la peste porcina africana.

Existe una cierta incertidumbre acerca de la cuantificación de la población de animales salvajes, exceptuando los que están en peligro de extinción. En los trabajos de consulta realizados en el contexto de este estudio se ha identificado que, en general, no existe información actualizada sobre el número total de individuos que componen las poblaciones de las especies que se ven involucradas de manera más frecuente en la siniestralidad vial. El propio Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación reconoce un fuerte crecimiento del número de jabalíes en los últimos 40 años, así como una aceleración del crecimiento anual; ya en 2021 se estimaba que en España había en torno a 1.200.000 jabalíes, y se mencionaba que esa cantidad podría duplicarse en 2025 (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2021).

La Estrategia Nacional de Gestión Cinegética (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2022) contempla entre sus medidas las actuaciones para reducir los accidentes de tráfico, haciendo referencia a acciones focalizadas en mejorar la información disponible sobre tramos de especial siniestralidad, implantar medidas disuasorias en la infraestructura, informar a la población y controlar las poblaciones. La Estrategia contempla opciones para revitalizar y modernizar el sector cinegético y recoge afirmaciones como *"la actividad cinegética ha de visualizarse como aprovechamiento sostenible de un recurso renovable, en relación con el entorno en el que se desarrolla y con la necesidad imperante de ser compatible con otros usos y aprovechamientos como la agricultura, la ganadería. Ha de convivir con las actividades de ocio y recreo en el medio natural y como elemento de conservación de la tradición y de la cultura. Su gestión ha de favorecer la disminución de los accidentes de tráfico y la conservación de la biodiversidad, especialmente en lo que se refiere a las especies de flora y fauna en peligro de extinción"*.

Tal y como indica el Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos (IREC) *"...la sobreabundancia de una especie cinegética se produce cuando su densidad poblacional es lo suficientemente alta como para afectar a la vida o el bienestar de los humanos, a la condición de la propia especie, a otras especies de fauna silvestre y/o a los ecosistemas que la soportan, generando diversos conflictos y problemas. Por lo tanto, la gestión de esta sobreabundancia es imprescindible, y la caza, entendida como el aprovechamiento de un recurso natural renovable, se posiciona como la herramienta de gestión más sensata y viable..."*.

No todos los sectores tienen una visión homogénea y única sobre los problemas asociados a la sobreabundancia ni de los daños generados por la fauna. Es por ello, que no existe una solución única para la gestión de estos problemas, siendo recomendable buscar la solución óptima para cada caso en función de la diversidad de contextos ecológicos, sociales y logísticos, y desde una visión de consenso con todas las partes implicadas. Entre las posibles opciones para controlar este desequilibrio se pueden citar:

- **El fomento de la caza recreativa.** Para ello es necesario un diagnóstico adecuado y un seguimiento preciso de la sobreabundancia, además de la colaboración con las federaciones de caza. El vallado de los cotos de caza y su adecuada gestión es un ámbito de trabajo del máximo interés para reducir la siniestralidad vial con implicación de fauna.
- **Prácticas de caza selectiva.** Existen pocas experiencias, por el momento, relacionadas con la caza selectiva para reducir la sobrepoblación de algunas especies en nuestro país, salvo algún caso aislado en alguna región, en espacios protegidos o en las proximidades de zonas urbanas.

El "fomento del uso de la caza selectiva como herramienta de gestión para conseguir el equilibrio de las poblaciones" se contempla expresamente como una de las actuaciones para el control de ungulados

cinagéticos (acción 2.3.3.3) de la gestión de las poblaciones sobreabundantes (medida 2.3.3.) de la Estrategia Nacional de Gestión Cinagética (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2022).

Asimismo, el Plan Nacional de gestión a medio/largo plazo de las poblaciones de jabalíes silvestres para reducir el riesgo de entrada y difusión del virus de la peste porcina africana en España (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2021), establece entre las medidas una propuesta de acciones específicas para aumentar la presión cinagética sobre las poblaciones de jabalíes silvestres; estas medidas se centran en la eliminación de trabas administrativas para la caza, fomentar medidas de caza que favorezcan la reducción de la población (como fomentar la caza de hembras adultas, crías y jóvenes, o fomentar la caza del jabalí en cotos de caza menor y mayor durante todo el año) y otros métodos complementarios, como trampas y capturaderos o la contratación de controladores profesionales.

En casos donde se identifiquen sobrepoblaciones que puedan afectar negativamente al ecosistema, se pueden autorizar **controles poblacionales o batidas autorizadas**. Estos controles deben realizarse bajo estrictas medidas de gestión y supervisión, asegurando que se lleven a cabo de manera ética y efectiva, y siempre con personal autorizado.

- **Gestión adecuada del hábitat para adecuar la disponibilidad de recursos**, limitando los desplazamientos en busca de comida. Son prácticas que pueden resultar positivas a escalas pequeñas.
- El **control profesional**, mediante armas de fuego o trampas, puede ser útil en zonas urbanas o protegidas donde la caza está prohibida. Estas acciones son costosas y se limitan a intervenciones locales con un control muy exhaustivo.

9. MEDIDAS DE MAYOR IMPLEMENTACIÓN PARA REDUCIR LA SINIESTRALIDAD CON ANIMALES EN EL ÁMBITO INTERNACIONAL.

En este apartado se incluyen referencias de interés en relación con la siniestralidad vial con implicación de fauna en varios países del mundo.

9.1. Estados Unidos de América.

Situación actual

Se estima que cada año en Estados Unidos se producen más de un millón de colisiones entre automóviles y animales silvestres que representan un peligro para la seguridad humana y la supervivencia de la vida silvestre. El costo anual total asociado con estos siniestros se calcula en \$8.000.000.000, resultantes de decenas de miles de heridos graves y cientos de muertes en las carreteras de Estados Unidos. (Federal Highway Administration. U.S. Department of Transportation, 2024).

Medias puestas en marcha



Figura 67. Panel de aviso de zona área de migración de fauna (copyright: Marcel Huijser). (Federal Highway Administration (FHWA), 2008).



Figura 68. Señal de aviso de Fauna. Montaña Highway 83. (copyright: Marcel Huijser). (Federal Highway Administration (FHWA), 2008).

Señalización vertical.

Señalización de aviso a los conductores. Las señales de advertencia de fauna silvestre en la carretera son quizás la medida de mitigación de siniestralidad vial con implicación de animales que se aplica con más frecuencia (Figura 67 y Figura 68).

Dado que la eficacia de las señales de advertencia depende de la respuesta del conductor, es fundamental que las señales de advertencia sean confiables. Meyer investigó la eficacia de las señales de advertencia de ciervos en Kansas comparando los datos de siniestros antes y después de la instalación de las señales. No hubo evidencia de que la presencia de las señales de advertencia de ciervos hubiera resultado en menor siniestralidad. (Federal Highway Administration (FHWA), 2008).



Figura 69. Sistema de detección de animales. Highway 191 in Yellowstone National Park, Montana. Photo by Marcel Huijser, WTI. (University, Huijser, Whisper, & Hardy, 2006).



Figura 70. Sistema de detección y advertencia de ciervos a lo largo de la autopista 23 cerca de Marshall. Foto de Ken Hansen. (News for employees of the Minnesota Department of Transportation, 2012)

Sistemas de detección de animales.

Los sistemas de detección de animales utilizan sensores para detectar animales grandes a medida que se acercan a la carretera (Figura 69 y Figura 70). Las dos tecnologías más comunes para detectar animales en el entorno de la carretera son los sensores de cobertura de área y los sensores de ruptura de haz. (Federal Highway Administration (FHWA), 2009). Se muestra a continuación un análisis coste - beneficio del sistema según el tipo de animal (Figura 71 y Figura 72).

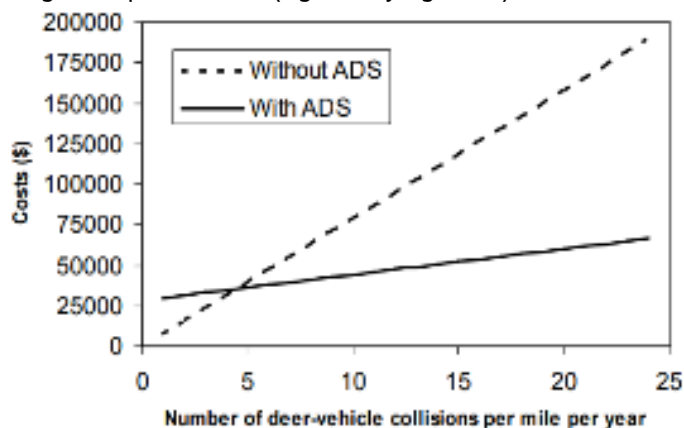


Figura 71. Análisis coste-beneficio del sistema de detección de animales. CIERVOS (University, Huijser, Whisper, & Hardy, 2006):

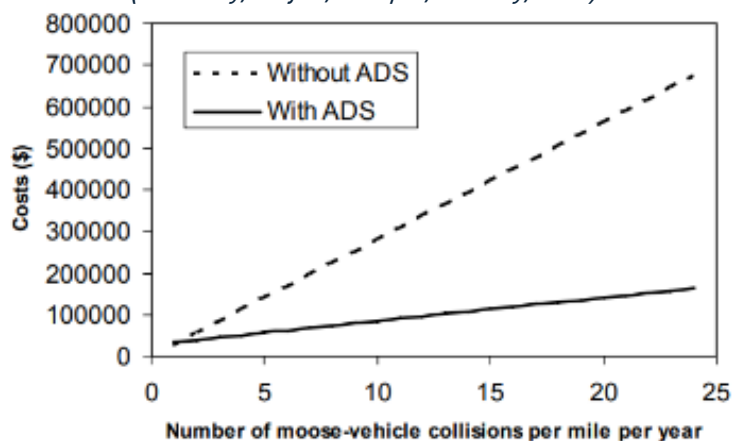


Figura 72. Análisis coste-beneficio del sistema de detección de animales. ARCES (University, Huijser, Whisper, & Hardy, 2006).

Efectividad: El Departamento de Transporte de Minnesota (MNDOT) (2012) llevó a cabo un proyecto piloto diseñado para detectar ciervos a lo largo de un tramo de carretera en el que los ciervos cruzaban la autopista con regularidad. Una señal de cruce de ciervos se iluminaba cuando se detectaba un animal cerca de la carretera, para informar a los conductores de que había fauna silvestre cerca. El tramo de la carretera en el que se instaló la tecnología experimentó una reducción del 57% en las colisiones entre ciervos y vehículos en 2007 y una disminución del 33% de estos choques en 2008. (News for employees of the Minnesota Department of Transportation, 2012)



Figura 73. Paso inferior de fauna. Florida (copyright: Marcel Huijser). (Federal Highway Administration (FHWA), 2008).

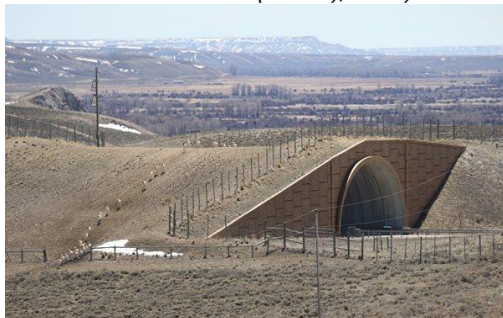


Figura 74. Paso de fauna salvaje en Wyoming (Departamento de Caza y Pesca de Wyoming) (America & Courtney Cole, 2024).

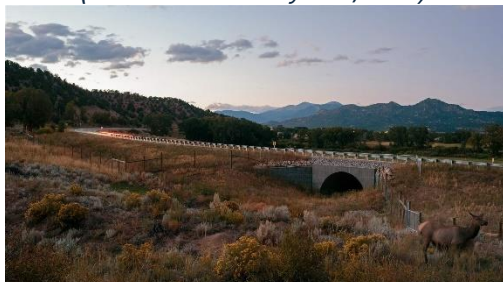


Figura 75. . Paso inferior de fauna. U.S. 285 próximo a Buena Vista, Colorado, Matt Staver & Getty Images (Pewtrusts, 2021).



Figura 76. Vallado cinagético. Wyoming. S. Gregory Nickerson Universidad de Wyoming. (Pewtrusts, 2021).

Pasos elevados y subterráneos con cercas.

Los pasos inferiores y superiores para fauna silvestre ofrecen oportunidades de cruce de carreteras seguras para una amplia variedad de especies, lo que les permite seguir moviéndose por el paisaje (Figura 73, Figura 74 y Figura 75). Estas estructuras se utilizan normalmente en combinación con vallas que impiden que los animales entren en la calzada canalizándolos hacia los pasos superiores e inferiores.

La ubicación, el tipo y las dimensiones de las estructuras de cruce deben planificarse cuidadosamente teniendo en cuenta las especies y el paisaje circundante. Por ejemplo, los osos pardos, los ciervos y los alces tienden a utilizar los pasos superiores para fauna silvestre en mayor medida que los pasos inferiores para fauna silvestre, mientras que los osos negros y los pumas utilizan los pasos inferiores con más frecuencia que los pasos superiores.

Otros factores que deben tenerse en cuenta son la vegetación en las inmediaciones de la estructura de cruce, el uso compartido por parte de los seres humanos y el tiempo que tardan los animales en conocer la ubicación de las estructuras y saber que su uso es seguro. (Federal Highway Administration (FHWA), 2008).

Efectividad: Pueden reducir los siniestros con animales grandes en más del 85 % en promedio.

En 2012, el Departamento de Transporte de Wyoming completó la construcción de un proyecto que incluía dos pasos elevados para fauna silvestre, seis pasos inferiores y 19 kilómetros de vallas para guiar a los animales hasta estos cruces por encima o por debajo de la carretera. En los tres primeros años posteriores a la construcción, decenas de miles de animales utilizaron las estructuras y las colisiones entre animales silvestres y vehículos se redujeron en un 80 por ciento. California está trabajando en el paso de fauna más grande del mundo, un proyecto que finaliza previsiblemente en 2025. Bautizado como Wallis Annenberg, se extenderá a lo largo de 10 carriles de tráfico. (America & Courtney Cole, 2024).

Vallas combinadas con estructuras de cruce de fauna silvestre. (Federal Highway Administration (FHWA), 2008)

Las vallas suelen ser de malla de alambre de 2 a 2,5 m. (6,5 a 8 pies) de alto, ubicadas de forma paralela a la calzada (Figura 76).

Efectividad. Numerosos estudios realizados en los últimos 20 años han demostrado que las cercas para fauna silvestre, con o sin estructuras de cruce para fauna silvestre, pueden reducir las colisiones con ciervos y otros animales grandes en un 87 por ciento en promedio (80-99 por ciento).

Si bien las vallas instaladas correctamente son muy eficaces para reducir las colisiones, deben instalarse con cuidado para evitar efectos no deseados, como la creación de una barrera absoluta que impida a los animales acceder al hábitat del otro lado de la carretera. Es más probable que los animales atraviesen las vallas si no se les proporcionan oportunidades de cruce seguro o si estas oportunidades son muy pocas, muy pequeñas o están demasiado separadas.

Para que las cercas reduzcan de manera confiable las colisiones con grandes mamíferos salvajes en un 80 % o más, se deben cercar al menos 5 kilómetros (3 millas) de la longitud de la carretera, incluida una zona mucho más allá de los puntos críticos conocidos de colisiones entre animales salvajes y vehículos. (Montana Department of Transportation, 2023).

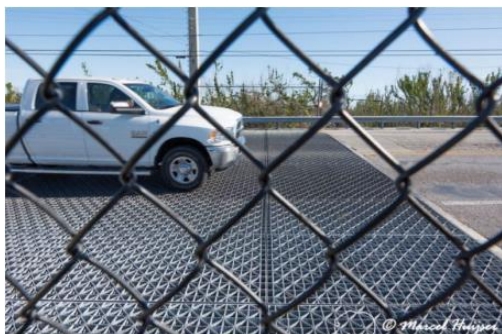


Figura 77. Paso canadiense. S Hwy 1, Big Pine Key, Florida, USA. (Nevada Department of Transportation (TPF), 2020).

Pasos canadienses (Figura 77).

Los pasos canadienses simples y anchos o los pasos de fauna (2.1-3.0 m.) pueden ser efectivos para algunas especies de ungulados, generalmente se recomiendan pasos canadienses dobles y anchos o pasos de fauna (4.6-6.6 m. (15-22 pies)) que consisten en barras redondas o material de rejilla de puente, situados sobre un foso, para los ungulados. Sin embargo, dichos pasos no representan una barrera sustancial para especies con patas, incluyendo muchas especies de carnívoros.

Efectividad: Un estudio realizado por el departamento de transportes de Montana pone de manifiesto que si bien son eficaces con algunas especies no lo son para todas. En el estudio realizado se puso de manifiesto que los lince son capaces de pasar andando por el marco de la rejilla. (Montana Department of Transportation, 2023).



Figura 78. Botón pulsador que activa el temporizador (apaga la electricidad durante 1 minuto) para peatones en un paso electrificado MT Hwy 200, Thompson Falls, Montana, EE. UU. (Nevada Department of Transportation (TPF), 2020).

Alfombras electrificadas o los pasos electrificados. (Figura 78).

Pueden ser una barrera evitar que los animales, especialmente los ungulados, salten la barrera, deben tener entre 4.6 y 6.6 m. (15-22 pies) de ancho.

Efectividad: Un estudio realizado por el departamento de transportes de Montana evaluó una combinación de pasos canadienses y alfombras electrificadas. El resultado fue una barrera casi absoluta tanto para ungulados como para otras especies (97,9 % de barrera para ciervos, 100 % de barrera para coyotes y osos negros); una mejora con respecto a los pasos canadienses sin alfombra electrificada (89,3 % para ciervos combinados, 54,5 % de barrera para coyotes y 45,5 % de barrera para osos negros). Según las imágenes, hay evidencia de que se aplica una descarga a los animales que tocan las alfombras electrificadas y que la mayoría de los animales responden regresando al lado del hábitat de la barrera. Específicamente para los osos, si no fuera por las barreras electrificadas, es probable que al menos 3 osos negros y 1 oso grizzly hubieran cruzado al corredor de la carretera cercada. (Montana Department of Transportation, 2023).

Definiciones de "tramos de especial siniestralidad con animales"

En Estados Unidos, no existe una definición única para identificar o clasificar tramos con alta riesgo de siniestralidad con fauna salvaje. A nivel local, muchos departamentos de transporte (DOTs) y agencias ambientales utilizan ciertos criterios para identificar estas zonas.

En **ARIZONA** se definen los "Animal-Vehicle Crash Hotspots". Para la identificación de estos puntos se analizaron los siniestros con animales entre 2014 y 2018 utilizando la herramienta de análisis de puntos críticos optimizado (OHSA) de ArcGIS. Se consideraron las 5 variables clave en el análisis de accidentes: (1) la longitud del segmento de la carretera, (2) el ancho del segmento de la carretera, (3) la distancia de búsqueda, (4) los años de los datos de accidentes y (5) la inclusión de intervalos de confianza., adoptándose como valores finales para cada una de estas cinco variables que se utilizaron para el análisis final de puntos críticos de accidentes entre animales y vehículos los siguientes (Tabla 14):

Longitud del segmento	Ancho del área de influencia	Área de influencia del análisis de la OHSA	Rango de años de los datos de accidentes	Intervalos de confianza
1 milla (5.280 pies)	200 metros (656,168 pies)	1 milla (1609 m)	5 años (2014-2018)	90, 95 y 99

Tabla 14. Valores finales de las variables utilizadas en el estudio maestro de los principales 25 puntos críticos de accidentes vehículo-animal en Arizona. (Arizona Department of Transportation, 2021).

En **NUEVO MÉXICO** el procedimiento para definir "WVC Hotspot" es similar al utilizado en Arizona considerándose las siguientes variables (Tabla 15):

Longitud del segmento	Ancho del área de influencia	Área de influencia del análisis de la OHSA	Rango de años de los datos de accidentes	Intervalos de confianza
1 milla (5.280 pies)	200 metros (656,168 pies)	1 milla (1609 m)	10 años (2009-2018)	95% y 99%

Tabla 15. Valores de las variables del modelo de análisis de puntos críticos optimizado (OHSA) utilizados para el mapa final de puntos críticos de colisión entre vehículos y fauna silvestre, julio de 2020. (New Mexico Department, 2022).

El modelo de puntos críticos de WVC dio como resultado 60 puntos críticos en todo el estado, con un total de 349 millas de carreteras de NMDOT. Los puntos críticos tenían una longitud que iba de 1 a 34 millas. La cantidad de colisiones con animales salvajes por milla por 10 años varió de 17,6 para el punto crítico principal a 1,0 para los puntos críticos del 50 al 60. Los puntos críticos se seleccionaron en función de la cantidad de colisiones con animales salvajes y vehículos.

En **VIRGINIA** se identifican "Wildlife-Vehicle Conflicts (WVC) Areas", los segmentos de carreteras que experimentan una alta incidencia de conflictos entre animales salvajes y vehículos. Se determinan mediante un análisis geoespacial utilizando dos bases de datos, Virginia Roads y Virginia Smart Roads.

Estrategias

La Ley de Inversión en Infraestructura y Empleos de 2021 (Pub. L. No. 117-58, 15 de noviembre de 2021), conocida como Ley de Infraestructura Bipartidista (BIL), estableció el Programa **"Wildlife Crossings Program"** (Programa de Cruces de Fauna) (Federal Highway Administration. U.S. Department of Transportation, 2024) con el objetivo de reducir la siniestralidad por colisiones con fauna y mejorar la conectividad del hábitat.

En el marco de este programa la Administración Federal de Carreteras (FHWA) desarrolla estudios con el objetivo de analizar las zonas de cruce de fauna, mejorar la conectividad de los hábitats y reducir las colisiones de vehículos con animales:

- Estudio e informe sobre buenas prácticas.
- Planes de acción estatales para el transporte y la vida silvestre.
- Formación de mano de obra con capacidad técnica.
- Metodología de toma de datos de colisiones y de fallecidos.
- Guía de umbrales nacionales de mitigación.
- Normas de diseño de pasos de fauna.

La Ley de Inversión en Infraestructura y Empleo de 2021, que el Congreso aprobó el 5 de noviembre y el presidente Joe Biden firmó como ley el 15 de noviembre, establece un programa de seguridad en los pasos de fauna silvestre que financiará infraestructuras mucho más estratégicas que las señales de tráfico. La ley prevé 350 millones de dólares a lo largo de cinco años para subvenciones competitivas a municipios, estados y tribus para la construcción de puentes, túneles, alcantarillas, vallas y otras infraestructuras que permitan el paso seguro de la fauna silvestre por debajo o por encima de las carreteras.

En diciembre de 2020 el Transportation Pooled Fund (TPF) (Fondo Común para el Transporte) financió un estudio titulado **"Wildlife Vehicle Collision Reduction and Habitat Connectivity"** (Reducción de colisiones de vehículos con fauna silvestre y conectividad del hábitat) (Transport Pooled Fund (TPF), 2020) cuyo objetivo era identificar soluciones rentables que integren la seguridad vial y la movilidad con la conservación de la fauna silvestre y la conectividad del hábitat, para ayudar a las agencias estatales y federales de transporte, gestión de tierras y vida silvestre a optimizar los esfuerzos para reducir los cruces de animales en las carreteras. Para ello se evaluaron nuevas tecnologías y mejoras a las medidas tradicionales, así como los costos correspondientes. El proyecto contó con la participación de asociaciones públicas y privadas creadas entre el Departamento de Transporte de Nevada (NDOT), la Administración Federal de Carreteras (FHWA), el Instituto de Transporte Occidental de la Universidad Estatal de Montana (WTI) y ARC (Animal Road Crossings).

El estado de Virginia dispone del **"Virginia Wildlife Corridor Action Plan"** (mayo 2023) cuyo objetivo es la protección de corredores para la vida silvestre y la reducción de conflictos entre vehículos y vida silvestre, como colisiones, para promover la seguridad de los conductores. (Virginia Department of Transportation, 2023).

Comentarios

Uno de los principales desafíos es mejorar la coherencia y precisión de la recopilación de datos sobre estos accidentes. Los datos inconsistentes e imprecisos dificultan la identificación y priorización de los tramos de carreteras que requieren mitigación.

Referencias

- Wildlife-Vehicle Collision Reduction Study: Report to Congress. (Federal Highway Administration (FHWA), 2008).
- Wildlife Vehicle Collision Reduction and Habitat Connectivity. (Nevada Department of Transportation (TPF), 2020).
- Wildlife Vehicle Collision Reduction and Habitat Connectivity Pooled Fund Study. (Western Transportation Institute. Montana State University, s.f.).
- Cost effective solutions: Best practices manual to reduce animal-vehicle collisions and provide habitat connectivity for wildlife. (Western Transportation Institute. M, 2022).
- TPF-5(358) part 2 - wildlife barriers: the effectiveness of electrified barriers to keep large mammals out of fenced road corridors (Nevada Department of Transportation, 2022).
- WILDLIFE CROSSING STRUCTURE HANDBOOK Design and Evaluation in North America (Federal Highway Administration (FHWA), 2011).
- Highway Crossing Structures for Wildlife: Opportunities for Improving Driver and Animal Safety (U.S. Department of Agriculture (USDA), 2021).

9.2. Canadá.

Situación actual

Según la base de datos nacional de accidentes mortales de Traffic Injury Research Foundation (TIRF), entre 2000 y 2020, fallecieron 570 personas en colisiones entre animales salvajes y vehículos, lo que representa el 1,1 % del total de fallecidos en accidentes automovilísticos. (Traffic Injury Research Foundation (TIRF), 2023). De estos 570 accidentes mortales con vehículos salvajes:

- El 52 % involucró a alces, el 32 % a ciervos y el 6 % a otros animales (bisontes, antílopes, osos, zorros, patos, coyotes, lobos, mamíferos más pequeños y aves).
- Aproximadamente 7 de cada 10 fallecidos (393) se debieron a colisiones con un animal.
- Aproximadamente 1 de cada 3 (177) fueron el resultado de desviarse para evitar chocar con un animal.
- Aproximadamente 2/3 de las muertes ocurrieron en verano y 1/3 en otoño, principalmente en julio (87) y junio (84).
- El mayor número de muertes ocurrió en Alberta (22% o 124 muertes), seguida por Ontario (17% o 95 muertes) y Quebec (16% o 89 muertes).

Se ha estimado el impacto financiero de los accidentes con fauna en hasta 200 millones de dólares anuales.

Medias puestas en marcha



Figura 79. Panel de advertencia de arces. Carretera Transcanadiense en el Parque Nacional del Banff. (copyright: Marcel Huijser, WTI). (Federal Highway Administration (FHWA), 2008).



Figura 80. Señal de aviso de fauna en carretera. (Leonard E. Sielecki, 2018).

Señalización vertical.
(Figura 79 y Figura 80).

Efectividad: sin datos.



Figura 81. Paso de fauna superior. Parque Nacional Banff (Parques de Canadá)

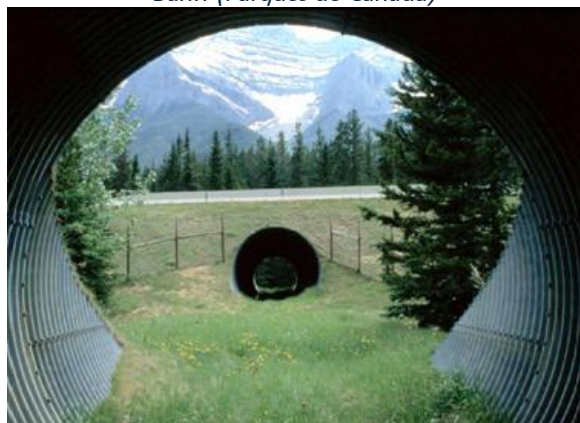


Figura 82. Paso inferior de fauna. Highway 1. Canadá. (Federal Highway Administration (FHWA), 2008).

Estructuras de paso y vallas para fauna silvestre (Canadian Council of Motor Transport Administrators (CCMTA)).

Los pasos inferiores y superiores para fauna ofrecen oportunidades de cruce de carreteras seguras para una amplia variedad de especies, lo que les permite seguir moviéndose por el paisaje (Figura 81 y Figura 82). Estas estructuras se utilizan normalmente en combinación con vallas que impiden que los animales entren en la calzada canalizándolos hacia los pasos superiores e inferiores.

Efectividad: El seguimiento realizado en los pasos de fauna de la autopista Trans-Canadá en el Parque Nacional Banff, desde 1996 a 2014, puso de manifiesto que existe una "curva de aprendizaje" para que los animales comiencen a utilizar los pasos de fauna silvestre después de la construcción. Algunas especies cautelosas, como los osos pardos, tardaron hasta cinco años en empezar a utilizar las estructuras de cruce; sin embargo, la mayoría de las especies las utilizan ahora para cruzar de forma segura la autopista Transcanadiense (TCH). Desde que se construyeron las primeras vallas y las estructuras de cruce, las colisiones entre fauna silvestre y vehículos han disminuido en más del 80%. Los osos pardos, los lobos, los alces, y los ciervos prefieren cruzar estructuras altas, anchas y cortas, mientras que los osos negros y los pumas tienden a preferir los pasos subterráneos largos, bajos y estrechos. Cuando las personas utilizan los pasos elevados, los animales tienden a utilizarlos menos. (Parks Canada. Government of Canada, 2022).



Figura 83. Sistema de detección de fauna salvaje. British Columbia, Canadá. (Leonard E. Sielecki, 2018).

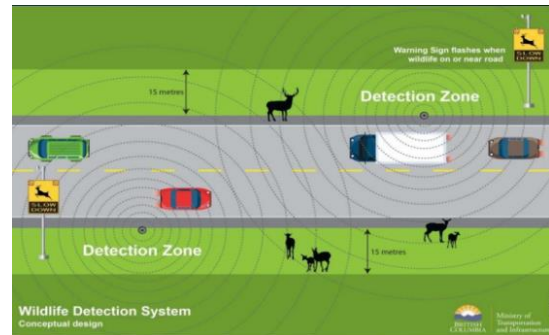


Figura 84. Esquema de funcionamiento del sistema de detección de fauna. British Columbia, Canadá. (Leonard E. Sielecki, 2018).

Efectividad: En los cinco años anteriores a la instalación del sistema, se registraron 11 colisiones entre animales salvajes y vehículos a lo largo del tramo de autopista tratado. En los cuatro años posteriores a la instalación del sistema, solo se informó de una colisión entre animales salvajes y vehículos.



Figura 85. Paso canadiense. Lake Louise, Canadá. (Nevada Department of Transportation, 2022).



Figura 86. Paso canadiense y alfombra eléctrica. Banff National Park, Canadá. (Nevada Department of Transportation, 2022).

Pasos canadienses y alfombras electrificadas.

En la autopista Trans-Canadá en el Parque Nacional Banff (Figura 85 y Figura 86) se están realizando investigaciones para probar el uso de "alfombras eléctricas" como un elemento disuasorio adicional para la fauna silvestre en ciertas intersecciones de las vallas de las carreteras. Una estera eléctrica producirá un leve "picor" en la pata, pezuña o nariz que la toque. Si bien la descarga no daña al animal, es de esperar que lo aliente a elegir otro camino que se aleje de la carretera. (Government of Canada. Banff National Park, 2022).

Efectividad: sin datos.

Definiciones de “tramos de especial siniestralidad con animales”

En Canadá, no existe una definición única para identificar o clasificar tramos con alta riesgo de siniestralidad con fauna salvaje. Si es posible encontrar definiciones locales.

En ALBERTA la Sección 3.3.2.1 del “Programa de seguridad contra colisiones entre animales y vehículos de Alberta Wildlife Watch (AWW), Análisis de lugares propensos a colisiones entre animales y vehículos”, identifica “Animal-Vehicle Collision Prone Location” (AVCPL – Localizaciones propensas a las colisiones entre vehículos y animales) como una ubicación de carretera en particular, identificada por la herramienta del sitio web de AWW como peligrosa para los automovilistas (y la vida silvestre) por tener una concentración estadísticamente significativa de cadáveres de animales de gran tamaño y donde ocurren con frecuencia incidentes de AVC (solución vehículo-animal). El análisis de AVCPL es la métrica principal que utiliza el Departamento para identificar y clasificar los lugares de carreteras que requieren planificación de mitigación. La herramienta del sitio web de AWW utiliza el software Kernel Density Estimate Plus (KDE+) para realizar el análisis de AVCPL (Bil et al. 2013, 2016). El análisis de AVCPL es un método estandarizado para clasificar los lugares propensos a colisiones entre animales y vehículos en toda la provincia. El método KDE+ primero identifica concentraciones no aleatorias de registros de cadáveres de animales y luego clasifica los grupos en función de su riesgo colectivo. La clasificación de los AVCPL significativos permite al Departamento optimizar la planificación de la mitigación a través del proceso de ejecución del proyecto.

Estrategias

La Estrategia de Seguridad Vial 2025 cuya visión es “Hacia el cero: las carreteras más seguras del mundo”, recoge un inventario de las mejores prácticas utilizadas en diferentes países en materia de seguridad vial que han resultado ser eficaces para reducir las muertes y lesiones graves.

Estrategias a nivel local:

ALBERTA - Alberta Transportation and Economic Corridors (TEC), en colaboración con Alberta Environment and Protected Areas, ha desarrollado el Programa de Vigilancia de la Vida Silvestre de Alberta (AWWP - Programa Alberta Wildlife Watch) (Alberta Transportation and Economic Corridors (TEC), 2023), tiene como objetivo mejorar la seguridad de los conductores y minimizar los impactos de las carreteras en la vida silvestre mediante la reducción de las colisiones entre animales y vehículos (AVC). El AWWP logra esto identificando áreas propensas a colisiones entre animales y vehículos en toda la red de carreteras provinciales y diseñando e instalando medidas de mitigación. En este marco ha publicado varias guías:

- Guideline for planning animal-vehicle collision mitigations (Guía para la planificación de mitigaciones de colisiones entre animales y vehículos) (Alberta Transportation and Economic Corridors (TEC), 2023).
- Guideline for planning wildlife crossing structures (Guía para la planificación de estructuras de paso de fauna Silvestre) (Alberta Transportation and Economic Corridors (TEC), 2023).
- Guideline for planning wildlife exclusion fencing (Guía para la planificación de cercas de exclusión de la fauna Silvestre) (Alberta Transportation and Economic Corridors (TEC), 2023).

Comentarios

- El Programa de Prevención de Colisiones con Animales Silvestres (WCPP, por sus siglas en inglés) se creó en 2001 como respuesta al creciente número y la gravedad de las colisiones de vehículos con animales silvestres en British Columbia.
- El Sistema de Reporte de Accidentes con Fauna (WARS, por sus siglas en inglés) es un programa integral que comenzó en 1978 para ayudar a mitigar los choques entre vehículos y fauna en la red de autopistas y carreteras de Columbia Británica. La información recopilada en el Sistema de Notificación de Accidentes con Fauna Silvestre (Ministry of Transport and Infrastructure. British Columbia, 2013) ayuda a:
 - Identificar lugares propensos a accidentes.
 - Realizar esfuerzos de mitigación, por ejemplo, pasos elevados para fauna silvestre, cercas, túneles, señales de advertencia.
 - Evaluar técnicas de mitigación.
 - Ayudar con la planificación de carreteras.
 - Analizar las relaciones climáticas y de tráfico para especies específicas.
 - Desarrollar perfiles de riesgo de accidentes para tramos de carreteras.
 - Establecer políticas y estrategias para la mitigación de accidentes.

Referencias

- TPF-5(358) part 2 - wildlife barriers: the effectiveness of electrified barriers to keep large mammals out of fenced road corridors (Nevada Department of Transportation, 2022).
- Wildlife-vehicle collisions in Canada: a review of the literature and a compendium of existing data sources (Traffic Injury Research Foundation (TIRF), 2012).
- Canadian Centre for Occupational Health and Safety (Canadian Centre for Occupational Health and Safety, 2024).
- Wildlife Collision Prevention Program. (British Columbia Conservation Foundation, s.f.).
- Wildlife-Vehicle Collisions in Canada 2000-2020 (Traffic Injury Research Foundation (TIRF), 2023).

9.3. Australia.

Situación actual

Las colisiones con animales se reconocen como un problema de seguridad vial en Australia y Nueva Zelanda, con un código específico para la recolección de datos en los informes de accidentes. Aunque estos incidentes representan una preocupación notable, suelen tener consecuencias menos graves en comparación con otros tipos de accidentes. Esta frecuencia relativa influye en las estrategias de seguridad tanto a nivel estatal como nacional. Ni Australia ni Nueva Zelanda mencionan a los animales en sus estrategias nacionales. A pesar de ello, realizan importantes esfuerzos para reducir y prevenir accidentes con fauna.

No existe una base de datos consolidada para la notificación de todas las colisiones con animales salvajes. Los datos notificados a través del Centro de Seguridad Vial tienden a no informar sobre las colisiones cuyo resultado es solo daño al vehículo, y no hay forma de cuantificar y notificar los accidentes casi fatales. Algunas estimaciones sugieren que 10 millones de animales mueren en las carreteras australianas cada año debido a colisiones con vehículos de motor (NRMA, 2022).

Según un informe de la aseguradora nacional AAMI (Aseguradora Nacional AAMI, 2024).

- Las colisiones con animales han aumentado un 22% interanual según los datos de reclamaciones de la aseguradora.
- Más del 40 % de los conductores australianos no prestan atención a las señales de advertencia de fauna silvestre, y la mayoría de los conductores (60 %) se desvían peligrosamente o frenan bruscamente para evitar chocar con un animal, poniéndose a sí mismos y a otros conductores en riesgo.
- Uno de cada diez australianos no sabe qué haría si chocara con un animal.
- Más de la mitad (54%) de los conductores australianos se han visto involucrados en una colisión con un animal, y la mayoría de estas colisiones ocurrieron en carreteras rurales y regionales.
- El análisis de más de 21.000 reclamaciones a la entidad por colisiones con animales en todo el país en 2023 puso en relieve que:
 - Las especies animales implicadas en la mayoría de los accidentes son: canguros, ualabíes, wombats, ciervos, perros, vacas, emús, cerdos, zorros y conejos.
 - Los meses más fríos son la peor época del año para las colisiones con animales. Casi el 60 % (58 %) de todas las colisiones con animales se producen entre mayo y octubre.
 - El anochecer es el momento más peligroso, una cuarta parte de los accidentes ocurren entre las 4:30 p. m. y las 8:00 p. m. El sábado es el peor día de la semana para los accidentes de tránsito relacionados con la vida silvestre.
 - El costo promedio de una reclamación de seguro supera los \$5000.

En aproximadamente el 16 % de las reclamaciones que involucraron a un animal solo en el último año, el daño al vehículo fue tan grave que el automóvil quedó inutilizable.

Medias puestas en marcha



Figura 87. Señalización vertical riesgo de animales en la carretera. Australia. (Driving Test).

Señalización de advertencia de peligro de fauna.

Australia tiene una gran cantidad de animales y aves que son lo suficientemente grandes como para causar un peligro en la carretera, si bien las normas de circulación son muy similares a otros países y regiones (Figura 87).

Efectividad: sin datos.



Figura 88. Control de velocidad. (NSW Government).

Control de velocidad.

En varias regiones de Australia, se han implementado reducciones de límites de velocidad con el objetivo de proteger la fauna local y mejorar la seguridad vial (Figura 88).

- En Phillip Island, los límites de velocidad se redujeron en varias carreteras debido a la alta tasa de accidentes y la presencia de fauna, tras estudios de la Universidad Deakin que mostraron que los atropellos eran más frecuentes en zonas con límites de entre 70-80 Km/h.
- En Camp Hill, Brisbane, se redujo el límite de velocidad en una carretera cerca de una reserva de koalas para mitigar el riesgo de colisiones, especialmente de noche.
- En Queensland, aunque no existen normas específicas para reducir límites de velocidad por la presencia de fauna, el proceso de revisión permite considerar factores como la seguridad de los conductores y la fauna.
- Algunos gobiernos locales, como el de Mornington Peninsula Shire (Victoria) (Figura 89), han implementado señales variables que advierten sobre la presencia de fauna como canguros y koalas en zonas de alto riesgo.

Efectividad: Las evaluaciones preliminares indican que la reducción de límites de velocidad puede mejorar la seguridad vial para conductores y animales al ofrecer al conductor un mayor tiempo para reaccionar.



Figura 89. Control de velocidad. (Mornington Peninsula Shire).



Figura 90. Cruce de cuerda plano. Australia (Fauna Crossing).



Figura 91. Cruce de cuerda en jaula. Australia (Fauna Crossing).

Pasos para fauna superiores e inferiores.

La gran cantidad de animales existentes en Australia ha llevado a adaptar los pasos de fauna a las diferentes necesidades de cada especie (Figura 92). Es posible encontrar, entre otros:

- **Cruce de cuerda plano:** diseñada para las distintas especies de planeadores y zarigüeyas de cola anillada (Figura 90).
- **Cruce de cuerda en jaula:** este cruce se realiza de tal manera que los marsupiales puedan planear y aterrizar en las partes superiores de la jaula. Por lo general, se desplazan principalmente por la sección superior de esta jaula y, cuando se ven amenazados por depredadores, se introducen en la jaula utilizándola como protección (Figura 91).
- **Obras de drenaje con troncos para Koalas.** Las obras de drenaje con adaptadas mediante un marco de postes que permite a los koalas y otras especies cruzar por debajo de las carreteras al otro lado (Figura 93).
- **Paso superior para Koalas.** Construido en forma de pórtico y una cerca en su parte superior. Aunque está diseñado específicamente para koalas, se espera que sea utilizado por otras especies como las zarigüeyas. Instalado en Gold Coast (Figura 94).

Efectividad: sin datos.



Figura 92. Puente de cangrejos. Foto: Wondrous World Images. (Christmas Island National Park).



Figura 93. Obra de drenaje adaptada para el paso de koalas. Australia. (Fauna Crossings).



Figura 94. Paso superior para koalas. Australia. (Fauna Crossings).



Figura 95. Poste para marsupiales planeadores. Australia (Fauna Crossings).



Figura 96. Poste para marsupiales planeadores Glide pole. Australia (The conversation, 2023).

Postes para marsupiales planeadores. (Figura 95 y Figura 96).

Estos postes son para marsupiales planeadores que no se desplazan por el suelo, sino que viven en los árboles y planean de árbol en árbol. Por lo que tienen problemas para cruzar carreteras o autopistas. Por lo general, la distancia que planean es de unos 25 a 30 metros. Por eso, los mástiles normalmente se colocan a una altura de unos 20 metros, dependiendo de la distancia que tengan que recorrer por la carretera, sobre otro mástil/poste o entre los árboles. A veces, pueden aterrizar a mitad del mástil del planeador subir a la cima, y volar de nuevo. (Fauna Crossings).

Efectividad: Sin datos.

Definiciones de "tramos de especial siniestralidad con animales"

No se dispone de una definición a nivel nacional de Tramos de especial siniestralidad con animales, si bien la aseguradora nacional AAMI publica, basándose en el análisis de reclamaciones recibidas en todo el país (más de 21.000 reclamaciones), mapas de puntos negros de atropellos de animales (Figura 97).

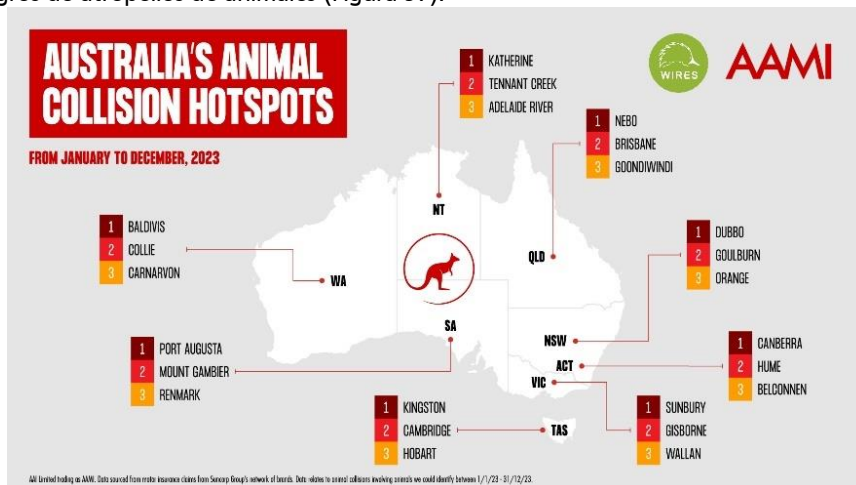


Figura 97. Puntos negros de colisiones con fauna en Australia. AAMI. (Suncorp group, 2024).

Estrategias

La Estrategia Nacional de Seguridad vial 2021-2030 (*National Road Safety Strategy 2021-30* (Infraestructura and Transport Ministers, 2021)) de Australia no menciona explícitamente la fauna, pero establece una estrategia integral para mejorar la seguridad en las carreteras que indirectamente puede beneficiar a la fauna salvaje al reducir la siniestralidad. Su enfoque incluye, entre otros, la implementación de límites de velocidad más bajos en áreas con un alto riesgo de accidentes, estrategias de señalización que alerten a los conductores sobre posibles peligros, y mejoras en la infraestructura para lograr carreteras más seguras para todos los usuarios. El planteamiento "Movimiento y Lugar" sugiere considerar la dualidad de las carreteras como corredores de transporte y espacios comunitarios, favoreciendo el control de velocidad y la protección de áreas específicas, que pueden estar habitadas por fauna nativa.

En la "New Zealand Road Safety Strategy 2020-2030" (también conocida como "Road to Zero") (New Zealand Government, 2019), los accidentes con fauna salvaje no se abordan de manera detallada, pero el enfoque general de la estrategia está alineado con mejorar la seguridad vial en diversas circunstancias, incluidas las áreas rurales y las zonas con alta biodiversidad. Esta estrategia tiene como objetivo reducir las muertes y lesiones graves en un 40% para 2030, y se implementa a través de planes de acción específicos, algunos de los cuales podrían influir indirectamente en la reducción de accidentes con animales al mejorar las infraestructuras viales y el comportamiento de los conductores.

Si bien las colisiones de vehículos con animales no se mencionan en las estrategias nacionales, existen muchos ejemplos de esfuerzos para reducir o prevenir estos accidentes tanto en Australia como en Nueva Zelanda.

Existen orientaciones de Austroads sobre cómo mitigar los riesgos de atropello de animales. La mayoría de las guías se elaboran de una forma lo suficientemente genérica que permita ayudar a identificar todos los riesgos (incluidos los que plantea la fauna salvaje) y mitigarlos. Por ejemplo, la *Austroads Guide to Road Safety Part 6: Road Safety Audits* incluye la posible presencia de animales entre las listas de riesgos que deben tenerse en cuenta en el diseño de las carreteras. La *Guía Austroads para el diseño de carreteras, Parte 6B: Entorno de la carretera*, Sección 2.2, ofrece orientaciones sobre la gestión de la fauna, incluidos los corredores para la fauna, los pasos superiores e inferiores para la fauna y el vallado.

Comentarios



(Wildlife Victoria, 2024).

El Proyecto Piloto de Reducción de Mortalidad de Fauna en Carreteras de Wildlife Victoria se crea para abordar el creciente número de animales heridos o muertos en las carreteras de Victoria (Las llamadas por incidentes con fauna en carretera están aumentando en promedio un 15% anual).

El Proyecto proporciona un marco de colaboración con las administraciones estatales y locales y esboza las principales estrategias de mitigación que pueden aplicarse para hacer frente al peaje que suponen las carreteras para la fauna salvaje y garantizar unas carreteras y unos usuarios de la carretera más seguros y una existencia más segura para los animales autóctonos.

Wildlife Victoria colaborará con gobiernos locales proporcionando datos sobre el impacto de los accidentes en la fauna y recomendaciones ajustadas al contexto y presupuesto de cada municipio. Apoyará en la implementación de estrategias y en la evaluación del éxito del proyecto.

Entre las posibles estrategias a implementar se incluye la revisión de límites de velocidad, la señalización vial para fauna, campañas de concienciación, formación en rescate de fauna, Soluciones para el desplazamiento de la fauna, vallado virtual, vallado cinético, pasos de fauna superiores y subterráneos y refugios para koalas, entre otros.

Con estas medidas se espera mejorar la seguridad vial, reducir gastos municipales, fomentar el turismo, contribuir a los objetivos estratégicos de los municipios, mejorar la relación con la comunidad y fortalecer la imagen del Consejo.



Figura 98. Silbato "RooBadge".
(Volkswagen.com.au).

Volkswagen ha desarrollado junto a expertos de la Universidad de Melbourne, "RooBadge" un dispositivo que emite sonidos de aves, depredadores y pasos de canguro para alertar a los animales sobre la presencia de vehículos. RooBadge se instala en el emblema frontal del vehículo y se activa de forma automática al entrar en una zona donde habitan los canguros, utilizando el GPS del vehículo para detectar estas áreas. Mediante una aplicación en el vehículo que utiliza datos de distribución de canguros crea un sonido de disuasión único para cada especie. (Tráfico y Tránsito, 2024).

Referencias

- Wildlife Road Safety Overview of wildlife road safety, and what can be done to improve road safety outcomes for our wildlife and all Australians. (NRMA, 2022).
- National Road Safety Strategy 2021–30. (Infraestructura and Transport Ministers, 2021).
- Wildlife Road. Toll Reduction Toolkit. Pilot Project. (Wildlife Victoria, 2024).
- New Zealand's Road Safety Strategy 2020-2030. Road to Zero. (New Zealand Government, 2019).
- Use of road underpasses by mammals and a monitor lizard in eastern Australia and consideration of the prey-trap hypothesis (Ross L., Rohweder, Brendan D., & Parkyn, 2022).

9.4. Japón.

Situación actual

Sin datos.

Medias puestas en marcha



Figura 99. Signs warning of crossing deer are a common sight in Hokkaido (Adventure Hokkaido, 2022).



Figura 100. Señalización de advertencia de peligro con fauna. Japón. (How to Japan, 2022).

Señalización de advertencia de peligro de fauna (Figura 99 y Figura 100).

Efectividad: sin datos.

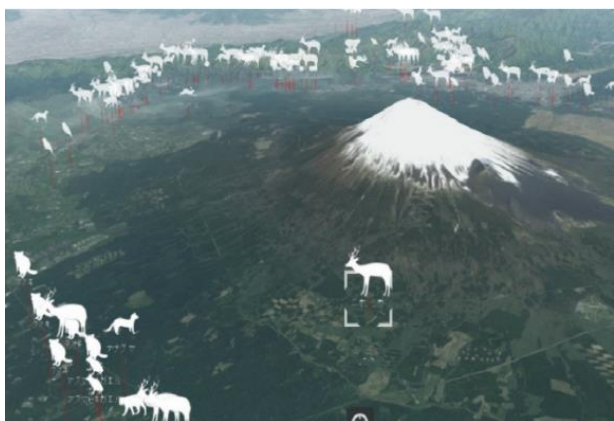


Figura 101. Imagen de un mapa que muestra las muertes por accidentes de tráfico con animales en la zona que rodea el monte Fuji. (Fotografía cortesía del profesor asociado de la Universidad Metropolitana de Tokio, Hidenori Watanabe) (The Mainichi, 2016).

Mapas de siniestralidad (The Mainichi, 2016) (Figura 101).

La Universidad Metropolitana de Tokio y un grupo local de protección ambiental han trabajado juntos para producir un mapa digital que muestra los lugares donde se han producido este tipo de muertes en el tráfico en el pasado.

Los mapas muestran las siluetas de los animales y al hacer clic en la imagen se revela la fecha y la hora en que se produjo el siniestro, así como una imagen de Street View de Google Maps que se tomó utilizando fotografías del lugar del accidente.

A pesar de que en 140 lugares diferentes de la zona hay señales de tráfico que indican "Cuidado con los animales", la iniciativa de mapeo también demostró que el número de accidentes no disminuía ni siquiera en los lugares cercanos donde se habían colocado dichas señales.

El mapa se puede consultar en: <https://animal.mapping.jp/>

Efectividad: sin datos.



Figura 102. Paso inferior para ardillas. Hokkaido. (Sonoda, Asari, & Minato, 2022).



Figura 103. Poste para vuelo de ardillas. Hokkaido. (Sonoda, Asari, & Minato, 2022).

Estructura de cruce para ardillas

Se encuentran: Pasos superiores (Figura 104), Pasos inferiores (Figura 102) y Postes para vuelo (Figura 103).

Efectividad: sin datos.

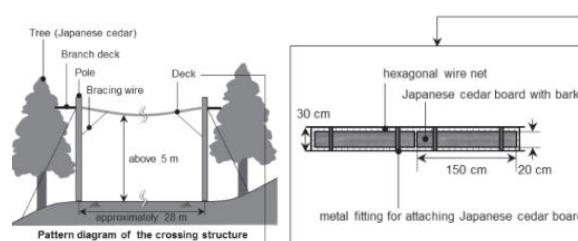


Figura 104. Esquema de una estructura superior de cruce para ardillas. Japón (Komatsu, Nakamura, & Yonemura, 2019).



Figura 105. Paso de fauna superior para mamíferos de tamaño mediano en el este de Japón. (Sonoda, Asari, & Minato, 2022).



Figura 106 Paso de fauna inferior para mamíferos de tamaño mediano y grande en el este de Japón. (Sonoda, Asari, & Minato, 2022).



**Pasos de fauna
(superiores e
inferiores) y vallado
cinagético** (Figura
105 y Figura 106).

Efectividad: sin
datos.

Definiciones de "tramos de especial siniestralidad con animales"

Sin datos.

Estrategias

Sin datos.

Comentarios

Sin datos.

Referencias

- Installation and Verification of the Effectiveness of a Crossing Structure for Japanese Squirrels in a Residential Development Project. (Komatsu, Nakamura, & Yonemura, 2019).
- The effectiveness of mitigation measures for reducing wildlife vehicle collisions and providing connectivity, Japan. (Sonoda, Asari, & Minato, 2022).

9.5. México.

Situación actual

En el periodo de estudio de 2016 a 2020, se registraron 5.302 siniestros con animales implicados, 2.008 víctimas y 188 fallecidos consecuencia de los mismos (Figura 107).



Figura 107. Evolución de las colisiones con animales en México. (Instituto Mexicano del Transporte (IMT), Mendoza Sánchez, García Roa, & Gradilla Hernández, 2022).

El número de siniestros con implicación de animales se mantuvo en un promedio de 1060 anual, por lo que no ha crecido, pero tampoco se ha reducido la exposición de este riesgo en las vías mexicanas.

Medias puestas en marcha



Señalización de advertencia de peligro con fauna. (Figura 108).

Efectividad: sin datos.

Figura 108. Señal de advertencia de peligro por fauna. México. (Observatorio de Movilidad y Mortalidad de Fauna en Carreteras en México, 2021).

DECRETO
"EL CONGRESO GENERAL DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, DECRETA:
SE ADICIONA UN ARTICULO 22 BIS A LA LEY DE CAMINOS, PUENTES Y AUTOTRANSPORTE FEDERAL.
Artículo Único.- Se adiciona un artículo 22 Bis a la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal, para quedar como sigue:
Artículo 22 Bis.- Para el diseño de nuevas construcciones de caminos, carreteras y autopistas, así como en la modernización de las existentes, la Secretaría, observando la protección y conservación de los ecosistemas, deberá contemplar, en su diseño y en su plan de conservación, la implementación de pasos de fauna.
Para los efectos del presente artículo se entenderá como pasos de fauna a las estructuras transversales a un camino, carretera o autopista con el objetivo de habilitar el paso seguro de fauna silvestre a los hábitat fragmentados por la construcción de dichas vías de comunicación.
Transitorios
Primero.- El presente Decreto entrará en vigor a los 90 días naturales siguientes al día de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.
Segundo.- El Titular del Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes deberá modificar la norma NLEO-3/07 correspondiente al libro legislación parte 3, "Ejecución de obras", en un plazo no mayor de 90 días naturales, contados a partir de la publicación del presente Decreto en el Diario Oficial de la Federación.
Ciudad de México, a 4 de octubre de 2023.- Dip. Marcela Guerra Castillo, Presidenta.- Sen. Ana Lilia Rivera Rivera, Presidenta.- Dip. Pedro Vázquez González, Secretario.- Sen. Claudia Esther Balderrama Espinoza, Secretaria.- Rúbricas."
En cumplimiento de lo dispuesto por la fracción I del Artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y para su debida publicación y observancia, expido el presente Decreto en la Residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, a 8 de noviembre de 2023.- Andrés Manuel López Obrador.- Rúbrica.- La Secretaria de Gobernación, Luisa María Alcalde Luján.- Rúbrica.

Pasos de fauna.

Su instalación se hace obligatoria en 2023 mediante la aprobación del artículo 22 Bis a la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal que se publicó el 15 de noviembre de 2023 en el Diario Oficial de la Federación. (Diario oficial de la Federación, 2023).

Efectividad: sin datos.

Definiciones de "tramos de especial siniestralidad con animales"

En México aún no hay información sobre tramos peligrosos con implicación de animales.

Estrategias

- Con el objeto de reducir la mortalidad de especies de fauna en las carreteras y su impacto en la seguridad vial, el Instituto Mexicano del Transporte desarrolló el Observatorio de Movilidad y Mortalidad de Fauna en Carreteras en México. El observatorio tiene como objetivo generar una base de datos, a partir de fotografías, de la movilidad de la fauna en carreteras o de los ejemplares atropellados en las carreteras; que fue denominado WATCH_{MX}.
- WATCH_{MX} (acrónimo de "Wild Animals in Transport Corridors and Highways"), es una plataforma creada para monitorear la fauna que cruza las carreteras en México, con el fin de desarrollar planes de mitigación que ayuden a evitar colisiones de los usuarios que utilicen la red vial del país, así como la pérdida de especies por atropello.

- En noviembre de 2020 se publica el Manual de diseño de pasos para fauna silvestre en carreteras de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Subsecretaría de Infraestructura. Dirección General de Servicios Técnicos.

En el año 2023 se reformó el artículo 22 Bis de la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal, que menciona que, para el diseño de nuevas construcciones de caminos, carreteras y autopistas, así como en la modernización de las existentes, la Secretaría, observando la protección y conservación de los ecosistemas, deberá contemplar, en su diseño y en su plan de conservación, la implantación de pasos de fauna.

Comentarios

En la Ciudad de México desde el año 2005 se comenzaron las labores de la Brigada de Vigilancia Animal (BVA) de la Secretaría de Seguridad Ciudadana (SSC), que se encarga de salvaguardar el bienestar de los animales, sustenta su actuación en la Ley de Protección a los Animales de la Ciudad de México. Una de sus funciones es el rescate o auxilio de animales silvestres en vialidades y Retiro de animales. (Gobierno de México. Secretaría de Seguridad Ciudadana., s.f.)

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) realiza acciones importantes para la protección de la fauna como la creación de nuevas Áreas Naturales Protegidas (ANP) que aseguran el hábitat para mantener la biodiversidad.

Referencias

- Publicación técnica No. 680 " (Instituto Mexicano del Transporte (IMT), Mendoza Sánchez, García Roa, & Gradilla Hernández, 2022)".
- Manual del diseño de pasos para fauna silvestre en carreteras (Dirección General de Servicios Técnicos. Ciudad de México, 2020).

9.6. Alemania.

Situación actual

- En 2023, el número de accidentes de fauna silvestre notificados en las carreteras alemanas también superó los 280.000. Desgraciadamente, en alrededor de 2.351 accidentes con animales salvajes resultaron heridas personas. Según las aseguradoras, el riesgo de que los conductores sufran daños es mayor en primavera y en otoño. (Automobilclub von deutschland (AvD), 2024).

Medias puestas en marcha



Figura 109. Señalización de advertencia de peligro por fauna. (Christian Trothe, 2016).



Figura 110. Señalización de advertencia de peligro por fauna. (Christian Trothe, 2016).

Señalización de advertencia de peligro por fauna.

Según el Reglamento Administrativo General sobre la Circulación Vial (VwV-StVO), la señal de tráfico 142, Paso de animales salvajes (Figura 109) sólo puede ordenarse en carreteras con tráfico rápido para determinados tramos de carretera en los que la fauna cruza con frecuencia la calzada. (Christian Trothe, 2016).

Efectividad: sin datos.

Señalización estacional de advertencia de peligro por fauna (Figura 110).

Permiten avisar del intenso tráfico de fauna. Su instalación requiere la autorización previa de la autoridad competente en materia de carreteras. Por lo general, la instalación se limita al periodo comprendido entre octubre y mediados de diciembre. (Christian Trothe, 2016).

Efectividad: sin datos.

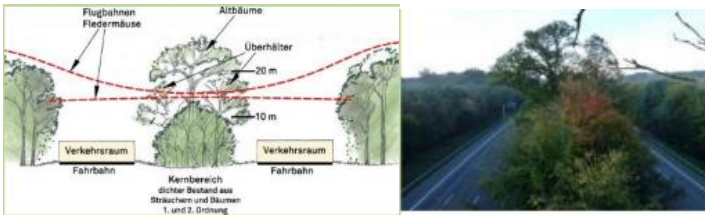


Figura 111. Mediana arbolada con función de hábitat para murciélagos. Fuente: Kortemeier Brokmann (Bundesanstalt für Straßenwesen (bast). Forschungsprogramm Straßenwesen, 2015).

Zonas arboladas en la mediana de la autopista con función de hábitat para murciélagos.

La autopista A 2 atraviesa una amplia zona boscosa en cuyas áreas casi naturales hay 14 especies de murciélagos, 10 de las cuales se han detectado en la mediana. Los murciélagos solo utilizan la mediana para sobrevolar a alturas de 10 a 20 m sobre el terreno. La mediana arbolada es de gran importancia como ayuda al sobrevuelo para los murciélagos (Figura 111). Debe tenerse en cuenta en todas las medidas de arboricultura. (Bundesanstalt für Straßenwesen (bast). Forschungsprogramm Straßenwesen, 2015)

Efectividad: sin datos.



Figura 112. Reflectores. (Christian Trothe, 2016).

Reflectores. (Figura 112).

Efectividad: Durante un periodo de cuatro años, se analizó la eficacia de dos medidas para prevenir accidentes con animales salvajes en 28 tramos de carretera seleccionados en Schleswig-Holstein. En las rutas equipadas con reflectores semicirculares azules, el número de accidentes se redujo entre un 41% y un 85% (63% de media). Aunque no se puede descartar un efecto de familiarización, las fluctuaciones en las cifras de accidentes de más del 200% que ya existían antes de la instalación de los reflectores no permiten identificar indicios claros al respecto. (Christian Trothe, 2016).

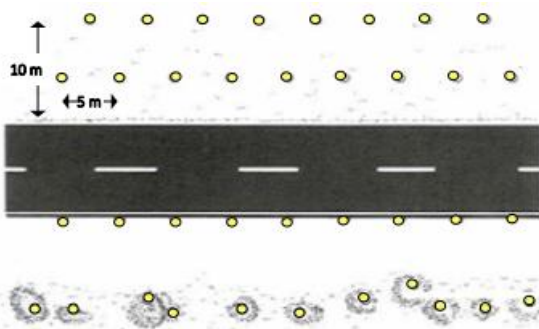


Figura 113. Aplicación de la valla perfumada. (HAGOPUR 2011, modificado). (Christian Trothe, 2016).

Repelentes olorosos, vallas olfativas (Figura 113).

Efectividad: Durante un periodo de cuatro años, se analizó la eficacia de dos medidas para prevenir accidentes con animales salvajes en 28 tramos de carretera seleccionados en Schleswig-Holstein. En las rutas equipadas con vallas aromáticas, el número de accidentes se redujo entre un 33 % y un 94 % (56 % de media) en los cuatro años del estudio en comparación con los años anteriores. Sólo en dos rutas el número de accidentes de fauna permaneció prácticamente invariable. (Christian Trothe, 2016).



Figura 114. Paso superior de fauna y vallado cinagético de Kiebitzholm, cerca de Bad Segeberg. Foto de : Servicio de fotografía aérea Bernot. (Süddeutsche Zeitung Magazine. Von Roland Schulz, 2018).

Pasos superiores a inferiores de fauna (Figura 114).

Efectividad: sin datos.



Figura 115. Vallado cinegético. (Interministerielle Arbeitsgruppe Wiedervernetzung BMU/BMVBS, 2012).

Vallados cinegéticos. (Figura 115).

Efectividad: sin datos.



Figura 116. Pasos para anfibios. (Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg, 2015).

Pasos para anfibios (Figura 116).

Efectividad: sin datos.

Definiciones de "tramos de especial siniestralidad con animales"

Sin datos.

Estrategias

Programa federal de reconexión (Bundesprogramm Wiedervernetzung) (Interministerielle Arbeitsgruppe Wiedervernetzung BMU/BMVBS, 2012). El Programa, aprobado en 2012, tiene como objetivo reconectar los corredores de hábitat cortados por la red de carreteras federales. No incluye medidas de otros modos de transporte ni medidas en la red de carreteras secundaria. Incluye un listado de los tramos de autopistas y carreteras federales de Baden-Württemberg, en los que se implementarán medidas para reconectar los hábitats a medio y largo plazo.

Comentarios

El estudio **Straßenausstattung und Fallenwirkung für Tiere** (Equipamiento vial y efectos de captura para animales) (Kramer-Rowold, Ehrentrud M, & Rowold, Wolfgang A, 2011) analiza el efecto trampa de diferentes elementos de estructuras y equipos viales cuando, dada la ubicación y construcción, los animales entran accidental o deliberadamente, no pueden volver a salir y tienen muchas probabilidades de morir. Suelen ser animales de grupos de especies especiales y estrictamente protegidas. Se creó un sitio web para presentar públicamente el proyecto de I+D (www.traps-at-streets.de). El ámbito de investigación incluía la red de transporte de los estados federados de Baja Sajonia y Renania del Norte-Westfalia. Se analizaron elementos de iluminación, pantallas insonorizadas, muros protectores de hormigón, protección de taludes y terraplenes, vallas de protección o barreras contra la fauna, drenajes, bordillos y puentes.

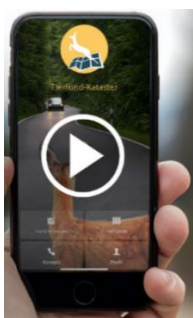


Figura 117. App para el registro de animales atropellados (Tierfund-Kataster).

App para el registro de animales atropellados (Figura 117) (Tierfund-Kataster) (Das Tierfund-Kataster). Permite un registro a nivel nacional, uniforme y específico, de los animales salvajes víctimas tanto de atropellados como de otras causas. Los datos se recopilan en una base de datos central donde se verifican y evalúan, con el objetivo de identificar los puntos críticos de accidentalidad con animales y actuar sobre ellos. Los datos recopilados también ayudan a detectar y contener enfermedades animales como la peste porcina africana y proporcionan datos sobre causas de muerte, como cercas o turbinas eólicas.

El catastro es un proyecto de la Asociación Estatal de Caza de Schleswig-Holstein y la Universidad Christian Albrechts de Kiel. El prototipo comenzó a funcionar en 2011. La Asociación Alemana de Caza (DJV) amplió el proyecto a toda Alemania en 2016.

Referencias

- Programa federal de reconexión (Bundesprogramm Wiedervernetzung) (Interministerielle Arbeitsgruppe Wiedervernetzung BMU/BMVBS, 2012).
- App para el registro de animales atropellados (Tierfund-Kataster) (Das Tierfund-Kataster).
- Landeskonzzept Wiedervernetzung an Straßen in Baden-Württemberg (Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg, 2015)

9.7. Bélgica.

Situación actual

No hay un patrón claro en el número de animales salvajes muertos de las carreteras belgas (Tabla 16):

Año	2019	2020	2021	2022	2023
Nº animales salvajes muertos	13.394	12.442	12.077	11.882	13.112

Tabla 16. Evolución de los animales fallecidos en carreteras de Bélgica. (Natuurpunt, s.f.).

Medias puestas en marcha



Figura 118. Paso inferior de fauna para anfibios y ovejas. Bélgica. Foto: Dieter Verschooren. (vrt nws, 2024).



Figura 119. Ecoducto. Bélgica. (Agentschap Wegen & Verkeer).

Ecoductos y ecotúneles (Agentschap Wegen & Verkeer).

Los ecoductos o puentes naturales (Figura 118 y Figura 119) garantizan que los animales puedan cruzar de forma segura. Se construyen principalmente en las carreteras y autopistas más grandes y están destinados únicamente a animales. Es importante que se eviten al máximo elementos humanos como el olor o el ruido. La vegetación de un ecoducto debe coincidir lo más posible con la del entorno. Se acompaña con vallado cinagético.

Efectividad: sin datos

	Nombre	Ubicación	Año de apertura
N25	Merdaalwoud	Oud-Heverlee	2004
E314	Mechelse Heide	Opgrimbie	2004
E19	Vorkempen	Loenhout	2011
E34	Área de Kempen Bélgica - Países Bajos	Mol Postel	2014
R0	Bosque de Sonian	Hoeilaart	2018
N25	Merdaalwoud	Oud-Heverlee	2020

Tabla 17. Ecoductos en Flandes. (Agentschap Wegen & Verkeer).

Ecotúnel combinado (Vlaanderen) (Figura 120).

Paso bajo una carretera tanto para animales como para personas. Hay un carril separado para el paso de animales y un carril para peatones, ciclistas, jinetes o tráfico local. Son especialmente útiles en situaciones con poco y lento tráfico.

Efectividad: sin datos.



Figura 120. Ecotúnel combinado. Bélgica. (Vlaanderen).

Obras de drenaje adaptadas (Agentschap Wegen & Verkeer).

Adaptación de las obras de drenaje para el paso de fauna (Figura 121). Puede construirse o no banquetas laterales, recomendándose en ese caso cubrir el piso de la banqueta con tierra para que quede más natural. Se recomienda un adecuado vallado cinagético que evite la invasión de los animales terrestres de la carretera.

Efectividad: sin datos.



Figura 121. Obra de drenaje adaptada. Bélgica. (Van der Liden Beton bv).



Figura 122. Paso para anfibios. Bélgica (Vlaanderen).



Figura 123. Sistemas de alerta de fauna a los conductores. Bélgica. (Agentschap Wegen & Verkeer).



Figura 124. Puente arbóreo para ardillas. Bélgica. (Vlaanderen).

Pasos para anfibios (Vlaanderen).

Túnel seco que garantiza que las ranas, los sapos y las salamandras en particular puedan realizar sus desplazamientos anuales hacia y desde su zona de reproducción (la "migración de los sapos") de forma segura y sin ser atropellados (Figura 122).

Suele ser un pequeño tubo de hormigón que se construye dentro o debajo de la superficie de la carretera. Dado que los anfibios no viven permanentemente bajo tierra, es importante que tenga un carácter abierto, mediante aberturas en la parte superior y una sección transversal suficientemente grande.

Es necesario disponer un dispositivo de guía a la entrada del túnel. Efectividad: sin datos

Sistemas de alerta de fauna a los conductores. (Agentschap Wegen & Verkeer).

El sistema de alerta de fauna (sistemas de detección de animales salvajes) registra el movimiento de los animales en las proximidades de la carretera, y advierte a los conductores para que ajusten su velocidad a tiempo. Estos sistemas suelen utilizar detección por infrarrojos (Figura 123).

Efectividad: sin datos.

Puentes arbóreos (Vlaanderen).

Estructura simple que proporciona un cruce para especies que habitan en los árboles, principalmente ardillas. Construcciones especialmente diseñadas sobre un pórtico de señalización unido con fuertes cuerdas a las copas de los árboles próximos (Figura 124).

Lo más importante para el correcto funcionamiento es que esté lo suficientemente alto por encima del tráfico y que se conecte muy bien con las copas de los árboles. Cuanto más ancha sea la carretera y, por tanto, más separadas estén las copas de los árboles, peor funcionará el puente.

Efectividad: sin datos.

Definiciones de "tramos de especial siniestralidad con animales"

Sin datos.

Estrategias

En 2019 la Agencia de Carreteras y Tráfico (AWV), el Departamento de Medio Ambiente (DOMG) y la Agencia de Naturaleza y Bosques (ANB) aprobaron el Programa de Acción Flamenco de Desfragmentación Ecológica (VAPEO). VAPEO garantiza una planificación estructurada y la aplicación de medidas de desfragmentación de las infraestructuras de transporte existentes y contribuye así a la restauración de los ecosistemas y al desarrollo de una red de naturaleza coherente.

El Departamento de Medio Ambiente, Naturaleza y Energía (LNE) del gobierno flamenco y las organizaciones Natuurpunt y Vogelbescherming Vlaanderen, participan en el proyecto "Dieren onder de wielen" (Animales bajo las ruedas) (Natuurpunt, s.f.). El programa voluntarios registran sus rutas y reportan observaciones permitiendo monitorear las zonas de conflicto.

Comentarios

La Agencia Flamenca de Carreteras y Tráfico (AWV) ha elaborado una Guía sobre las posibles medidas que se pueden adoptar para reducir los atropellos en las carreteras y aumentar la conectividad ecológica: Vademécum sobre naturaleza e infraestructuras (Vademecum Natuurtechniek) (Agentschap Wegen en Verkeer, 2023).

No se dispone de un procedimiento específico para gestionar la presencia de animales en las carreteras. La AWV tiene un procedimiento para la retirada y notificación de animales muertos en la carretera gestionadas y propiedad de Flandes. Dependiendo del tipo de vía y animales, se aplican diferentes medidas. Las entidades implicadas son AWV, la policía, la Red Marten (en caso de marta, castor, turón, tejón, armiño, visón americano, lince, muntjac, nutria, mofeta, comadreja, mapache, perro mapache, gato montés o lobo) para investigación adicional, y Rendac (servicio de recogida de cadáveres). Se solicita que también se informe de cada animal muerto para mantener estadísticas de atropellos en la carretera. En el caso de jabalí, después del brote de peste porcina africana entre jabalíes en Valonia, todos los jabalíes encontrados muertos en Flandes son recogidos para su análisis, encargándose los refugios de Animales Salvajes (VOC) de las diferentes provincias.

Referencias

- Vademecum Natuurtechniek (Agentschap Wegen en Verkeer, 2023)
- VLAAMS ACTIEPROGRAMMA ECOLOGISCHE ONTSNIIPERING (VAPEO) (Vlaanderen verbeelding werkt, 2020)
- VAPEO - Vlaams Actieprogramma Ecologische Ontsnipering (Vlaanderen verbeelding werkt).
- Gestión de animales en las carreteras (Vlaanderen verbeelding werkt, s.f.).
- Proyecto "dieren onder de wielen" (Animales bajo las ruedas) (Natuurpunt, s.f.).

9.8. Croacia.

Situación actual

Durante los últimos 5 años, los siniestros de tráfico con animales implicados han disminuido en las carreteras estatales de Croacia. (Croatian Roads Ltd.).

Medias puestas en marcha



Figura 125. Señal de advertencia de animal en la carretera. Croacia. (Croatian Roads Ltd.).

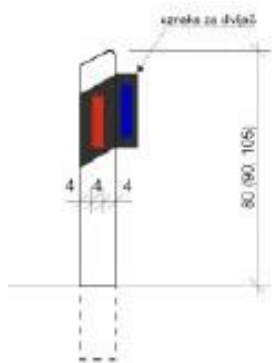


Figura 126. Croquis hitos de arista con reflectante óptico. Croacia. (Croatian Roads Ltd.).



Figura 127. Vallado cinagético. Croacia. (Croatian Roads Ltd.).

Señalización de advertencia del riesgo de animales.

Se utilizan en toda la red de carreteras para indicar la presencia de animales, especialmente corzos y jabalíes (Figura 125).

Efectividad: Sin datos.

Reflectantes.

En algunos tramos de la carretera se instalan reflectantes ópticos en los hitos de arista (Figura 126).

Efectividad: Sin datos.

Vallado cinagético.

Normalmente son vallas de malla de alambre de 2 a 2,5 m. de altura que discurren paralelas a la carretera en autopistas y autovías (Figura 127).

Efectividad: Sin datos.

Definiciones de “tramos de especial siniestralidad con animales”

Los tramos de carretera de especial siniestralidad con animales se determinan en función de los datos proporcionados por los municipios que gestiona las zonas de caza y la migración de fauna. Este principio se viene utilizando desde 2010. (Croatian Roads Ltd.).

Estrategias

Sin datos.

Comentarios

Sin datos.

Referencias

- Carreteras de Croacia. (Croatian Roads Ltd.).

9.9. Finlandia.

Situación actual

- En Finlandia no se ha producido un aumento de los siniestros de tráfico en los que se han visto implicados ciervos u otros animales grandes, pero tampoco se ha producido un descenso en los últimos años. La población de diversas especies de ciervos está regulada mediante la caza.
- La población es el factor explicativo más importante de la cantidad de siniestros. Finlandia cuenta con una gran zona de cría de renos en Laponia.
- No hay datos exactos sobre los siniestros con animales de pequeño tamaño.
- Según los datos preliminares de la Oficina de Estadística de Finlandia, en 2023 tres personas murieron y 111 resultaron heridas en accidentes con animales. De los fallecidos, uno murió en un accidente con un alce y dos en un accidente con ciervos. Tres de cada cuatro lesiones se produjeron en accidentes con alces. En 2023 se produjeron casi 13.000 accidentes con animales de caza. Las colisiones con ciervos de cola blanca representaron casi la mitad de todos los accidentes (casi 5.700).
- Se producen entre 4.000 y 4.500 colisiones con renos cada año, según datos de la Oficina de Estadística de Finlandia.
- Según el Crash Data Institute (OTI), entre 2011 y 2020 se produjeron 27 accidentes con animales con víctimas mortales, de los cuales solo cinco implicaron a un animal distinto del alce. En uno de cada dos se vieron implicados motociclistas, lo que convierte a estos en el grupo de usuarios de la carretera más vulnerable.

Medias puestas en marcha



Figura 128. Señales de advertencia de peligro. Finlandia. (Väylävirasto Trafikledsverket).

Señales de advertencia de peligro. (Figura 128)

Efectividad: sin datos.



Figura 129. Paso de fauna. Valtatien 7 (E18) rakentaminen moottoritieksi välillä Loviisa–Kotka. (Elinkeino, 2010).

Pasos de fauna y vallado cinegético (Figura 129 y Figura 130).

Efectividad: El paso de fauna construido sobre la autopista entre Turku y Helsinki en Lohjanharju, en Uusimaa, se utiliza desde hace diez años. Una vez que la arboleda creció, los ciervos y otros animales los utilizaron con mayor frecuencia.

Efectividad: sin datos.

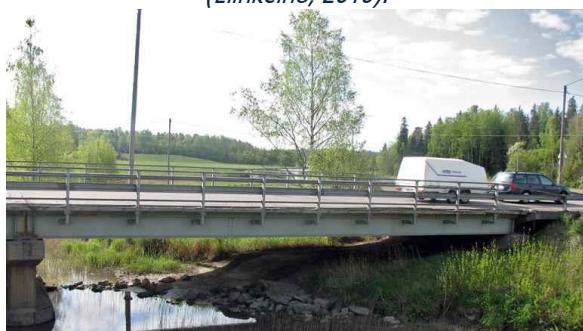


Figura 130. Paso inferior de fauna. Finlandia. Foto de: Milla Niemi (Yle, 2016).



Figura 131. Obra de drenaje adaptada. Finlandia. Foto de: Milla Niemi (Yle, 2016).

Obras de drenaje adaptadas (Figura 131).

Efectividad: sin datos.



Figura 132. Desbroce de los márgenes de la carretera. Finlandia. (Yle, 2021).

Desbroce de márgenes de la vía (Figura 132).

Efectividad: sin datos.

Definiciones de "tramos de especial siniestralidad con animales"

Sin datos.

Estrategias

Sin datos.

Comentarios

En Finlandia se investigan todos los accidentes de tráfico mortales. Para mejorar la seguridad vial, se debe reducir la población de alces y de ciervos, evitar que los animales entren en la carretera mediante la construcción de vallas y corredores, vigilancia de las rutas de los ciervos y limpieza de los arcenes.

Se trabaja para que los conductores sean conscientes de los peligros de conducir al anochecer y en la oscuridad y reduzcan la velocidad cuando en zonas de advertencia de ciervos. Se hace especial hincapié en que los motociclistas sean conscientes del riesgo de ciervos en momentos específicos.

Para facilitar la detección de animales, se intensifica la limpieza de los arcenes y, si es necesario, se eliminan los árboles de toda la zona de la carretera.



Figura 133. Porokello app. Finlandia. (World highways, 2018).

La aplicación Porokello (Figura 133) (Reindeer Bell), desarrollada en 2016 en el contexto de un proyecto de investigación, alertaba a los usuarios de la posible presencia de renos en la carretera mediante sonido e imagen en tiempo real utilizando datos de localización geográfica. Se realizaron pruebas piloto de la aplicación con 1.800 conductores de vehículos comerciales que recibieron formación específica, bajo la coordinación del Centro de Desarrollo Económico, Transporte y Medio Ambiente de Laponia; cuando se producía un encuentro con un reno en la carretera o en el margen, los conductores debían utilizar la aplicación para enviar un mensaje a otros usuarios.

En cuanto a su efectividad, en 2016 se registraron 3.470 siniestros con renos, lo que supone 838 menos que los 4.308 del año anterior.

Los avisos de presencia de renos están disponibles desde noviembre de 2016 en el servicio V-Traffic, llegando a más de medio millón de usuarios en Finlandia a través de dispositivos de navegación y una aplicación móvil; cada día se envían entre 50 y 1.000 de avistamientos de renos.

Referencias

- Finnish Road Safety Council (Finnish Road Safety Council. Liikenneturva, s.f.).

9.10. Francia.

Situación actual

Las colisiones de vehículos con animales se contabilizaron en 2010 en 30.000 accidentes según datos del FGAO (Fonds de Garantie de Victimas, entidad encargada de cubrir a las víctimas de accidentes de tráfico cuando el responsable del accidente no está identificado o es insolvente, como en el caso de los animales) (Accueil du Sénat, 2022). Desde entonces han seguido aumentando, el número final se desconoce pues en 2010 el FGAO dejó de participar en las estadísticas (Figura 134).

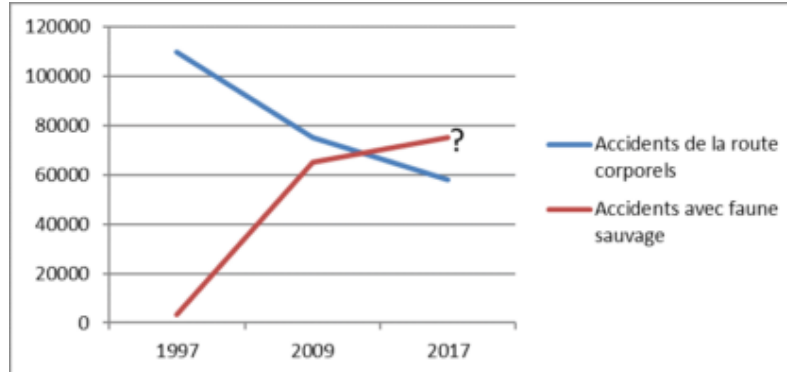


Figura 134. Comparación del número de accidentes con lesiones en la carretera y el número de accidentes con (grandes) animales salvajes entre 1997 y 2017. (Animal-cross, 2023).

En 2023, 11 personas murieron en accidentes con animales. En 8 casos se trata de un animal salvaje. En el periodo 2021-2023, esto representa 36 muertes (incluidas 24 causadas por animales salvajes). (Observatoire national interministériel de la sécurité routière, 2024)

Medias puestas en marcha



Señalización de advertencia de animal en carretera (Figura 135).

Efectividad: sin datos.

Figura 135. Señalización de advertencia de peligro, fauna en carretera. Route avec le panneau A15b et son panonceau M2 (7 Km.) (Wikipedia).



Figura 136. Paso de fauna de Varennes. ((Patrimoine(s) de L'Ain, s.f.), 2019).

Ecoductos y pasos superiores de fauna.

Los ecopuentes permiten restablecer el vínculo ecológico a ambos lados de una infraestructura, facilitando el paso de las especies animales del entorno: ciervos, jabalíes, corzos, reptiles, sapos y otros anfibios, etc. (Figura 136).

El programa ITTECOP (Infraestructuras de Transporte Territorial, Ecosistemas y Paisajes) es un programa de incentivo a la investigación liderado por el Ministerio de Transición Ecológica (MTE), en coordinación con la Agencia de Medio Ambiente y Gestión Energética (ADEME). El programa ITTECOP participa en el Proyecto Photoroute (programa ITTECOP, 2022), también conocido como KIPASS, e inscrito en el proyecto EFACILT (Estudio de la fauna silvestre frente a infraestructuras de transporte lineal). Uno de los objetivos de este proyecto es caracterizar el uso por parte de animales salvajes de los pasos de fauna. Para ellos se instalaron cámaras de fototrampeo con detección de movimiento en diferentes puntos de cruce. Una vez recogidas las fotografías, se analizan para conocer las especies que utilizan estos pasos, con qué frecuencia, en qué dirección o incluso en qué épocas. A partir de esta información es posible identificar los lugares donde se interrumpe la conectividad y proponer soluciones para remediarlo, por ejemplo designando los lugares más adecuados para el desarrollo de pasos de vida silvestre.

Efectividad: sin datos.



*Figura 137. dispositivo de advertencia que se activa cuando se detecta vida silvestre
© Departamentos de Ain (Patrimoine(s) de L'Ain, s.f.).*



Figura 138. Ejemplo de adecuación de obra de drenaje transversal (CEREMA, 2021).



Figura 139. Rampa de escape. Proyecto ESCAPE XXL. (ITTECOP Programa, 2020).



*Figura 140. Pasos para anfibios.
Hospitales de la comuna de Burbanche ©
Departamento de Ain / Marjorie Léorier.
(Patrimoine(s) de L'Ain, s.f.).*

Sistema de detección de fauna y aviso al conductor. (Patrimoine(s) de L'Ain, s.f.).

Tiene como objetivo asegurar el movimiento de la vida silvestre; el dispositivo permite advertir a los conductores de la presencia cercana de un animal y garantiza una cierta prevención de accidentes (Figura 137).

Efectividad: elevada. (Lacroix).

Obras de drenaje transversal adaptadas. (Figura 138).

Efectividad: sin datos.

Vallado cinegético y sistemas de escape.

En el marco del programa ITTECOP (Infraestructuras de Transporte Territorial, Ecosistemas y Paisajes) se desarrolla "ESCAPE XXL" (Figura 139) que analiza estrategias para reducir siniestros con fauna en infraestructuras de transporte mediante dispositivos como rampas y portillos para ungulados, priorizando la seguridad vial y la protección animal. Propone cuatro ejes de investigación: eficacia de los dispositivos, influencia del entorno, optimización técnica y seguridad jurídica. Además, detalla recomendaciones para el diseño y seguimiento de estas soluciones, subrayando la necesidad de un mantenimiento adecuado y estudios prolongados (ITTECO Pprograma , 2022).

Efectividad: Está comprobado el uso eficaz por parte de los ungulados de vías de escape de diferentes tipos.

Pasos para anfibios (Patrimoine(s) de L'Ain, s.f.).

Cuando una carretera separa el bosque del humedal, hay cientos, incluso miles, de anfibios que pueden ser aplastados por los automovilistas, especialmente en zonas con mucho tráfico rodado.

Una vez identificadas las especies objetivo y conocida la ubicación exacta de los corredores migratorios, se pueden considerar acciones específicas (Figura 140).

Efectividad: sin datos.

Definiciones de “tramos de especial siniestralidad con animales”

El MNHN (Muséum National d'Histoire Naturelle) y el SPN (Service du Patrimoine Naturel) están implementando un protocolo nacional de censo de colisiones en colaboración con las direcciones interdepartamentales de carreteras (DIR). Cada DIR participante implica a sus agentes de mantenimiento de carreteras: durante las patrullas diarias, los agentes observan los animales atropellados en la calzada y recogen tres datos: la especie (o grupo de especies cuando el estado del animal no permite una identificación precisa), la fecha y el lugar preciso de la colisión.

Cada año, los DIR transmiten sus datos al MNHN que los centraliza y realiza un análisis espacial, proporcionando así un diagnóstico de las zonas de conflicto entre la vida silvestre y las carreteras. En 2018, 8 de 11 DIR participaron y se registraron casi 27.000 nuevos datos de colisiones.

Estrategias

Para luchar contra la pérdida de biodiversidad, Francia inició, a través de las leyes medioambientales de Grenelle de 2009-2010 y el establecimiento de un marco verde y azul, una política destinada a detener la pérdida de biodiversidad tratando de preservar, gestionar y restablecer la continuidad ecológica en buenas condiciones. Estas disposiciones se aplican en particular a las infraestructuras que, deben tener en cuenta estas cuestiones durante su diseño o incluso su recalificación. Estas disposiciones también se ven reforzadas por la ley de 2016 cuyo objetivo es evitar daños a la biodiversidad, si no reducirlos y, en última instancia, compensar los impactos residuales.

CEREMA (Centre d'Études et d'Expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement) es una agencia pública que desarrolla estudios técnicos sobre infraestructuras y transporte. Publica informes sobre medidas preventivas como pasos de fauna y planificación vial, así como guías técnicas, entre otras:

- Passage pour la grande faune. Guide technique (Paso para fauna grande) (CEREMA, 1993). Presenta los elementos necesarios para el diseño y gestión de pasos eficaces para fauna de gran tamaño. Establece una metodología para un enfoque global del problema y reglas para la implementación, construcción y desarrollo de las áreas circundantes, de modo que los administradores de proyectos viales puedan tener en cuenta las necesidades específicas de la fauna silvestre. También desarrolla los principios de gestión y mantenimiento de pasos para la fauna.
- Aménagements et mesures pour la petite faune. Guide technique (Disposiciones y medidas para la pequeña fauna.) (CEREMA, 2005). Presenta una síntesis, lo más completa posible, del conocimiento y la experiencia nacionales y europeos en materia de disposiciones y medidas para la pequeña fauna silvestre.
- Les passages à faune Préserver et restaurer les continuités écologiques avec les infrastructures linéaires de transport (Pasos de fauna. Preservar y restaurar continuidades ecológicas con infraestructuras de transporte lineal) (CEREMA, 2021). Reducir el impacto de la infraestructura de transporte terrestre sobre la biodiversidad requiere mantener las continuidades ecológicas existentes al diseñar nuevos proyectos y restaurar funcionalidades ecológicas previamente interrumpidas.
- Clôtures routières et ferroviaires & faune sauvage - Critères de choix et recommandations d'implantation (Vallas de carreteras y ferrocarriles y vida silvestre: criterios de selección y recomendaciones de instalación) (CEREMA, 2019). La instalación de vallas a lo largo de las infraestructuras viarias busca garantizar la seguridad de los usuarios frente a colisiones con animales salvajes de gran tamaño, pero también de proteger la biodiversidad de determinadas especies, en particular las más amenazadas de extinción.

Comentarios

La plataforma de Internet VIGIFAUNE fue creada para permitir que cualquier persona que observe un animal salvaje muerto a causa del tráfico rodado o ferroviario o ahogado en un canal, pueda reportar instantáneamente información georreferenciada (coordenadas XY) mediante una aplicación para teléfonos móviles. De este modo, identifica los tramos propensos a sufrir accidentes con vistas a aplicar una política para reducir el impacto de las infraestructuras en las necesidades de desplazamiento de la fauna silvestre y mejorar la seguridad de los usuarios de la carretera. La plataforma cuenta ya con más de 2.700 usuarios registrados, y ha permitido notificar más de 6.500 casos de muerte de animales salvajes en las carreteras de nuestra región de Ain durante 2017 y 2018. (Patrimoine(s) de L'Ain, s.f.).

Referencias

- Patrimoine de L'Ain. Dispositivos de fauna (Patrimoine(s) de L'Ain, s.f.).
- Suivi national des collisions entre la faune sauvage et les véhicules (PatriNat, s.f.).
- Cerema Climat & Terriotoires de Demain (Cerema Climat & Terriotoires de Demain, s.f.).
- Programa ITTECOP (ITTECOP programme, s.f.).
- Passage pour la grande faune. Guide technique (Paso para fauna grande) (CEREMA, 1993).
- Aménagements et mesures pour la petite faune. Guide technique (Disposiciones y medidas para la pequeña fauna.) (CEREMA, 2005).
- Les passages à faune Préserver et restaurer les continuités écologiques avec les infrastructures linéaires de transport (Pasos de fauna. Preservar y restaurar continuidades ecológicas con infraestructuras de transporte lineal) (CEREMA, 2021).
- Clôtures routières et ferroviaires & faune sauvage - Critères de choix et recommandations d'implantation (Vallas de carreteras y ferrocarriles y vida silvestre: criterios de selección y recomendaciones de instalación) (CEREMA, 2019).

9.11. Portugal.

Situación actual

Durante el año 2023 se registraron 1.539 colisiones de animales en vías de gestión directa de Infraestructuras de Portugal (IP)¹, disminuyendo aproximadamente un 28,3% respecto a 2022 (2.147), y un 37,7% inferior al valor promedio de 2015 a 2022 (2.471,9) (Figura 141). A lo largo de los años ha habido una gran variación en el número de registros de animales atropellados, lo cual es esperable dado que existen fluctuaciones naturales en la abundancia de las diferentes poblaciones de fauna relacionadas con el clima, la disponibilidad de alimentos, y las enfermedades epidemiológicas, entre otros factores. A este factor se suman otros como fluctuaciones en los niveles de tráfico, cambios en los equipos de trabajo y diferencias en el esfuerzo de muestreo.

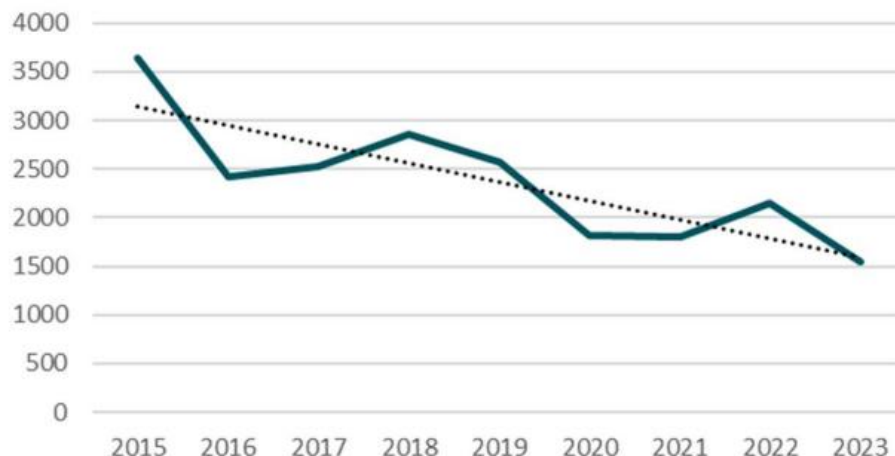


Figura 141. Número de registros de animales atropellados. (Infraestructuras de Portugal, 2024).

En 2023, se registraron 1.051 animales salvajes atropellados en la red bajo gestión directa de Infraestructuras de Portugal (IP). De estos, el grupo más afectado fueron los mamíferos, con 742 registros, destacando los carnívoros con 506 registros, siendo la especie más afectada el zorro con 170 registros, le siguen en importancia el tejón (101 registros) y la comadreja (87 registros), siguiendo un patrón similar a años anteriores. Destaca también el atropello de siete lince ibéricos y un hurón salvaje, especies que se encuentran amenazadas por extinción.

Medias puestas en marcha



Figura 142 Señalización de advertencia de peligro por lince (Wilder, 2018).



Figura 143. Señalización de advertencia de anfibios. (Infraestructuras da Portugal (IP), 2024).

Señalización de advertencia de peligro por fauna (Figura 142 y Figura 143).

Efectividad: sin datos.

¹ Infraestructuras de Portugal (IP) es una empresa pública que gestiona infraestructuras viarias y ferroviarias, con el objetivo de potenciar la movilidad multimodal, garantizando la prestación de un servicio seguro, eficiente y sostenible. La longitud total de la red operada por IP es actualmente de 14.860 km, de los cuales 13.833 km están en gestión directa y 1.027 km están subconcesionados. Los 13.833 km de red bajo gestión IP directa se distribuyen de la siguiente manera: IP (Itinerario Principal): 463 km; IC (Itinerario Complementario): 1.807 km; EN (Carretera Nacional): 4.673 km; ER (Carreteras Regionales): 3.352 km; ED (carreteras "desclasificadas"): 3.538 km (Infraestructuras de Portugal, s.f.)



Figura 144. Obra de drenaje adaptada (Infraestructuras de Portugal (IP), s.f.).

Obras de drenaje adaptadas.

Estudios recientes han demostrado que, en general, los animales utilizan las obras de drenajes para cruzar vías (siempre que sean de grandes dimensiones y estén ubicadas en zonas tranquilas) y que la disponibilidad de estas estructuras puede influir positivamente en la reducción de su mortalidad. La presencia de agua en los drenajes, incluso en niveles bajos, constituye una limitación para su uso por la mayoría de los animales, por lo que la implementación de pasarelas aumenta el potencial de estas estructuras para la fauna ya que están diseñadas para mantenerse por sí mismas, la mayor parte del tiempo, por encima del nivel del agua (Figura 144). La efectividad de estas obras de drenaje adaptadas aumenta con un correcto vallado de la vía.

Efectividad: sin datos.



Figura 145. Reflectantes. (Infraestructuras da Portugal (IP), 2024).

Reflectantes (Figura 145).

Efectividad: sin datos.



Figura 146. Vallado cinegético en el ámbito del proyecto IBERLINCE. Portugal (mood , 2021).

Vallado cinegético (Figura 146).

Efectividad: sin datos.



Figura 147. Jabalíes utilizando un paso de fauna inferior i en la EN4 (foto tomada por la Universidad de Évora en el marco del Proyecto LIFE LINES). (Infraestructuras da Portugal (IP), 2024).

Pasos de fauna superiores e inferiores. (Figura 147).

Efectividad: sin datos.



Figura 148. Pasos para anfibios. (Infraestruturas da Portugal (IP), 2024).

Pasos para anfibios. (Figura 148).

Efectividad: sin datos.



Figura 149. Señales de advertencia de peligro específicas para el lince ibérico (izquierda) y bandas reductoras de velocidad (derecha) instaladas en la EN122. (Infraestruturas da Portugal (IP), 2024).

Control de velocidad. (Figura 149 y Figura 150).

Efectividad: sin datos.



Figura 150. Paneles electrónicos de control de velocidad en la EN122 y paneles con señales de lince ibérico y recomendaciones sobre límites de velocidad en la ER267. (Infraestruturas da Portugal (IP), 2024).

Definiciones de “tramos de especial siniestralidad con animales”

Infraestruturas de Portugal (IP) dispone de un Programa de Seguimiento de Mortalidad de fauna en sus carreteras cuyos resultados se tienen en cuenta a la hora de definir los requisitos específicos a incluir en las obras de mejora de carreteras, con el fin de considerar la necesidad de incluir medidas que minimicen el riesgo de atropello de fauna y optimizar su relación coste/beneficio. (Infraestruturas da Portugal (IP), 2024).

Estrategias

Uno de los objetivos de Infraestruturas de Portugal (IP) en el ámbito de la sostenibilidad ambiental es reducir la mortalidad de la fauna en las carreteras. Para ello se creó el **Programa de Monitoreo de Mortalidad de Fauna en las Vías**, vigente desde 2010, en el que diariamente se registran en una base de datos georreferenciada los animales detectados atropellados en las carreteras. Estos datos se gestionan y analizan con el fin de identificar situaciones críticas de mortalidad de la fauna y proponer medidas para minimizarla.

En el marco del proyecto LIFE-LINE se desarrollaron las siguientes guías:

- Guía de Buenas Prácticas para minimizar los impactos de las carreteras sobre la fauna (Universidade de Évora. Proyecto LIFE LINE, 2022) que reúne un conjunto de soluciones implementadas y testadas en el ámbito del proyecto LIFE LINE, encaminadas a minimizar la mortalidad animal por atropello y el efecto barrera sobre las poblaciones. Se presentan sus características, requisitos técnicos y relación costo/beneficio, ponderando su efectividad frente al coste de implementación y mantenimiento. Proporciona una base de trabajo para evaluar alternativas que prevengan impactos sobre la fauna en contextos de planificación de nuevas carreteras, recalificación de infraestructura vial existente o mitigación de eventos de mortalidad localizados, contribuyendo no sólo a la conservación de la biodiversidad, sino también a la promoción de la seguridad vial.
- Guía de Buenas Prácticas para el Monitoreo y Registro de Datos de Vegetación para el Fomento y la Biodiversidad en Infraestructuras Lineales (Universidade de Évora. Proyecto LIFE LINE, 2022) reúne y presenta los procedimientos más recomendados para la gestión de la vegetación en los márgenes de las infraestructuras lineales.

- Guía de Buenas Prácticas para el monitoreo y Registro de Datos sobre Mortalidad de Fauna por Atropellos (Universidade de Évora. LIFE LINE, 2021) que recoge y difunde los procedimientos inherentes a la recogida y tratamiento de información relativa a las observaciones de fauna atropellada, basándose en la experiencia adquirida a lo largo del proyecto LIFE LINES y otros anteriores, como el proyecto MOVE de la Universidad de Évora. Su objetivo es proporcionar las bases esenciales para que, a través de la adopción de Buenas Prácticas en el seguimiento y registro de la fauna causada por atropellamientos, se pueda contribuir al desarrollo de esfuerzos para mitigar la mortalidad y prevenir la seguridad vial, desde una escala local hasta nacional.

Comentarios

En 2012, se detectó a una pareja de Águilas Imperiales anidando en un eucalipto cerca del borde de una carretera en la ZPE Castro Verde. Con el fin de salvaguardar el éxito de la pareja en la cría de sus pollos, se solicitó a Infraestructuras de Portugal (IP) que prohibiera temporalmente detenerse en el arcén de la vía. Se instalaron señales verticales que prohibían detenerse en el arcén de la carretera, entre marzo y julio, con el fin de evitar que la pareja fuera molestada. Esta iniciativa contribuyó al éxito reproductivo de la pareja. (Infraestructuras de Portugal (IP), 2012).

Infraestructuras de Portugal (IP) ha participado entre otros en:

- La Acción COST 350 - Evaluación Integrada del Impacto Ambiental del Tráfico y la Infraestructura de Transporte, y en este ámbito se llevó a cabo una "Misión Científica de Corto Plazo" (STSM) cuyo tema fue Mitigación y monitoreo de impactos viales sobre la fauna. (García, 2006).
- En el proyecto LIFE-LINE - Red de Infraestructuras Lineales con Soluciones Ecológicas, con cofinanciación comunitaria y coordinado por la Universidad de Évora.
- El proyecto LIFE+IBERLINCE - Recuperación de la distribución histórica del lince ibérico (*Lynx pardinus*) en España y Portugal (2011-2018).
- El Proyecto - LynxConnect Project. España y Portugal volvieron a unirse en este proyecto que permitirá consolidar y perseguir los objetivos de reintroducción y presencia del lince, como principal especie y un factor que favorece el equilibrio y valorización de los ecosistemas mediterráneos.
- Proyecto "Evaluar el impacto de la mortalidad sobre las poblaciones de vertebrados en las carreteras del Alto Alentejo y su relación con el uso de pasos hidráulicos". Junto a la Universidad de Évora para « realizó un estudio que evaluó el uso de las obras de drenaje por los vertebrados, el impacto de la mortalidad en sus poblaciones y su relación con este uso , así como la importancia del paisaje y las características de las carreteras sobre la mortalidad. (Infraestructuras de Portugal. Universidad de Évora, 2006).

Referencias

- Prevention and Road Safety Unit -Portuguese National Road Safety.
- Acciones de conservación de la naturaleza (Infraestructuras de Portugal (IP), s.f.).
- Impacto económico y social de los accidentes de tráfico en Portugal (Autoridade Nacional Segurança Rodoviária (ANSR), 2021).
- Monitorização da Mortalidade de Fauna nas Estradas da IP (Infraestructuras de Portugal, 2024).

9.12. Suecia.

Situación actual

Los siniestros con animales salvajes están aumentando en Suecia, en general, principalmente debido a las altas velocidades y al tráfico intenso en determinadas carreteras. A eso hay que añadir las variaciones en las poblaciones de ciertas especies a nivel local.

En 2023, se produjeron en las carreteras suecas 67.900 siniestros con animales salvajes (incluidos renos), es decir, una media de 186 siniestros con animales salvajes cada día.

Los siniestros de vida silvestre cuestan alrededor de 11 mil millones por año. (PM Coste Accidentes de vida silvestre - actualización 2022, 2023-01-16, Proyecto de investigación Nuevas relaciones de impacto para accidentes de vida silvestre TRV 2019/96127). (Trafikverket).

Medias puestas en marcha



Figura 151. Señalización de advertencia de animal en la vía. Suecia. (Transport Styrelsen).

Señalización de advertencia de animal en la vía.

Las más utilizadas son para advertir sobre la presencia de alces, ciervos y renos (Figura 151). Sólo deberían colocarse en lugares donde exista un alto riesgo de que los animales sean atropellados, por ejemplo, donde realizan migraciones estacionales limitadas a través de una carretera.

Efectividad: La señalización temporal es más eficaz que la señalización permanente. La Administración de Carreteras de Suecia, en colaboración con la Asociación Sueca de Cazadores, coloca señales temporales de advertencia de alces que duran unas tres semanas.



Figura 152. Ejemplo vallado cinegético. Foto: Enviroplanning AB. (Trafikverket, 2024).



Figura 153. Paso de fauna en la E6. Suecia. Foto: Prensa/ Enviroplanning AB / Trafikverket. (Expressen, 2021).



Figura 154. Paso inferior de fauna. Suecia. (Vägverket. Banverket, 2005).



Figura 155. Obras de drenaje adaptado. (Vägverket. Banverket, 2005).

Vallado cinegético.

Las vallas deben erigirse a ambos lados de la carretera y dirigir a los animales hacia pasos de fauna superiores o inferiores, o bien hacia una puerta o abertura combinada con medidas para advertir a los usuarios de la carretera del paso de un animal (Figura 152). Se utilizan tres tipos de vallado: vallado principalmente para ungulados, vallado para tejones y vallado para anfibios.

Efectividad: Los cercados para animales salvajes reducen los siniestros con alces en un 75-80% y con ciervos en un 55%. (Vägverket. Banverket, 2005).

Pasos superiores de fauna.

Entre Mölndal y Kungsbacka hay pasos de fauna sobre la E6 que facilitan el paso de alces y ciervos por la autopista (Figura 153).

Renoductos.

Pasos superiores especialmente adaptados para facilitar a los renos moverse entre diferentes pastos sin riesgo.

La Administración de Transportes de Suecia construirá diez nuevos renoductos sobre la E:4 al norte de Umeå, en Norrbotten y Västerbotten. Las ubicaciones se han elaborado junto con los propietarios de renos. (Expressen, 2021).

Efectividad: sin datos.

Pasos inferiores de fauna.

Se utilizan diferentes tipos de estructura para permitir el paso de los animales por debajo de las carreteras (Figura 154). Las dimensiones y características dependen del tipo de animal. El Manual de acciones "Vida silvestre e infraestructura" (Vägverket. Banverket, 2005) contempla entre otros:

- Pasos para anfibios
- Pasos para serpientes.

Efectividad: sin datos.

Obras de drenaje adaptadas. (Figura 155).

Efectividad: sin datos.

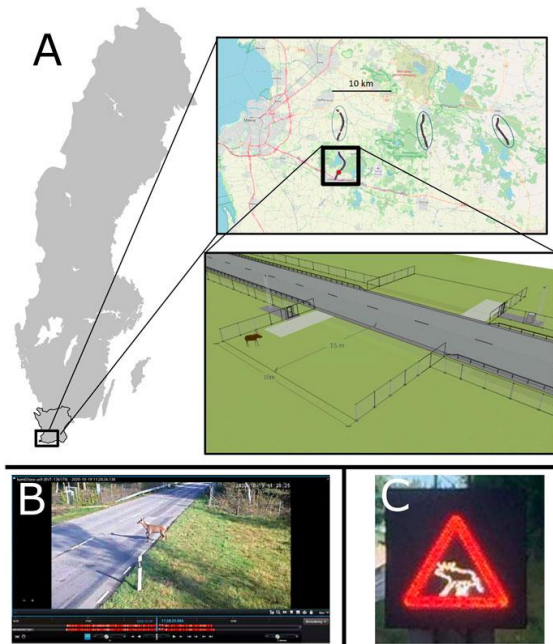


Figura 156. Cruce de fauna a nivel. Skåne. Suecia. (Manisha Bhardwaj, y otros, 2022).

Cruce de fauna a nivel.

Realizado en la carretera 108 en el condado de Skåne, al sur de Suecia (Figura 156).

En el vallado cinético de la vía ha dispuesto de una abertura de 30 metros de ancho a ambos lados de la carretera que actúa como punto de paso para los animales. Los detectores de movimiento y las cámaras térmicas ubicadas en la abertura están conectados a una señal de tráfico que debe informar al conductor de la presencia de animales en la zona. Si la señal está encendida, puede ser que un animal esté intentando cruzar y entonces se debe reducir la velocidad del vehículo.

Las técnicas son una mezcla de las técnicas utilizadas en carretera y ferrocarril. El mismo tipo de cámara termográfica se utiliza para detectar si alguien se encuentra en la zona de vía de una vía férrea. Además de la cámara térmica, se utilizan una cámara de movimiento y un radar de velocidad.

Efectividad: la Administración de Transportes de Suecia, afirma que los siniestros con animales salvajes han disminuido desde que se instaló el sistema. (svt Nyheter, 2019).

Definiciones de "tramos de especial siniestralidad con animales"

En Suecia, los puntos negros de siniestralidad con fauna (en sueco: *viltolycksdrabbade områden*) son definidos como tramos específicos de carretera donde ocurren recurrentemente colisiones entre vehículos y animales silvestres. La identificación de estos puntos (Figura 157) se basa en un análisis detallado de datos históricos, características del entorno y comportamientos de las especies locales. (trafikverket, 2024).

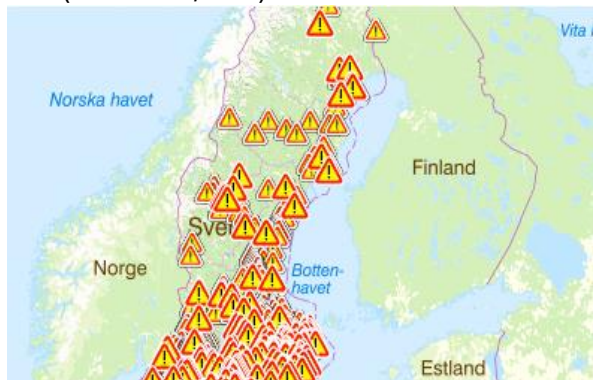


Figura 157. El mapa muestra la localización de los accidentes coordinados por NVR en la última semana. Últimos accidentes de fauna silvestre notificados. Suecia. (Nationella viltolycksrådet).

Trafikverket (Administración Sueca de Transporte) publica, para cada uno de los condados, un mapa (Figura 158) que muestran los accidentes con ungulados ocurridos en el periodo 2018-2022. (Trafikverket, 2024).

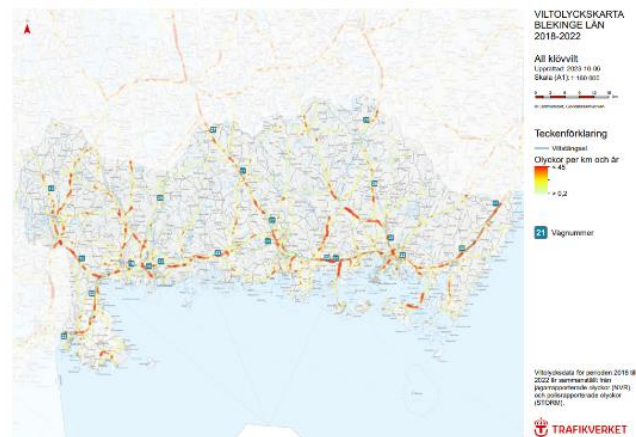


Figura 158. Mapa de accidentalidad con ungulados. Condado de Blekinge. (Trafikverket, 2024).

Estrategias

- Triekol (Triekol) (Ecología de la infraestructura de transporte) es un programa de investigación sobre el impacto de la infraestructura de transporte en la biodiversidad y la ecología del paisaje. El programa está coordinado por el Centro de Diversidad Biológica de SLU y financiado por la Administración de Transporte de Suecia. El objetivo de la investigación es desarrollar métodos y conocimientos que el sector del transporte necesita para mantener, y si es posible mejorar, las funciones y cualidades ecológicas del paisaje. Los resultados de la investigación se utilizan para el desarrollo de nuevas directrices, la planificación de nuevos proyectos de inversión y en el desarrollo de la operación y mantenimiento de carreteras y ferrocarriles existentes. Entre sus áreas de investigación se encuentran: el efecto barrera de las infraestructuras, la siniestralidad con fauna y la planificación y política.
- El Vilda djur och infrastruktur – en handbok för åtgärder (Manual de acciones "Vida silvestre e infraestructura" (Vägverket. Banverket, 2005) presenta las mejores prácticas basadas en los conocimientos y la experiencia actuales. Algunas medidas están probadas y hay mucha experiencia acumulada, otras son más recientes y están en fase de desarrollo.

- El Instituto Nacional Sueco de Investigación sobre Carreteras y Transportes (VTI), Trafikverket y Volvo Cars, publicaron en 2023 el estudio titulado "Medidas para prevenir y reducir el impacto de las colisiones con fauna salvaje - Potencial de los sistemas avanzados de asistencia al conductor y de los ITS en las infraestructuras" (VTI, Trafikverket, Volvo Cars, Ellen F. Grumert (VTI), & Jiota Nusia (VTI), 2023). El objetivo fue identificar los sistemas de ayuda al conductor, tanto existentes como nuevos, y los sistemas en infraestructuras que pueden ayudar a prevenir o reducir el impacto de los siniestros con fauna en aquellos tramos de la red de carreteras con un elevado número de siniestros y en los que las medidas físicas no pueden justificarse. Incluye:
 - Un resumen de las medidas disponibles que se han desarrollado para prevenir los siniestros con fauna y reducir su impacto.
 - Una descripción de los sistemas avanzados de ayuda al conductor y de los ITS para la infraestructura existentes que pueden ayudar a prevenir o reducir los siniestros con fauna, como las alertas de fauna y los límites de velocidad variables
 - Una descripción del desarrollo futuro necesario en los sistemas avanzados de apoyo al conductor y los ITS de la infraestructura actuales para aumentar el beneficio y reducir el número de siniestros con fauna, además de un análisis de si estos sistemas pueden utilizarse en combinación para aumentar aún más el beneficio.
 - Una estrategia de futuro para que los sistemas nuevos o más desarrollados lleguen al mercado.

Comentarios

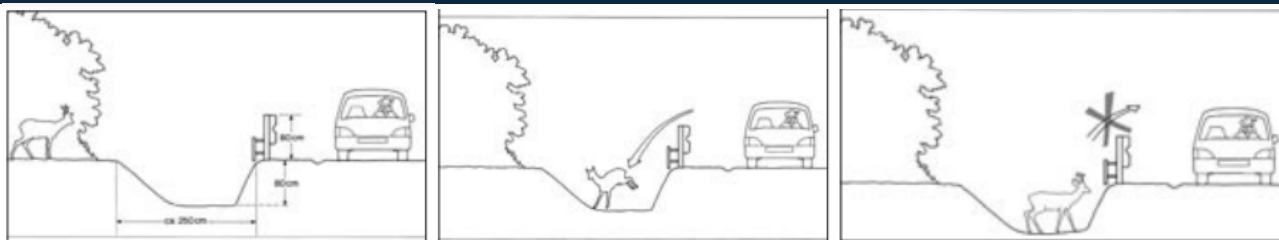


Figura 159. Psicobarreras. Esquema de funcionamiento. (Vägverket. Banverket, 2005).

En el Manual de acciones "Vida silvestre e infraestructura" (Vilda djur och infrastruktur – en handbok för åtgärder) de Suecia, se recoge, entre otras medidas, las "psicobarreras", haciendo referencia a la experiencia de Austria, donde se han realizado ensayos de zanjas para la fauna salvaje (también conocidas como «psicobarreras») a lo largo de varias carreteras (Figura 159); se ha demostrado que funcionan bien como alternativa al vallado. Son una combinación de zanjas, pendientes pronunciadas y vallas o barreras al borde de la carretera. El animal que se acerca a la carretera tiene que bajar por una pequeña zanja y así acaba con los ojos bajo el borde superior de la barrera o valla de la carretera. Los animales no pueden ver por encima o a través de esta barrera y no se dan cuenta de lo que hay al otro lado. Como resultado, los animales no se atreven a subir la pendiente y saltar a la calzada. Por otro lado, la barandilla o barrera no es obstáculo para los animales que vienen del lado de la carretera y quieren salir al terreno. Para que la barrera funcione, la altura entre el fondo de la zanja y la parte superior de la barandilla al borde de la carretera no debe ser superior a 1,8 metros para los ciervos (en función de la pendiente de la ladera).

El Manual indica que la ventaja de este tipo de barrera es que la experiencia del usuario de la vía no se ve afectada negativamente y que los animales que entren en la zona de la vía pueden escapar fácilmente. Sin embargo, no se sabe hasta qué punto es segura la barrera en comparación con las vallas suecas estándar. (Vägverket. Banverket, 2005).

Referencias

- Vilda djur och infrastruktur – en handbok för åtgärder (Manual de acciones "Vida silvestre e infraestructura" (Vägverket. Banverket, 2005).
- Triekol (Triekol)(Ecología de la infraestructura de transporte).
- Medidas para prevenir y reducir el impacto de las colisiones con fauna salvaje - Potencial de los sistemas avanzados de asistencia al conductor y de los ITS en las infraestructuras (VTI, Trafikverket, Volvo Cars, Ellen F. Grumert (VTI), & Jiota Nusia (VTI), 2023).

9.13. Proyectos cofinanciados por la Comisión Europea.

Se incluyen en este apartado un resumen de viarios proyectos europeos que se han realizado en los últimos años en el ámbito de este estudio, lo que pone de manifiesto el interés en esta temática.

Proyecto	OBJETIVO
 BISON - Biodiversity and Infrastructure Synergies and Opportunities for European Transport Network.	Abordar la integración de la biodiversidad con el desarrollo de infraestructuras, incluidas carreteras, ferrocarriles, vías navegables, aeropuertos, puertos o redes de transporte de energía. Para ello, planteaba los objetivos específicos siguientes: • Identificar las necesidades futuras de investigación e innovación para una mejor integración de la biodiversidad con las infraestructuras. • Identificar los métodos y materiales de construcción, mantenimiento e inspección duraderos y resilientes y que puedan utilizarse en diferentes modos de transporte para mitigar la presión sobre la biodiversidad. • Apoyar a los Estados miembros europeos para que cumplan sus compromisos internacionales involucrando a todas las partes interesadas en la integración de la biodiversidad en la planificación y el desarrollo de infraestructuras. • Desarrollar la colaboración entre los Estados miembros europeos para convertirse en líderes políticos a la hora de abordar conjuntamente los desafíos de la biodiversidad y las infraestructuras.
 Biodiversity & Infrastructure A handbook for action Biodiversidad e Infraestructura: un Manual para la acción. (online).	El manual online está basado en el manual «Wildlife and Traffic. A European Handbook for identifying conflicts and designing solutions» (Vida salvaje y tráfico. Un manual europeo para la identificación de conflictos y el diseño de soluciones). Está diseñado como una herramienta flexible que se puede actualizar continuamente y hace referencia a las directrices europeas y mundiales, lo que garantiza su relevancia a largo plazo.
 LIFE SAFE CROSSING PREVENTING ANIMAL-VEHICLE COLLISIONS LIFE SAFE-CROSSING. Preventing Animal-Vehicle Collisions – Demonstration of Best Practices targeting priority species in SE Europe.	Implementar acciones para reducir el impacto de las carreteras en algunas especies prioritarias en 4 países europeos: Oso pardo de los Apeninos (<i>Ursus arctos marsicanus</i>) y el lobo (<i>Canis lupus</i>) en Italia, Lince Ibérico (<i>Lynx pardinus</i>) en España, y Oso pardo (<i>Ursus arctos</i>) en Grecia y Rumania. En concreto: • Demostrar el uso de herramientas innovadoras de prevención de colisiones entre animales y vehículos (AVC) que se desarrollaron durante el proyecto LIFE STRADE (LIFE11 BIO/IT/000072). • Reducir el riesgo de colisiones de tráfico con el oso pardo en Grecia, Italia y Rumanía, el lince ibérico en España y el lobo en las zonas del proyecto italiano. • Mejorar la conectividad, principalmente a través de la adaptación de las estructuras de cruce existentes, para permitir el movimiento de poblaciones de las especies objetivo. • Aumentar la conciencia de los conductores sobre el riesgo de colisiones con las especies objetivo en las áreas del proyecto.
 LIFE +OZON Restoration of natural habitats for critically endangered species by defragmentation of the Sonian Forest.	• Conectar las zonas del bosque de Sonian con un alto valor ecológico mediante la construcción de pasos de fauna (pasos subterráneos, viaductos y alcantarillas) y la construcción de vallas para impedir el acceso de los animales a las carreteras y las líneas ferroviarias. • Proteger la biodiversidad forestal mediante una gestión forestal respetuosa con la naturaleza y adaptada (por ejemplo, la restauración de los bordes de los bosques a lo largo del anillo de Bruselas y la creación de áreas abiertas) y mediante la reorientación de las actividades recreativas a zonas menos sensibles.

Proyecto	OBJETIVO
 LIFE STRADE Demonstration of a system for the management and reduction of collisions between vehicles and wildlife.	Desarrollar y difundir a escala nacional las herramientas necesarias para la gestión de las colisiones de tráfico con la fauna. Para ello el proyecto contempló dos acciones: • La implementación y demostración a gran escala de un sistema recientemente desarrollado que simultáneamente advierte a los conductores y evita que la fauna silvestre cruce las carreteras; y • El desarrollo y la demostración a gran escala de un protocolo de gestión integrado.
 LIFE LINES - Linear Infrastructure Networks with Ecological Solutions.	Ensayar, evaluar y difundir prácticas dirigidas a mitigar los efectos negativos de las infraestructuras de transporte/energía en la fauna silvestre y, al mismo tiempo, promover la creación de una Infraestructura Verde demostrativa, basada en corredores ecológicos y puntos de conexión que puedan incrementar la conectividad y mejorar la conservación de la biodiversidad local/regional.

Se puede consultar información más detallada sobre estos proyectos en el [Anexo 6](#).

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Como conclusiones de este estudio, cabe destacar las siguientes:

Sobre la siniestralidad:

- Existe un consenso mayoritario en cuanto al aumento de la siniestralidad vial con implicación de animales en los últimos años en las carreteras españolas que genera cada vez más siniestros, principalmente con daños materiales, cuyo impacto en términos de personas fallecidas u hospitalizadas no se puede despreciar. Asimismo, en algunos territorios se observa una reciente estabilización de las cifras.
- Uno de los factores a los que puede estar asociado el aumento de la siniestralidad es la sobrepoblación de determinadas especies, así como a una mayor presencia de animales silvestres tanto en zonas pobladas como en los entornos de las vías públicas.
- Si bien la siniestralidad vial con implicación de animales es también un problema de seguridad vial en otros países del mundo, no se han encontrado estrategias consolidadas orientadas al tratamiento de estos problemas a escala estatal en los países analizados, sino acciones en algunos estados o regiones, centradas en la mayor parte de los casos en la instalación de medidas para reducir los siniestros. Aunque en algunos países se identifican puntos de mayor concentración de este tipo de accidentes, no hay constancia de la existencia de una definición a nivel nacional, de tramo de concentración de siniestros con implicaciones de fauna en otros países.
- En el ámbito europeo se han desarrollado varias iniciativas de interés en este tema en proyectos de investigación, que han supuesto un esfuerzo notable para la identificación de problemas, establecimiento de soluciones, elaboración de recomendaciones, etc.
- Se detectan ciertas dificultades para la recogida de datos de siniestralidad y su posterior tratamiento, principalmente porque existe una alta proporción de siniestros no reportados (sobre todo aquéllos que no dan lugar a víctimas), falta de información de detalle de una buena parte de los siniestros, etc.

Sobre las medidas y actuaciones:

- En este contexto, las administraciones de carreteras están aumentando sus esfuerzos para eliminar o reducir, en la medida de lo posible, la siniestralidad vial con implicación de fauna, a través de la implantación de medidas para alertar a los conductores, alejar a los animales de las vías, facilitar cruces seguros, etc.
- Tanto el sector privado (empresas de conservación, de equipamiento, de tecnología, etc.) como los organismos de investigación (principalmente universidades) han trabajado en los últimos años en el desarrollo de soluciones diversas para contribuir al objetivo de reducción de la siniestralidad vial con implicación de animales, muchas de las cuales ya se han implantado en nuestro país por parte de las administraciones de carreteras. Además, en el momento actual se están poniendo en marcha

interesantes actuaciones en la red de carreteras del Estado, que supondrán una fuente de información muy útil acerca de la efectividad de las medidas; en este sentido, la financiación con cargo al Plan de Recuperación y Resiliencia de los fondos Next Generation EU ha sido muy positiva.

- Si bien existen algunas medidas que han registrado una cierta reducción de la siniestralidad, en algunos casos superior al 20%, la mayor parte de las medidas instaladas tienen una efectividad limitada y ésta no se mantiene constante en el tiempo, sino que se reduce; esta situación está probablemente relacionada con la capacidad de los animales de adaptarse a nuevas circunstancias, por lo que se acostumbran a determinadas medidas (por ejemplo, aquéllas relacionadas con sustancias repelentes).
- En vías de gran capacidad, la instalación de vallados a lo largo de toda la traza, así como zonas de cruce controladas y la instalación de medidas específicas para reducir la posibilidad de entrada de animales en los enlaces está permitiendo conseguir buenos resultados en términos de reducción de siniestralidad. En la red convencional de carreteras es donde se registran el mayor número de siniestros, y donde también resulta más difícil implantar medidas eficaces, dado que hay numerosos accesos e intersecciones, mayor proximidad a zonas pobladas, etc.
- Existe, en general, una falta de metodologías para evaluar la eficacia de las soluciones implantadas para reducir la siniestralidad con fauna; una metodología de este tipo requeriría al menos caracterizar los tramos donde se van a instalar las soluciones, identificar tramos de control de características similares donde no se implante la solución, definir el tiempo de estudio y recoger los resultados de siniestralidad junto con otros datos de interés, para intentar extraer conclusiones relevantes acerca de la efectividad de las medidas.
- La medición de la efectividad de las medidas requiere un espacio temporal amplio y una metodología consistente de recopilación de datos que no varíe durante todo el proceso de estudio.

Sobre la gestión.

- En los últimos años se ha avanzado significativamente en la definición de tramos de concentración de siniestralidad con implicación de fauna, que cada administración ha adaptado a las particularidades de su propia red y la siniestralidad que en ella se registra. Aunque no todas las administraciones han definido las características de estos tramos, existen numerosas referencias y se espera que la definición de los tramos TEFIVA por parte del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible sirva como referencia en los próximos años para los gestores de las vías.
- En cuanto a la retirada de animales en el entorno de la vía, todas las administraciones consultadas disponen de procedimientos claros y efectivos para retirar animales muertos. Sin embargo, la retirada de animales vivos (ya sean heridos o no) de la vía y su entorno plantea problemas en muchos territorios, ya que no siempre se dispone de los medios necesarios para realizar una retirada segura de los animales que, en ocasiones pueden requerir la utilización de equipos de protección especiales o el uso de tranquilizantes, entre otras medidas.

Sobre la coordinación:

- La colaboración entre departamentos en los gobiernos no siempre es tan fluida como sería deseable; mientras que en algunos territorios existen grupos de trabajo donde los responsables de carreteras y medio ambiente se encuentran periódicamente para tratar éste y otros temas de interés común, en otras regiones no existe una coordinación fluida y es frecuente identificar falta de información sobre poblaciones de animales o posibilidades de actuación, por ejemplo. En este sentido, es un ejemplo muy positivo el Grupo de Trabajo sobre Fragmentación de Hábitats causada por Infraestructuras de transporte o el grupo de trabajo que existe en Cantabria, en el que participan todas las entidades implicadas con este tema.
- Existe una sinergia entre los objetivos de las políticas cinegéticas del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y las políticas de seguridad vial relacionadas con la reducción de la siniestralidad con implicación de fauna, por lo que sería deseable una mayor colaboración en este ámbito.
- La colaboración entre entidades no sólo debe involucrar a las administraciones, sino también incorporar a otras entidades, incluyendo las federaciones de caza, que son, asimismo, un elemento importante en la gestión de poblaciones en determinados entornos donde existe una gran población de corzos, jabalíes, etc.

A tenor de las conclusiones que se han citado anteriormente, cabe realizar las siguientes recomendaciones:

1. **Realizar un diagnóstico cuantificado de la población de animales** de las especies que más intervienen en la siniestralidad vial, de manera que se pueda avanzar en la cuantificación del problema y las zonas más afectadas. Esta valoración debería repetirse periódicamente, con vistas a identificar situaciones de sobrepoblación.

2. **Continuar y reforzar los procedimientos de recogida y análisis de datos de siniestralidad vial** con implicación de fauna con la colaboración de todas las partes implicadas, no solo desde la Agrupación de Tráfico de la Guardia Civil y la Dirección General de Tráfico, sino también con la colaboración de administraciones de tráfico de Cataluña y País Vasco, policías autonómicas y municipales, así como organismos medioambientales, de manera que se pueda conocer de manera exacta la magnitud del problema.
3. **Favorecer la coordinación entre todas las entidades implicadas en la siniestralidad vial con implicación de fauna**, tanto administraciones viarias como medioambientales, entidades aseguradoras, organismos de investigación, sector cinegético, empresas de conservación, equipamiento viario, tecnología, servicios ambientales, etc. de manera que se tomen medidas desde un punto de vista pluridisciplinar, considerando las diferentes implicaciones para la seguridad vial y para la biodiversidad. Esta colaboración debe superar el ámbito nacional y tener en cuenta a los países limítrofes (Portugal y Francia), que razonablemente se enfrentarán a retos similares de gestión de la siniestralidad vial con implicación de fauna.
4. **Plantear el debate del tratamiento de la sobrepoblación de algunas especies de animales**, de manera que se puedan consensuar medidas razonables para reducir el impacto negativo de esta situación en la siniestralidad vial.
5. **Continuar con la implantación y refuerzo de medidas suficientemente extendidas** en todo el territorio para reducir la presencia de animales en el entorno de las vías, que han demostrado su eficacia, como el vallado de los cotos de caza, el vallado de las vías allí donde sea posible, la construcción de pasos de fauna, el desbroce o limpieza de los márgenes de las vías o la utilización de disuasores. Será preciso disponer de los recursos económicos necesarios para afrontar estas inversiones de manera sostenida en el tiempo, en todas las administraciones de carreteras.
6. **Promover la implantación de medidas innovadoras** para la reducción de la siniestralidad con implicación de fauna en las infraestructuras a través del aviso a los conductores; de esta manera, se pretende seguir avanzando en este ámbito, desde el convencimiento de que, si bien es complicado conseguir una reducción total de la siniestralidad, la suma de varias medidas con una pequeña efectividad puede ser muy positiva a escala global. Para ello, según se ha citado anteriormente, es preciso disponer de los recursos para realizar las inversiones necesarias para su implantación y su mantenimiento a lo largo de los años.
7. **Desarrollar un procedimiento de análisis de la efectividad de las medidas**, que permita identificar la verdadera efectividad en términos de reducción de siniestralidad vial con implicación de fauna; para ello, se requiere caracterizar los tramos de estudio, identificar tramos de contraste, identificar las variables que se van a considerar, establecer los plazos del estudio, recopilar los datos en los tramos donde se han implantado las medidas y en los tramos de contraste, analizar resultados y extraer conclusiones.
8. **Apoyar la creación de redes de conocimiento** que permitan dar a conocer las soluciones existentes y los resultados obtenidos en reducción de la siniestralidad, desde el convencimiento que las experiencias que se están implantando en algunos territorios pueden ser de utilidad en otros. En este sentido, sería muy interesante disponer de un repositorio actualizado de referencias de medidas implantadas para la reducción de la siniestralidad vial con implicación de fauna. Paralelamente, es recomendable realizar acciones de difusión y de formación en este ámbito.
9. **Elaborar un procedimiento para la retirada de animales vivos o heridos** del entorno de las vías públicas, de manera consensuada con todos los sectores implicados, con el fin de aclarar el papel que desempeña cada una de las entidades que intervienen, y asegurando que aquéllos que deben hacerse cargo de la retirada del animal disponen de los medios de protección y trabajo necesarios (equipamiento personal, armas adecuadas, permiso de armas, etc.). La colaboración con los centros de recuperación de animales es, en este punto, un aspecto clave.
10. **Apoyar el despliegue de soluciones de información basadas en el uso de la movilidad conectada**. En este sentido, es interesante que la disponibilidad de información sobre siniestros viales con implicación de fauna sea accesible, de forma actualizada, a los proveedores de servicios de guiado en ruta como Google Maps, Waze, etc., de manera que puedan establecer sistemas de alerta en los itinerarios donde existe un mayor riesgo de irrupción de animales; estos datos podrían actualizarse casi de manera inmediata, proporcionando a los usuarios una información muy útil de cara a la necesidad de estar especialmente alerta en determinados tramos o a determinadas horas del día, durante los meses más críticos, etc. Además, las plataformas como DGT 3.0. o los espacios de datos de movilidad pueden proporcionar información en este sentido. Paralelamente, la recogida de datos de vehículos conectados, a través de los sensores equipados en los vehículos, permite disponer de información de utilidad que puede gestionarse para reducir la siniestralidad de este tipo.

11. BIBLIOGRAFÍA.

- Alberta Transportation and Economic Corridors (TEC). (25 de 10 de 2023). Alberta Wildlife Watch. Animal-Vehicle Collision Safety Program. Obtenido de <https://open.alberta.ca/dataset/dba50f47-e7a7-4f41-bf44-4cdcae4cd3f4/resource/8b415211-2faf-4ca9-9c90-3bda1ecdc499/download/tec-alberta-wildlife-watch-animal-vehicle-collision-safety-program.pdf>
- Generalitat de Catalunya. (01 de 2023). Estudi d'identificació dels trams de concentració d'accidents amb animals ungulats (TCAU) de la xarxa de carreteres de la Generalitat de Catalunya. Obtenido de <https://terra.bibliotecadigital.gencat.cat/handle/20.500.13045/533#page=1>
- (Patrimoine(s) de L'Ain, s.f.). (19 de 03 de 2019). Ecopont de Varennes: un passage pour la faune au-dessus de l'A89. Obtenido de <https://corporate.vinci-autoroutes.com/fr/actualites/ecopont-varennes-passage-pour-faune-au-dessus-la89>
- Accueil du Sénat. (14 de 09 de 2022). La sécurité : un devoir pour les chasseurs, une attente de la société. Obtenido de Rapport d'information n° 882 (2021-2022), déposé le 14 septembre 2022: <https://www.senat.fr/rap/r21-882/r21-8826.html>
- Adventure Hokkaido. (20 de 11 de 2022). A Local's Guide to Driving in Hokkaido. Obtenido de <https://www.adventure-hokkaido.com/blog/travel-tips/driving-in-hokkaido>
- Agency for Nature and Forests (ANB) , Road and Traffic Agency (AWV), & Brussels Environment. (04 de 09 de 2018). RESTORING NATURAL HABITATS for critically endangered species by defragmenting the Sonian Forest . Obtenido de https://www.sonianforest.be/wp-content/uploads/sites/5/2021/04/laymans-report-2018_ENG_LR.pdf
- Agentschap Wegen & Verkeer. (s.f.). Ecoduct. Recuperado el 19 de 11 de 2024, de <https://wegenverkeer.be/natuur-en-milieu/ontsnippering/ecoduct>
- Agentschap Wegen & Verkeer. (s.f.). Ecoduikers. Recuperado el 19 de 11 de 2024, de <https://wegenverkeer.be/natuur-en-milieu/ontsnippering/ecoduikers>
- Agentschap Wegen & Verkeer. (s.f.). Wildwaarschuwingssysteem. Obtenido de <https://wegenverkeer.be/duurzaamheid/ontsnippering/wildwaarschuwingssysteem>
- Agentschap Wegen en Verkeer. (01 de 01 de 2023). Vademecum Natuurtechniek. Obtenido de https://wegenverkeer.be/sites/default/files/uploads/documenten/Vademecum%20UPM_new.pdf
- Alberta Transportation and Economic Corridors (TEC). (11 de 04 de 2023). Guideline for planning animal-vehicle collision mitigations. Obtenido de <https://open.alberta.ca/dataset/09fbfccb-3495-4108-a505-fa47ae809114/resource/5f29c184-d263-4297-9c24-ab1f330fc049/download/tec-guideline-planning-animal-vehicle-collision-mitigations.pdf>
- Alberta Transportation and Economic Corridors (TEC). (12 de 04 de 2023). Guideline for planning wildlife crossing structures. Obtenido de <https://open.alberta.ca/dataset/f2011dd9-e5fe-451c-b41c-9854fd5d7de6/resource/ea3c3cac-7d8d-4627-af58-e87f6f01215a/download/tec-guideline-planning-wildlife-crossing-structures.pdf>
- Alberta Transportation and Economic Corridors (TEC). (12 de 04 de 2023). Guideline for planning wildlife exclusion fencing . Obtenido de <https://open.alberta.ca/dataset/342b0759-c427-43b5-bd8f-cdf0dcd87c2a/resource/c98d172c-6869-49d2-a51c-0e0a1e5a9845/download/tec-guideline-planning-wildlife-exclusion-fencing.pdf>
- America, S. G., & Courtney Cole. (14 de 05 de 2024). Bridging the gap: How the U.S. is starting to address wildlife-vehicle collisions. Obtenido de <https://smartgrowthamerica.org/bridging-the-gap-how-the-u-s-is-starting-to-address-wildlife-vehicle-collisions/>
- Animal-cross. (21 de 09 de 2023). Collisions routières avec la faune sauvage : à qui la faute ? Obtenido de <https://www.animal-cross.org/collisions-routieres-avec-la-faune-sauvage-un-plan-daction-national-indispensable/>
- arcticfinland. (s.f.). Smart traffic service gives reindeer warnings. Obtenido de <https://www.arcticfinland.fi/news/Smart-traffic-service-gives-reindeer-warnings-/39969/3248388c-5a5d-4499-84e2-2896a679716e>
- Arizona Department of Transportation. (30 de 06 de 2021). Arizona Statewide Wildlife-Vehicle Conflict Study . Obtenido de https://azdot.gov/sites/default/files/media/2021/08/WVC_Final_Report_July30_2021.pdf

- Aseguradora Nacional AAMI. (06 de 06 de 2024). Animal Collisions jump 22% as AAMI urges drivers to stop ignoring wildlife signs. Obtenido de <https://www.suncorpgroup.com.au/uploads/Animal-Collisions-Media-Release-FINAL-3.pdf>
- Automobilclub von deutschland (AvD). (17 de 10 de 2024). Wildunfälle vermeiden. Obtenido de <https://avd.de/wissensbasis/rund-ums-auto/nachrichten/wildunfalle-vermeiden>
- Autoridade Nacional Segurança Rodoviária (ANSR). (01 de 10 de 2021). O impacto económico e social da sinistralidade rodoviária em Portugal. Obtenido de <http://www.ansr.pt/Estatisticas/RelatoriosTematicos/Documents/Study%20on%20social%20and%20economic%20costs%20of%20road%20crashes%20in%20Portugal.pdf>
- British Columbia Conservation Foundation. (s.f.). Wildlife Collision Prevention Program. Obtenido de <https://www.wildlifecollisions.ca/collision/collision-facts.htm>
- Bundesanstalt für Straßenwesen (bast). Forschungsprogramm Straßenwesen. (11 de 2015). Berücksichtigung artenschutzrechtlicher Vorschriften in den Bau- und Betriebsphasen. Forschungsprojekt Nr. FE 02.0322/2010/LGB. Obtenido de https://bast.opus.hbz-nrw.de/opus45-bast/frontdoor/deliver/index/docId/1846/file/BerAcksichtigung_artenschutzrechtlicher_Vorschrift_en_in_den_Bau_und_Betriebsphasen.pdf
- Canada's Road Safety Strategy 2025. (s.f.). Wildlife detection system. Obtenido de https://roadsafetystrategy.ca/en/listing-directory/roadsafetystrategy/wildlife_detection_system
- Canadian Centre for Occupational Health and Safety. (17 de 10 de 2024). Canadian Centre for Occupational Health and Safety. Obtenido de <https://www.ccohs.ca/newsletters/hsreport/issues/2013/10/ezone.html>
- Canadian Council of Motor Transport Administrators (CCMTA). (s.f.). Wildlife Crossing Structures and Fencing. Obtenido de https://roadsafetystrategy.ca/en/listing-directory/roadsafetystrategy/wildlife_crossing_structures_and_fencing
- Canadian Council of Motor Transport Administrators (CCMTA). (s.f.). Wildlife detection system. Obtenido de https://roadsafetystrategy.ca/en/listing-directory/roadsafetystrategy/wildlife_detection_system
- Carlos del Brío. (18 de 09 de 2024). Tecnologías para la detección de fauna en carreteras. XIV JORNADA SOBRE EQUIPAMIENTO VIAL. Propuesta de soluciones innovadoras en el campo del equipamiento de nuestras carreteras.
- Centro de Estudios Ponle Freno AXA. (01 de 03 de 2023). Accidentes de tráfico con animales en España. Obtenido de https://compromiso.atresmedia.com/documents/2023/03/30/2520A327-2FF4-4D41-9C93-EB6990D8038B/informecolisionesvehiculosanimales_2023.pdf
- CEREMA. (12 de 01 de 1993). Passage pour la grande faune. Guide technique. Obtenido de <https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/passage-grande-faune>
- CEREMA. (12 de 01 de 1993). Passage pour la grande faune. Guide technique . Obtenido de <https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/passage-grande-faune>
- CEREMA. (01 de 08 de 2005). Aménagements et mesures pour la petite faune. Guide technique. Obtenido de <https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/amenagements-mesures-petite-faune>
- CEREMA. (15 de 05 de 2019). Clôtures routières et ferroviaires & faune sauvage - Critères de choix et recommandations d'implantation. Obtenido de <https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/clotures-routieres-ferroviaires-faune-sauvage-criteres-choix>
- CEREMA. (08 de 12 de 2021). Les passages à faune. Obtenido de <https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/passages-faune>
- CEREMA. (08 de 12 de 2021). Les passages à faune : un guide complet du Cerema pour créer et entretenir les continuités écologiques au niveau des infrastructures. Obtenido de <https://www.cerema.fr/fr/actualites/passages-faune-guide-complet-du-cerema-creer-entretenir>
- Cerema Climat & Terriotoires de Demain. (s.f.). Les passages à faune : un guide complet du Cerema pour créer et entretenir les continuités écologiques au niveau des infrastructures. Obtenido de <https://www.cerema.fr/fr/actualites/passages-faune-guide-complet-du-cerema-creer-entretenir>
- Christian Trothe, M. M. (11 de 2016). Wildunfälle verhindern – was hilft wirklich?. Präventionsmaßnahmen auf dem Prüfstand. Obtenido de https://www.jagdverband.de/sites/default/files/Abschlussbericht_Wildunfaelle_verhindern_Nov_2016.pdf

- Christmas Island National Park. (s.f.). Red crab migration. Obtenido de <https://christmasislandnationalpark.gov.au/discover/highlights/red-crab-migration/>
- Ciencias Ambientales. (09 de 06 de 2023). Obtenido de <https://www.cienciasambientales.com/es/noticias-ambientales/andalucia-es-pionera-en-la-instalacion-de-un-dispositivo-unico-en-espana-para-evitar-el-atropello-de-animales-21626>
- Clara Grillo. (18 de 11 de 2019). Patrones e impactos de la mortalidad faunística en las carreteras. Obtenido de CESAM. Universidad de Aveiro.: https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/presentaciones_jornada_mortalidad_fauna_tcm30-504430.pdf
- Comisión Europea. (20 de 05 de 2020). Estrategia de la UE sobre la biodiversidad de aquí a 2030. Obtenido de COM(2020) 380 final.: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=celex%3A52020DC0380>
- Comisión Europea. (29 de 04 de 2024). Biodiversity and infrastructure Synergies and opportunities for European Transport Networks. Obtenido de Horizon 2020: <https://cordis.europa.eu/project/id/101006661/es>
- Comisión Europea. (s.f.). Demonstration of a system for the management and reduction of collisions between vehicles and wildlife. Obtenido de Reference: LIFE11 BIO/IT/000072 | Acronym: LIFE STRADE: <https://webgate.ec.europa.eu/life/publicWebsite/project/LIFE11-BIO-IT-000072/demonstration-of-a-system-for-the-management-and-reduction-of-collisions-between-vehicles-and-wildlife>
- Comisión Europea. (s.f.). Linear Infrastructure Networks with Ecological Solutions. Obtenido de Reference: LIFE14 NAT/PT/001081 | Acronym: LIFE LINES: <https://webgate.ec.europa.eu/life/publicWebsite/project/LIFE14-NAT-PT-001081/linear-infrastructure-networks-with-ecological-solutions>
- Comisión Europea. (s.f.). Preventing Animal - Vehicle Collisions - Demonstration of Best Practices targeting priority species in SE Europe. Obtenido de Reference: LIFE17 NAT/IT/000464 | Acronym: LIFE SAFE-CROSSING: <https://webgate.ec.europa.eu/life/publicWebsite/project/LIFE17-NAT-IT-000464/preventing-animal-vehicle-collisions-demonstration-of-best-practices-targeting-priority-species-in-se-europe>
- Comisión Europea. (s.f.). Recovering the historic distribution range of the Iberian lynx (Lynx pardinus) in Spain and Portugal. Obtenido de Reference: LIFE10 NAT/ES/000570 | Acronym: Iberlince: <https://webgate.ec.europa.eu/life/publicWebsite/project/LIFE10-NAT-ES-000570/recovering-the-historic-distribution-range-of-the-iberian-lynx-lynx-pardinus-in-spain-and-portugal>
- Comisión Europea. (s.f.). Restoration of natural habitats for critically endangered species by defragmentation of the Sonian Forest. Obtenido de Reference: LIFE12 NAT/BE/000166 | Acronym: Life - OZON: <https://webgate.ec.europa.eu/life/publicWebsite/project/LIFE12-NAT-BE-000166/restoration-of-natural-habitats-for-critically-endangered-species-by-defragmentation-of-the-sonian-forest>
- Das Tierfund-Kataster. (s.f.). Registrieren – mitmachen – Leben retten. Obtenido de <https://www.tierfund-kataster.de/>
- Das Tierfund-Kataster. (s.f.). Verhalten bei Wildunfällen. Obtenido de <https://www.tierfund-kataster.de/verhalten-bei-einem-wildunfall.html>
- Diario oficial de la Federación. (15 de 11 de 2023). DECRETO por el que se adiciona un artículo 22 Bis a la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal. Obtenido de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5708639&fecha=15%2F11%2F2023#gsc.tab=0
- Dirección General de Carreteras. Comunidad de Madrid. (11 de 2014 (revisión 2015)). Proyecto de mejora de la permeabilidad de la faun en la carretera M-501: Quijorna a Navas del Rey. Obtenido de <https://www.madrid.org/media/consejeria-transportes/a-obr-039781-2015-proyecto.pdf>
- Dirección General de Servicios Técnicos. Ciudad de México. (01 de 11 de 2020). Manual del diseño de pasos para fauna silvestre en carreteras. Obtenido de https://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/Manual_de_Fauna/Manual_PasosparaFauna.pdf
- Dirección General de Tráfico. (2019). Recomendaciones para la mejora de la Seguridad Vial en entornos interurbanos. Obtenido de https://www.dgt.es/export/sites/web-DGT/.galleries/Images/muevete-con-seguridad/tecnologia-e-innovacion-en-carretera/recomendaciones-en-entornos-interurbanos/ALTA_-Libro-DGT-Medidas-Interurbanas.pdf

- Dirección General de Tráfico. (24 de 06 de 2024). Obtenido de Sistemas para evitar el acceso de animales a la calzada: <https://seguridadvial2030.dgt.es/practicas-de-interes/vias-seguras/sistemas-para-evitar-el-acceso-de-animales-a-la-calzada/index.html>
- Dirección General de Tráfico. (03 de 07 de 2024). Sistemas de advertencia y canalización de animales en la calzada. Obtenido de <https://seguridadvial2030.dgt.es/practicas-de-interes/vias-seguras/sistemas-de-advertencia-y-canalizacion-de-animales-en-la-calzada/index.html>
- Dirección General de Tráfico. (s.f.). Prácticas de interés en favor de la seguridad vial. Obtenido de <https://seguridadvial2030.dgt.es/practicas-de-interes/>
- Dirección General de Tráfico. (21 de 12 de 2023). Peligro. fauna en la carretera. Obtenido de Revista Tráfico y Seguridad Vial.: <https://revista.dgt.es/es/reportajes/2023/12DICIEMBRE/1221-N268-siniestralidad-animales.shtml>
- Dirección General de Tráfico. Observatorio Nacional de Seguridad Vial. (1 de Agosto de 2023). Siniestralidad vial con implicación de animales. 2022. Obtenido de https://www.dgt.es/export/sites/web-DGT/_galleries/downloads/dgt-en-cifras/24h/Informe_Implicacion_animales_version-web.pdf
- Dirección General de Tráfico. Observatorio Nacional de Seguridad Vial. (14 de 2 de 2022). Estrategia de Seguridad Vial 2030. Obtenido de <https://seguridadvial2030.dgt.es/inicio/>
- Driving Test. (s.f.). Australian animal road signs. Obtenido de <https://www.drivingtests.co.nz/resources/australian-animal-road-signs/>
- Elinkeino. (10 de 04 de 2010). Valtatien 7 (E18) rakentaminen moottoritieksi välillä Loviisa–Kotka . Obtenido de <https://www.ely-keskus.fi/documents/10191/113726/e18loviisa-kotka-esite.pdf/cacb0450-2a02-466e-8161-4e7dad9d1ec8>
- eSMARTcity.es. Todo sobre Ciudades Inteligentes. (26 de 10 de 2021). Obtenido de <https://www.esmartcity.es/2021/10/26/soluciones-lacroix-contribuyen-reducir-colisiones-con-animales-carreteras#:~:text=La%20c%C3%A1mara%20EcoCam%20detecta%20e,humano%20en%20el%20medio%20ambiente>
- Expressen. (26 de 01 de 2021). Därför är renodukter så bra för djuren. Obtenido de <https://www.expressen.se/nyheter/klimat/darfor-ar-renodukter-sa-bra-for-djuren/>
- Fauna Crossing. (s.f.). Box Rope Ladder Crossing. Obtenido de <https://faunacrossings.com.au/box-rope-ladder-crossing/>
- Fauna Crossing. (s.f.). Flat Rope Ladder Crossing. Obtenido de <https://faunacrossings.com.au/rope-ladder-crossings/flat-rope-ladder-crossing/>
- Fauna Crossings. (s.f.). Glider Poles and Koala Poles. Obtenido de <https://faunacrossings.com.au/glider-poles-and-koala-poles/>
- Fauna Crossings. (s.f.). Koala Crossing. Obtenido de <https://faunacrossings.com.au/koala-crossings/>
- Federal Highway Administration (FHWA). (08 de 2008). Wildlife-Vehicle Collision Reduction Study: Report To Congress. . Obtenido de Publication Number: FHWA-HRT-08-034.: <https://www.fhwa.dot.gov/publications/research/safety/08034/08034.pdf>
- Federal Highway Administration (FHWA). (08 de 2008). Wildlife-Vehicle Collision Reduction Study: Report To Congress. Chapter 5. Mitigation Methods that Attempt to Influence Driver Behavior.FHWA-HRT-08-034. Obtenido de <https://www.fhwa.dot.gov/publications/research/safety/08034/05.cfm>
- Federal Highway Administration (FHWA). (2009). Advances in Wildlife Crossing Technologies. (FHWA-HRT-09-006) Obtenido de <https://highways.dot.gov/public-roads/septoct-2009/advances-wildlife-crossing-technologies>
- Federal Highway Administration (FHWA). (01 de 03 de 2011). WILDLIFE CROSSING STRUCTURE HANDBOOK Design and Evaluation in North America. Obtenido de https://westerntransportationinstitute.org/wp-content/uploads/2016/08/425259_Final_Report_Updated.pdf
- Federal Highway Administration. U.S. Department of Transportation. (06 de 06 de 2024). Wildlife Crossings Program. Obtenido de <https://highways.dot.gov/federal-lands/wildlife-crossings>
- Federal Highway Administration. U.S. Department of Transportation. (31 de 05 de 2023). Wildlife Crossings Program. Obtenido de <https://highways.dot.gov/media/48756>
- Finnish Road Safety Council. Liikenneturva. (s.f.). Obtenido de <https://www.liikenneturva.fi/en/>

- García, G. M. (13 de 03 de 2006). Mitigation and monitoring of road impacts on fauna. Obtenido de STSM SCIENTIFIC REPORT. COST-STSM-350-348: https://www.infraestruturasdeportugal.pt/pdfs/infraestruturas/mitigation_and_monitoring_of_road_impacts_on_fauna.pdf
- Generalitat de Catalunya. Departament de Territori i Sostenibilitat. Direcció General de Carreteres. (1 de 12 de 2012). Estudi de l' accidentalitat provocada per animals en llibertat a la xarxa de carreteres de la Generalitat de Catalunya. Obtenido de <https://agricultura.gencat.cat/web/.content/06-medi-natural/caca/dades-divulgacio/informes-tecnics/fitxers-binaris/estudiaccidentalitanimalsenllibertat2007-2011dgc-tesvext.pdf>
- Gobierno de La Rioja. (2024). Accidentes con fauna cinegética. XIV Jornada sobre Equipamiento Vial. Propuesta de soluciones innovadoras en el campo del equipamiento de nuestras carreteras.
- Gobierno de La Rioja. (21 de 06 de 2023). El Gobierno de La Rioja instala un nuevo sistema piloto para advertir de la presencia de animales en la carretera LR-282 entre Autol y Calahorra. Obtenido de <https://actualidad.larioja.org/noticia?n=not-el-gobierno-de-la-rioja-instala-un-nuevo-sistema-piloto-para-advertir-de-la-presencia-de-animales>
- Gobierno de México. Secretaría de Seguridad Ciudadana. (s.f.). Brigada de Vigilancia Animal (BVA). Obtenido de <https://www.ssc.cdmx.gob.mx/agrupamientos/brigada-de-vigilancia-animal>
- Gobierno de Reino Unido. (22 de 12 de 2023). Simpler road signs to protect small animals and boost safety. Obtenido de <https://www.gov.uk/government/news/simpler-road-signs-to-protect-small-animals-and-boost-safety>
- Google Maps. (05 de 2019). Ecoduct Groenendaal. Obtenido de https://www.google.com/maps/@50.7552796,4.4352407,3a,75y,192.08h,87.69t/data=!3m8!1e1!3m6!1s5EXhCDhPyUbH-rQO1kEfDA!2e0!5s20190501T000000!6shhttps:%2F%2Fstreetviewpixels-pa.googleapis.com%2Fv1%2Fthumbnail%3Fcb_client%3Dmaps_sv.tactile%26w%3D900%26h%3D600%26
- Gov. UK. (31 de 07 de 2015). Green bridges: safer travel for wildlife. Obtenido de <https://www.gov.uk/government/news/green-bridges-safer-travel-for-wildlife>
- Government of Canada. Banff National Park. (19 de 11 de 2022). Wildlife crossing structures and research. Obtenido de <https://parks.canada.ca/pn-np/ab/banff/nature/conservation/transport/tch-rtc/passages-crossings>
- Grupo EULEN Medio ambiente. (17 de 05 de 2024). Presentación del proyecto de suministro e instalación de dispositivos "Virtual Fence". Obtenido de <https://www.aecarretera.com/hojaderuta/YDRAY-6-EULEN-MARTA-BARAJAS.pdf>
- Grupo EULEN Medio Ambiente. (s.f.). Oferta de suministro dispositivos "Virtual Fence". Diputación de Zamora.
- How to Japan. (07 de 07 de 2022). Understanding Road Signs in Japan. Recuperado el 19 de 11 de 2024, de <https://howtojapan.net/2022/07/07/understanding-road-signs-in-japan/>
- Iberlince. (s.f.). Iberlince Web. Obtenido de <http://www.iberlince.eu/index.php/esp/>
- IENE Infrastructure&Ecology Network Europe. (2024). Biodiversity&Infrastructure. A handbook for action. Obtenido de <https://www.biodiversityinfrastructure.org/>
- Industrias Saludes. (01 de 02 de 2023). Sistema Inteligente Detección Animales. Casos de uso. Obtenido de <https://www.industriassaludes.es/wp-content/uploads/2022/10/Sistema-Inteligente-Deteccio%CC%81n-Animales-proyectos-realizados-01.pdf>
- Infraestruturas da Portugal (IP). (2024). Monitorização da Mortalidade de Fauna nas Estradas da IP. Obtenido de https://www.infraestruturasdeportugal.pt/sites/default/files/inline-files/Relat%C3%B3rio%20de%20Monitoriza%C3%A7%C3%A3o%20da%20Mortalidade%20de%20Fauna_2023_0.pdf
- Infraestruturas de Portugal (IP). (2012). Nidificação de Águia-Imperial em eucalipto à beira de estrada deu "frutos". Obtenido de https://www.infraestruturasdeportugal.pt/pdfs/infraestruturas/nidificacao_de_aguia.pdf
- Infraestruturas de Portugal (IP). (s.f.). Acciones de conservación de la naturaleza. Obtenido de <https://www.infraestruturasdeportugal.pt/sustentabilidade-ip/ambiente-ip/biodiversidade-ip/acoes-de-conservacao-da-natureza-ip>

- Infraestruturas de Portugal. (24 de 05 de 2024). Monitorização da Mortalidade de Fauna nas Estradas da IP. Relatório Síntese, 2023. Obtenido de https://www.infraestruturasdeportugal.pt/sites/default/files/inline-files/Relat%C3%B3rio%20de%20Monitoriza%C3%A7%C3%A3o%20da%20Mortalidade%20de%20Fauna_2023_0.pdf
- Infraestruturas de Portugal. (s.f.). Rede Rodoviária. Obtenido de <https://www.infraestruturasdeportugal.pt/pt-pt/rede-rodoviaria-ip>
- Infraestruturas de Portugal. Universidad de Évora. (01 de 01 de 2006). Impactes das vias rodoviárias na fauna silvestre. Relatório final. Obtenido de https://www.infraestruturasdeportugal.pt/sites/default/files/inline-files/miraascensao_impactes_das_vias_rodoviaras_n.pdf
- Infraestructura and Transport Ministers. (01 de 12 de 2021). National Road Safety Strategy 2021-2030. Obtenido de <https://www.roadsafety.gov.au/sites/default/files/documents/National-Road-Safety-Strategy-2021-30.pdf>
- Infrastructure & Ecology Network Europe (IENE). (21 de 05 de 2024). BISON project deliverables. Obtenido de <https://www.iene.info/news/bison-deliverables/>
- Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos (IREC). (03 de 06 de 2022). ¿Podemos conocer la distribución y abundancia de la fauna silvestre a partir de los datos de animales atropellados en carreteras? Obtenido de <https://www.irec.es/publicaciones-destacadas/distribucion-y-abundancia-fauna-silvestre-datos-animales-atropellados-carreteras/>
- Instituto Mexicano del Transporte (IMT), Mendoza Sánchez, J., García Roa, A., & Gradilla Hernández, L. (30 de 03 de 2022). Observatorio de Movilidad y Mortalidad de Fauna en Carreteras para México. Obtenido de Publicación Técnica No. 680: <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt680.pdf>
- Instituto Noruego de Investigación sobre Carreteras y Transporte (VTI). (21 de 12 de 2023). Measures to prevent and reduce the impact of collisions involving wildlife. Obtenido de VTI rapport 1198A: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1822182/FULLTEXT01.pdf>
- Interministerielle Arbeitsgruppe Wiedervernetzung BMU/BMVBs. (Abril de 2012). Bundesprogramm Wiedervernetzung. Grundlagen – Aktionsfelder – Zusammenarbeit. Obtenido de https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/StB/bundesprogramm-wiedervernetzung.pdf?__blob=publicationFile
- ITTECO Pprograma . (2022). ESCAPE XXL Retour d'expérience sur les dispositifs de sortie des clôtures pour la grande faune sauvage. Obtenido de <https://ittecop.fr/fr/tous-les-projets/recherches-2020/projets-exploratoires-ou-incubatoires-2020/item/720-escape-xxl>
- ITTECOP Programa. (2020). Projet exploratoire ESCAPE XXL. Obtenido de <https://ittecop.fr/fr/ressources/telechargements/rapport-final/rapports-ittecop-apr-2020/1301-ittecop-apr-2020-escape-xxl-synth%C3%A8se-fr/file>
- ITTECOP programme . (s.f.). Le programme ITTECOP. Obtenido de <https://ittecop.fr/fr/decouvrir-ittecop>
- Jacinto Román, C. R.-R.-V.-E. (12 de abril de 2024). Uno de cada tres atropellos de animales en las carreteras puede pasar desapercibido para la ciencia. Obtenido de Nota de prensa: https://delegacion.andalucia.csic.es/wp-content/uploads/2024/04/NdP_EBD_Mortalidad-Carreteras_12ABR2024.pdf
- Junta de Castilla y León. (8 de 10 de 2020). La Junta aplica en la ZA-912 de la provincia un tratamiento con feromonas de lobo para evitar la siniestralidad. Obtenido de <https://comunicacion.jcyl.es/web/jcyl/Comunicacion/es/Plantilla100Detalle/1281372051501/NotaPrensa/1284991667529/Comunicaci%C3%B3n>
- Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. (s.f.). Actuaciones prioritarias CR-614, CR-P-6112, CR-611. Obtenido de Fondo Europeo de Desarrollo Regional. "Una manera de hacer Europa": https://www.castillalamancha.es/sites/default/files/documentos/pdf/20180412/memoria_cr-614_y_otras.pdf
- Komatsu, H., Nakamura, K., & Yonemura, S. (01 de 08 de 2019). Installation and Verification of the Effectiveness of a Crossing Structure for Japanese Squirrels in a Residential Development Project. Recuperado el 19 de 11 de 2024, de https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsia/17/2/17_40/_pdf
- Kramer-Rowold, Ehrentud M, & Rowold, Wolfgang A. (2011). Straßenausstattung und Fallenwirkung für Tiere. Obtenido de ISBN: 978-3-86918-141-7; ISSN: 0344-0788:

- <https://www.tib.eu/de/suchen/id/tema%3ATEMA20111103248/Stra%C3%9Fenausstattung-und-Fallenwirkung-f%C3%BCr-Tiere/>
- Leonard E. Sielecki, M. E. (12-13 de 06 de 2018). Wildlife Detection Systems in British Columbia. Obtenido de <https://carsp.ca/wp-content/uploads/2018/07/6C-Sielecki-Wildlife-Detection-Systems.pdf>
- LIFE Lines. (s.f.). LIFE Lines web. Obtenido de <https://lifelines.uevora.pt/?lang=en>
- Línea Directa Aseguradora. (24 de 10 de 2022). Animales en la carretera: Un peligro mortal. Accidentes contra animales en las carreteras españolas (2017-2021). Obtenido de <https://www.lineadirectaaseguradora.com/documents/652707/810024/np+-+accidentalidad+contra+animales+en+las+carreteras+espa%C3%B1olas+def.pdf/f9f68672-b214-b349-2176-ae26843b2572?t=1666358569532>
- Línea Directa Aseguradora. (24 de 10 de 2022). El número de accidentes contra animales en las carreteras españolas se duplica en los últimos 5 años. Obtenido de <https://www.lineadirectaaseguradora.com/sala-de-prensa/-/animales-en-la-carretera>
- Llagostera, P., Comas, C., & López, N. (2022). Modeling road traffic safety based on point patterns of wildlife-vehicle collisions. Obtenido de <https://repositori.udl.cat/server/api/core/bitstreams/199d2dae-9afc-4f8c-9055-7d02cfe6d407/content>
- LYNXCONNECT. (s.f.). LYNXCONNECT. Obtenido de <https://lifelynxconnect.eu/>
- Manisha Bhardwaj, Filippa Erixon, Isak Holmberg, Andreas Seiler, Emma Håkansson, Marcus Elfström, & Mattias Olsson. (06 de 12 de 2022). Ungulate use of an at-grade fauna passage and roadside animal detection system: A pilot study from Southern Sweden. Obtenido de <https://www.frontiersin.org/journals/environmental-science/articles/10.3389/fenvs.2022.991551/full>
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente MITECO. (2008). Prescripciones Técnicas para el seguimiento y evaluación de la efectividad de las medidas correctoras del efecto barrera de las infraestructuras de transporte. Obtenido de Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte, número 2.: https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/efecto_barrera_infraestructuras_transporte_tcm30-195793.pdf
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente MITECO. (2010). Indicadores de fragmentación de hábitats causada por infraestructuras lineales de transporte. Obtenido de Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte, número 4.: https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/4_indicadores_fragmentac_habitat_tcm30-195795.pdf
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente MITECO. (2010). Prescripciones Técnicas para la reducción de la fragmentación de hábitats en las fases de planificación y trazado. Obtenido de Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte, número 3.: https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/planificacion_trazado_tcm30-195794.pdf
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente MITECO. (2013). Desfragmentación de hábitats. Orientaciones para reducir los efectos de las carreteras y ferrocarriles en funcionamiento. Obtenido de Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte, número 5.: https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/5_orientac_reducir_efectos_ctras_ferrocarril_tcm30-195796.pdf
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente MITECO. (2015). PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA EL DISEÑO DE PASOS DE FAUNA Y VALLADOS PERIMETRALES (SEGUNDA EDICIÓN, REVISADA Y AMPLIADA). Obtenido de Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte, número 1.: https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/biodiversidad/publicaciones/prescripciones_pasos_vallados_2a_edicion_tcm30-195791.pdf
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente MITECO. (2019). Efectos de borde y efectos en el margen de las infraestructuras de transporte y atenuación de su impacto sobre la biodiversidad. Obtenido de Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte, número 7.: https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/7_efectos_bordes_y_margenes_tcm30-505618.pdf

- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente MITECO. (2020). Prescripciones Técnicas para hacer efectivos los seguimientos de las medidas de mitigación del efecto barrera de las infraestructuras de transporte (diseño, documentación y archivo de seguimiento ambiental). Obtenido de Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte, número 8.: https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/prescripcionestecnicasn8_tcm30-521531.pdf
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente MITECO. (01 de 01 de 2024). Identificación de áreas a desfragmentar para reducir los impactos de las infraestructuras lineales de transporte en la biodiversidad (Segunda edición ampliada y revisada). Obtenido de Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte, número 6.: https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/fragmentacion/6_2%C2%AA%20edicion_areas%20desfragmentar.pdf
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA). (16 de 09 de 2021). Plan Nacional de Acción de gestión a medio/largo plazo de poblaciones de jabalíes silvestres. Obtenido de https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/plannacionaldecontroldejabalies-final_tcm30-635314.pdf
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (16 de 09 de 2021). Plan Nacional de Acción de gestión a medio/largo plazo de poblaciones de jabalíes silvestres. Obtenido de https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/plannacionaldecontroldejabalies-final_tcm30-635314.pdf
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2021). Plan Nacional de gestión a medio/largo plazo de las poblaciones de jabalíes silvestres para reducir el riesgo de entrada y difusión del virus de la peste porcina africana en España .
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2022). Estrategia Nacional de Gestión Cinegética.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (07 de 03 de 2022). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Obtenido de https://www.mapa.gob.es/fr/prensa/20220307_engc_definitivo_tcm36-614256.pdf
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (16 de 04 de 2024). Medidas preventivas desarrolladas en España frente a la peste porcina africana. Obtenido de https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/notappamedidasimplementadas16424_tcm30-585066.pdf
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (01 de 01 de 2025). Programa Nacional de vigilancia epidemiológica de peste porcina clásica, peste porcina africana y enfermedad de aujeszky en poblaciones de jabalíes. Obtenido de https://www.mapa.gob.es/ca/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/programanacionaldevigilanciasobreppapcyaujeszkyenjabalies2025_tcm34-583841.pdf
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (01 de 01 de 2025). Programa Nacional de vigilancia sanitaria porcina adaptado al incremento de riesgo de incursión de peste porcina africana. Obtenido de https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/programanacionaldevigilanciasanitariaporcina2025_tcm30-437586.pdf
- Ministerio de Hacienda. (s.f.). Plataforma de Contratación del Sector Público. Obtenido de <https://contrataciondelestado.es/wps/portal/plataforma>
- Ministerio de Transporte y Movilidad Sostenible. (20 de 11 de 2018). Actuaciones de mejora para reducir la probabilidad de atropello de fauna salvaje. Carretera N-420, de Córdoba a Tarragona. PP.KK. 81,000 al 93,050. Tramo: Cardeña- L.P. Ciudad Real. Provincia de Córdoba. Obtenido de https://licitacionesdgarreteras.blob.core.windows.net/licitaciones/PPTP_39_GR_4190/PPTP_39_CO_5570/39CO5570prodef.pdf
- Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible. (01 de 03 de 2015). Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda PITVI (2012-2024). Obtenido de https://www.transportes.gob.es/recursos_mfom/pdf/E35B8D33-F3B6-4695-9012-C22229966FA0/130944/PITVI20122024.pdf
- Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible. (12 de 12 de 2022). Mitma pone en marcha un sistema de alta frecuencia para evitar el atropello de lince en la Red de Carreteras del Estado en Extremadura. Obtenido de <https://www.transportes.gob.es/el-ministerio/sala-de-prensa/noticias/jue-22122022-1904>

- Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible. (30 de 11 de 2022). Programa de compra Pública de Innovación. Obtenido de https://cdn.mitma.gob.es/porta-web-drupal/carreteras/cpi/presentacion_evento_dgc-cpm_vf.pdf
- Ministerio de Transportes y Movilidad sostenible. (03 de 2024). PROYECTO DE SOSTENIBILIDAD Y EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA LA DETECCIÓN Y SEÑALIZACIÓN DINÁMICA DE FAUNA SALVAJE, TRAMO 1 PP.KK. 44+000 A 46+000, Y PROTECCIÓN DE FAUNA MEDIANTE MEDIDAS CONVENCIONALES, TRAMO 2 PP.KK. 36+400 A 42+000, EN LA CARRETERA N-631. PR. Obtenido de Clave 39-ZA-3790: https://licitacionesdgcarrteras.blob.core.windows.net/licitaciones/39-ZA-3790/39ZA3790_PROYECTO.pdf
- Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible. (2024). Soluciones para fauna en carreteras. XIV JORNADA SOBRE EQUIPAMIENTO VIAL. Propuesta de soluciones innovadoras en el campo del equipamiento de nuestras carreteras.
- Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible. (s.f.). Observatorio del transporte y la logística en España. Obtenido de <https://otle.transportes.gob.es/>
- Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible. (s.f.). Tramos con Especial Frecuencia de Incidentes Viales con Implicación de Animales (TEFIVA) en la RCE. Obtenido de https://www.transportes.gob.es/recursos_mfom/listado/recursos/nota-tefiva-subido_a_web.pdf
- Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible. Dirección General de Carreteras. (30 de 07 de 2021). Proyecto de instalación de señalización con detección remota para evitar atropellos de lince en la carretera N-432. PP.KK.: Varios. Provincia: Badajoz. Obtenido de https://licitacionesdgcarrteras.blob.core.windows.net/licitaciones/39-BA-4160/Proyecto%20completo%2039-BA-4160_PROYECTO%20CORREGIDO.zip
- Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible. Dirección General de Carreteras. (08 de 2023). INSTALACIÓN DE BALIZAS DISUASORIAS DE FAUNA EN VARIOS TRAMOS DE LA CARRETERA N-502, ENTRE LOS PP.KK. 85+700 Y 179+600. Obtenido de PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN: https://licitacionesdgcarrteras.blob.core.windows.net/licitaciones/39-TO-50335/39-TO-%2050335%20Proyecto_balizas.pdf
- Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible. Dirección General de Carreteras. (13 de 12 de 2022). NOTA DE SERVICIO 3/2022. Procedimiento de actuación de. Obtenido de https://www.transportes.gob.es/recursos_mfom/comodin/recursos/ns_03_2022_animales_muerto_s.pdf
- Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. (01 de 07 de 2021). Orden Circular 3/2021. Base de precios de referencis de la dirección General de Carreteras. Obtenido de https://www.transportes.gob.es/recursos_mfom/comodin/recursos/orden_circular_3_2021_base_precios_referencia_dgc_fdigital.pdf
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (13 de 07 de 2021). Estrategia Nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas. Obtenido de https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/infraestructura-verde/infverde_conectividad.html
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (31 de 12 de 2022). Plan estratégico estatal del patrimonio natural y de la biodiversidad a 2030. Obtenido de <https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/biodiversidad/publicaciones/estrategias/peebpn2030-difusion.pdf>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (24 de julio de 2024). Estrategia de Desfragmentación de Hábitats Afectados por Infraestructuras Lineales de Transporte (1ª edición). Obtenido de <https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/fragmentacion/Estr-DHILT.pdf>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico MITECO. (19 de 2019). Fragmentación de hábitats causada por infraestructura de Transporte. . Obtenido de Boletín número 17: https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/boletin17es_tcm30-506812.pdf
- Ministerium für Verkehr und Infrastruktur BadenWürttemberg. (2015). Landeskonzept Wiedervernetzung an Straßen in Baden-Württemberg. Obtenido de https://vm.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-mvi/intern/Dateien/Broschueren_Publikationen/Wiedervernetzung_Landeskonzept_Broschuere.pdf

- Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica. Governo Italiano. (23 de 11 de 2015). Workshop disseminazione LIFE STRADE. Obtenido de <https://www.mase.gov.it/pagina/workshop-disseminazione-life-strade>
- Ministry of Transport and Infrastructure. British Columbia. (12 de 06 de 2013). Wildlife Accident Tracking Points to Collision Prevention. Obtenido de <https://www.tranbc.ca/2013/06/12/wildlife-accident-tracking-points-to-collision-prevention/>
- Montana Department of Transportation. (12 de 2023). Effective wildlife fences through better functioning barriers at access roads and jump-outs. Obtenido de https://rosap.nhtl.bts.gov/view/dot/73147/dot_73147_DS1.pdf
- mood . (22 de 01 de 2021). Colocada vedação em estrada na zona de Mértola para proteção do lince ibérico. Obtenido de <https://mood.sapo.pt/colocada-vedacao-em-estrada-na-zona-de-mertola-para-protecao-do-lince-iberico/>
- Nationella viltolycksrådet. (s.f.). Välkommen till Nationella viltolycksrådet! Obtenido de <https://www.viltolycka.se/>
- Natuurpunt. (s.f.). Dieren onder de wielen. Obtenido de <https://www.natuurpunt.be/projecten/dieren-onder-de-wielen>
- Nevada Department of Transportation (TPF). (13 de 12 de 2020). Wildlife Vehicle Collision Reduction and Habitat Connectivity. TPF-5(358). Obtenido de <https://pooledfund.org/Details/Study/610>
- Nevada Department of Transportation. (01 de 09 de 2022). TPF-5(358) PART 2 - WILDLIFE BARRIERS: THE EFFECTIVENESS OF ELECTRIFIED BARRIERS TO KEEP LARGE MAMMALS OUT OF FENCED ROAD CORRIDORS. Obtenido de <https://pooledfund.org/Document/Download?id=11869>
- New Mexico Department. (01 de 06 de 2022). New Mexico Wildlife Corridors. Action Plan. Obtenido de https://wildlifeactionplan.nmdotprojects.org/wp-content/uploads/sites/39/2022/07/Wildlife-Corridors-Action-Plan_June-2022_FINAL-reduced.pdf
- New Zealand Government. (18 de 12 de 2019). New Zealand's Road Safety Strategy 2020-2030. Road to Zero. Obtenido de https://www.transport.govt.nz/assets/Uploads/Report/Road-to-Zero-strategy_final.pdf
- News for employees of the Minnesota Department of Transportation. (01 de 02 de 2012). Technology aims to reduce deer-vehicle collisions. Obtenido de <https://www.newsline.dot.state.mn.us/archive/12/Feb/1.html#Z3>
- NRMA. (28 de 11 de 2022). Wildlife Road Safety. Overview of wildlife road safety, and what can be done to improve road safety outcomes for our wildlife and all Australians. Obtenido de <https://www.mynrma.com.au/-/media/wildlife-road-safety-report-final.pdf>
- Observador. (30 de 07 de 2019). Infraestruturas de Portugal lança aplicação para reduzir morte de animais nas estradas. Obtenido de <https://observador.pt/2019/07/30/infraestruturas-de-portugal-lanca-aplicacao-para-reduzir-morte-de-animais-nas-estradas/>
- Observatoire national interministériel de la sécurité routière. (12 de 09 de 2024). La sécurité routière en France. Bilan de l'accidentalité de l'année 202. Obtenido de <https://www.onisr.securite-routiere.gouv.fr/sites/default/files/2024-09/Bilan%20SR%202023%20version%20site%20internet%2012%20septembre.pdf>
- Observatorio de Movilidad y Mortalidad de Fauna en Carreteras en México. (04 de 08 de 2021). Obtenido de <https://www.facebook.com/WATCHMXIMT/posts/las-se%C3%B1ales-preventivas-son-muy-%C3%BAtiles-para-advertir-a-los-conductores-de-la-pre/4624960477536319/>
- OECD. (2008). Prospectiva Medioambiental de la OCDE para el 2030. Obtenido de OECD Environmental Outlook to 2030: https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/env_outlook-2008-sum-es.pdf?expires=1730194038&id=id&accname=guest&checksum=AE3D87435824E5FA8437E2972467B6A6
- Panethos. (04 de 04 de 2021). Working list of wildlife overpasses worldwide – UPDATED. Obtenido de <https://panethos.wordpress.com/2021/04/04/working-list-of-wildlife-overpasses-ecoducts-and-grunbrucken/>
- Parks Canada. Government of Canada. (19 de 11 de 2022). Wildlife crossing structures and research. Obtenido de <https://parks.canada.ca/pn-np/ab/banff/nature/conservation/transport/tch-rtc/passages-crossings>

- Patrimoine(s) de L'Ain. (s.f.). Dispositifs selon la faune. Obtenido de <https://patrimoines.ain.fr/n/dispositifs-selon-la-faune/n:1254>
- PatriNat. (s.f.). Suivi national des collisions entre la faune sauvage et les véhicules. Obtenido de <https://www.patrinat.fr/fr/suivi-national-des-collisions-entre-la-faune-sauvage-et-les-vehicules-6243>
- Pérez María, F. (18 de 09 de 2024). Soluciones para fauna en carreteras. XIV Jornada sobre equipamiento vial. Obtenido de XIV Jornada sobre equipamiento vial.
- Peters, V., Guinard, É., & Dimnet, É. (3rd Quarter 2023 / September). Movilidad sostenible: atenuación del impacto de la infraestructura de transporte por carretera en la flora y la fauna. ROUTES/ROADS Magazine N° 398 — Roads and Biodiversity, 27-28.
- Pewtrusts. (15 de 11 de 2021). New Funding for Wildlife Highway Crossings Should Help Animals and Drivers Alike. Obtenido de <https://www.pewtrusts.org/en/research-and-analysis/articles/2021/11/15/new-funding-for-wildlife-highway-crossings-should-help-animals-and-drivers-alike>
- Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia. Gobierno de España. (15 de 06 de 2023). Suministro de pasos canadienses para diferentes actuaciones en la Provincia de Palencia. Obtenido de <https://contrataciondelestado.es/FileSystem/servlet/GetDocumentByIdServlet?DocumentIdParam=ltOd30ay3RZhGGbou0/OjLxhNvkrVxmUzT8xJE5ZYqF8%2Bhl/fl9IZnAoXC04RtkH/CkQ%2BqXwIEZfAZB/KwY7s9PJNyrbaLqjAcT1GWwGxc%3D&cifrado=QUC1GjXXSiLkydRHJBmbpw%3D%3D>
- programa ITTECOP . (19 de 07 de 2022). [Projet ITTECOP] Participez à l'étude du passage des animaux le long d'une autoroute. Obtenido de <https://ittecop.fr/fr/cat-actualites/item/1090-projet-ittecop-participez-%C3%A0-l-%C3%A9tude-du-passage-des-animaux-le-long-d-une-autoroute>
- Proyecto LIFE SAFE-CROSSING. (s.f.). LIFE SAFE-CROSSING. Obtenido de <https://life.safe-crossing.eu/>
- RACE. (01 de 05 de 2020). Accidentes por atropello de animales. Obtenido de <https://www.race.es/wp-content/uploads/2020/06/Informe-RACE-Siniestralidad-por-atropello-de-animales-en-carretera.pdf>
- Reconde, E. (2023). Jornada Fauna y Carretera. Asociación Técnica de Carreteras. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=CtEs1vZ8DvQ>
- researchgate.net. (s.f.). Sistema LIFE Strade. Obtenido de https://www.researchgate.net/figure/The-system-developed-for-the-need-of-the-project-LIFE-STRADE_fig7_341727767
- Rewilding Europe. (12 de 02 de 2018). Sonian Forest to see fragmented habitat connected by new Ecoduct. Obtenido de <https://rewildingeurope.com/news/sonian-forest-to-see-fragmented-habitat-connected-by-new-ecoduct/>
- Rosell, C., Seiler, A., & Fernández, L. (13 de 09 de 2023). Biodiversidad e infraestructura: un manual online. Obtenido de <https://www.piar.org/ressources/publications/source/2/fc21e52-42557-RR398-3-Handbook-ES-HD.pdf>
- Ross L., G., Rohweder, D., Brendan D., T., & Parkyn, J. (06 de 02 de 2022). • Use of road underpasses by mammals and a monitor lizard in eastern Australia and consideration of the prey-trap hypothesis. Obtenido de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/ece3.9075>
- Salcedo Ortiz, F. J. (18 de 09 de 2024). Proyecto de desfragmentación en la carretera A308. Granada. XIV JORNADA SOBRE EQUIPAMIENTO VIAL. : Propuesta de soluciones innovadoras en el.
- Service du Patrimoine Naturel. (02 de 2015). Protocole de recensement des collisions entre la faune sauvage et les véhicules. Obtenido de https://www.trameverteetbleue.fr/sites/default/files/references_bibliographiques/spn_40_2015_protocole_collisions.pdf
- Sonoda, Y., Asari, Y., & Minato, S. (14 de 01 de 2022). The effectiveness of mitigation measures for reducing wildlife vehicle collisions and providing connectivity, Japan. Recuperado el 19 de 11 de 2024, de <https://conservationcorridor.org/wp-content/uploads/1-4-Japan-%E5%88%86%E4%BA%AB.pdf>
- Süddeutsche Zeitung Magazine. Von Roland Schulz. (08 de 09 de 2018). Wächst da zusammen, was zusammengehört? Obtenido de <https://sz-magazin.sueddeutsche.de/natur/waechst-da-zusammen-was-zusammengehoert-86063>
- Suncorp group. (06 de 06 de 2024). Animal collisions jump 22% as AAMI urges drivers to stop ignoring wildlife signs. Obtenido de suncorpgroup.com.au/news/news/animal-collisions-2024
- svt Nyheter. (25 de 10 de 2019). Nytt varningssystem gör vägarna säkrare. Obtenido de <https://www.svt.se/nyheter/lokalt/skane/nytt-system-gor-vagarna-sakrare>

- Tecnivial. (06 de 2021). Ficha Técnica. Disuasores de Fauna. Obtenido de <https://www.tecnivial.es/wp-content/uploads/2021/10/Disuasores-fauna-TECNIVIAL-.pdf>
- Tecnocarreteras. (12 de 03 de 2020). Un software que hace uso de la IA para detectar animales y evitar accidentes. Obtenido de <https://www.tecnocarreteras.es/2020/03/12/un-software-que-hace-uso-de-la-ia-para-detectar-animales-y-evitar-accidentes/>
- TEVA, R. G. (10 y 11 de 12 de 2024). Detección y aviso temprano de fauna. Obtenido de 4º Congreso Español de SAMART ROADS
- The conversation. (23 de 07 de 2023). Glide poles: the great Aussie invention helping flying possums cross the road. Obtenido de <https://theconversation.com/glide-poles-the-great-aussie-invention-helping-flying-possums-cross-the-road-209033>
- The Mainichi. (14 de 02 de 2016). Creation of Mt. Fuji-area maps aims to reduce traffic fatalities involving wild animals. Recuperado el 19 de 11 de 2024, de Japan's National Daily Since 1922: <https://mainichi.jp/english/articles/20160214/p2a/00m/0na/001000c>
- Torres, A., A. G. Jaeger, J., & Alonso, J. (26 de 07 de 2016). Assessing large-scale wildlife responses to human infrastructure development. Obtenido de <https://www.pnas.org/doi/epdf/10.1073/pnas.1522488113>
- Torres, A., A. G. Jaeger, J., & Alonso, J. (25 de mayo de 2016). Assessing large-scale wildlife responses to human infrastructure development. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/305207289_Assessing_large-scale_wildlife_responses_to_human_infrastructure_development
- Traffic Injury Research Foundation (TIRF). (31 de 10 de 2012). Wildlife-vehicle collisions in Canada: a review of the literature and a compendium of existing data sources. Obtenido de https://tirf.ca/wp-content/uploads/2017/01/WildlifeVehicle_Collision_Deliverable1_Eng_6.pdf
- Traffic Injury Research Foundation (TIRF). (28 de 11 de 2023). Trends in wildlife-vehicle collisions can guide prevention strategies in Canada. Obtenido de <https://tirf.ca/news/wildlife-vehicle-fatal-crash-data-guide-prevention-strategies/>
- Traffic Injury Research Foundation (TIRF). (28 de 11 de 2023). Wildlife-vehicle collisions in Canada 2000-2020. Obtenido de <https://tirf.ca/news/wildlife-vehicle-fatal-crash-data-guide-prevention-strategies/#:~:text=According%20to%20TIRF's%20National%20Fatality,third%20were%20associated%20with%20deer>
- Tráfico y Tránsito. (2024). Un vehículo que espanta a los animales (para no atropellarlos). Obtenido de <https://traficoytransito.com/roobadge/>
- Trafikverket. (02 de 07 de 2024). Viltolyckskartor för trafikanter 2018-2022. Obtenido de <https://bransch.trafikverket.se/viltolyckskartor/>
- Trafikverket. (10 de 05 de 2024). Väg 26, Oskarström-länsgränsen, faunapassager. Obtenido de https://www.trafikverket.se/vara-projekt/projekt-i-hallands-lan/vag-26-oskarstromlansgransen-faunapassager/#bilder_faunapassager
- trafikverket. (01 de 10 de 2024). Viltkartor för planering av infrastruktur. Obtenido de <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/miljo—for-dig-i-branschen/natur-kultur-och-landskap/viltolyckor-barriarer-och-sakra-passager-for-djur/viltkartor/>
- Trafikverket. (s.f.). Viltolyckor, barriärer och säkra passager för djur. Recuperado el 20 de 11 de 2024, de <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/miljo—for-dig-i-branschen/natur-kultur-och-landskap/viltolyckor-barriarer-och-sakra-passager-for-djur/>
- Transport Pooled Fund (TPF). (13 de 12 de 2020). Wildlife Vehicle Collision Reduction and Habitat Connectivity. Obtenido de <https://pooledfund.org/Details/Study/610>
- Transport Styrelsen. (s.f.). A19. Varning för djur. Recuperado el 20 de 11 de 2024, de <https://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/vagmarken/varningsmarken/varning-for-djur/>
- Triekol. (s.f.). Triekol. Obtenido de <https://triekol.se/>
- U.S. Department of Agriculture (USDA). (26 de 05 de 2021). Highway Crossing Structures for Wildlife: Opportunities for Improving Driver and Animal Safety. Obtenido de <https://largelandscapes.org/wp-content/uploads/2021/06/Highway-Crossing-Structures-for-Wildlife-Opportunities-for-Improving-Driver-and-Animal-Safety.pdf>

- Universidad Complutense de Madrid. Departamento de Zoología y Antropología Física. (05 de 06 de 2015). Los atropellos a animales cuestan más de cien millones de euros al año. Obtenido de https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-10588/2015_06_not03.pdf
- Universidade de Évora. LIFE LINE. (23 de 09 de 2021). Guião de boas práticas para Monitorização e Registo de Dados de Mortalidade de Fauna por Atropelamento. Obtenido de https://www.infraestruturasdeportugal.pt/sites/default/files/inline-files/Guia03_MonitorizacaoRegistoDadosMortalidadeFaunaAtropelamento.pdf
- Universidade de Évora. Proyecto LIFE LINE. (18 de 01 de 2022). Guião de boas práticas de Gestão da Vegetação para a Promoção de Biodiversidade em Infraestruturas Lineares. Obtenido de https://www.infraestruturasdeportugal.pt/sites/default/files/inline-files/Guia02_GestaoVegetacaoPromocaoBiodiversidadeInfraLineares.pdf
- Universidade de Évora. Proyecto LIFE LINE. (19 de 01 de 2022). Guião de boas práticas. Soluções para Minimização de Impactes das Estradas na Fauna. Obtenido de https://www.infraestruturasdeportugal.pt/sites/default/files/inline-files/Guia01_SolucoesMinimizacaoImpactes_EstradaFauna.pdf
- University, M. S., Huijser, M., Whisper, C., & Hardy, A. (29 de 08 de 2006). Reliability Animal Detection Animal System US Hwy 191 in US Hwy 191 in Yellowstone NP, MT Yellowstone NP, MT. Obtenido de https://westerntransportationinstitute.org/wp-content/uploads/2017/02/Huijser_E1.pdf
- Vägverket. Banverket. (2005). Vilda djur och infrastruktur – en handbok för åtgärder. Obtenido de <https://trafikverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1364518/FULLTEXT01.pdf>
- Van der Liden Beton bv. (s.f.). Ecodiver Roermond. Obtenido de <https://lindenbeton.nl/ecoduiker-roermond/>
- Väylävirasto Trafikledsverket. (s.f.). Liikennemerkit. Recuperado el 19 de 11 de 2024, de <https://vayla.fi/vaylista/liikennemerkit>
- Virginia Department of Transportation. (01 de 05 de 2023). VIRGINIA WILDLIFE CORRIDOR ACTION PLAN. Making Roads Safer for People and Wildlife. Obtenido de <https://dwr.virginia.gov/wp-content/uploads/media/Virginia-Wildlife-Corridor-Action-Plan.pdf>
- Vlaanderen. (s.f.). Amfibieëntunnel. Recuperado el 19 de 11 de 2024, de <https://www.vlaanderen.be/ontsnippering/maatregelen-voor-dieren-om-de-weg-veilig-te-kruisen/amfibieentunnel>
- Vlaanderen. (s.f.). Boombruggen. Obtenido de <https://wegenverkeer.be/duurzaamheid/ontsnippering/boombruggen>
- Vlaanderen. (s.f.). Gecombineerde ecotunnel. Obtenido de <https://www.vlaanderen.be/ontsnippering/maatregelen-voor-dieren-om-de-weg-veilig-te-kruisen/gecombineerde-ecotunnel>
- Vlaanderen verbeelding werkt . (01 de 05 de 2020). VLAAMS ACTIEPROGRAMMA ECOLOGISCHE ONTSNIPPERING (VAPEO). Obtenido de https://assets.vlaanderen.be/image/upload/v1643211246/VAPEO_deel_1_wegen_rj7vxm.pdf
- Vlaanderen verbeelding werkt. (s.f.). Een gewond, dood, of verloren gelopen dier gevonden? Obtenido de <https://www.vlaanderen.be/een-gewond-dood-of-verloren-gelopen-dier-gevonden>
- Vlaanderen verbeelding werkt. (s.f.). VAPEO - Vlaams Actieprogramma Ecologische Ontsnippering. Obtenido de <https://www.vlaanderen.be/ontsnippering/vapeo-vlaams-actieprogramma-ecologische-ontsnippering>
- vrt nws. (10 de 05 de 2024). Tunnelnetwerk voor rugstreeppad in Waaslandhaven compleet: "Beschermd diertjes kunnen veilig naar de 50 poelen". Recuperado el 19 de 11 de 2024, de <https://www.vrt.be/vrtnws/nl/2024/05/10/tunnelnetwerk-voor-beschermd-rugstreeppad-in-waaslandhaven-is-c/>
- VTI, Trafikverket , Volvo Cars, Ellen F. Grumert (VTI), & Jiota Nusia (VTI). (2023). Measures to prevent and reduce the impact of collisions involving wildlife – Potential of advanced driver assistance systems and ITSs in infrastructure/. Obtenido de https://www.drivesweden.net/sites/default/files/2024-01/vtirapport1198a_egrumert_jnusia_2023.pdfhttps://www.drivesweden.net/sites/default/files/2024-01/vtirapport1198a_egrumert_jnusia_2023.pdf
- Western Transportation Institute. M. (09 de 2022). Cost effective solutions: Best practices manual to reduce animal-vehicle collisions and provide habitat connectivity for wildlife. Obtenido de NDOT Research

- Report. No.701-18-803 TO1 Part 2: https://westerntransportationinstitute.org/wp-content/uploads/2023/01/Report_TPF-5-358_AVC_Best-Practices-Manual.pdf
- Western Transportation Institute. Montana State University. (s.f.). TPF-5(358) Task 1 seeks to identify cost-effective solutions that integrate highway safety and mobility with wildlife conservation and habitat connectivity. Obtenido de <https://westerntransportationinstitute.org/programs/road-ecology/tpf-5-358-wvc-study/>
- Why. (18 de 01 de 2018). In Banff, design helps critters safely cross the highway. Obtenido de <https://whyy.org/segments/banff-design-helps-critters-safely-cross-highway/>
- Wikipedia. (s.f.). Panneau signalant le passage d'animaux sauvages en France. Obtenido de https://fr.wikipedia.org/wiki/Panneau_signalant_le_passage_d%27animaux_sauvages_en_France
- Wilder. (2018). Reforçada sinalização em estradas do Alentejo para evitar atropelamento de lince. Obtenido de <https://wilder.pt/historias/refocada-sinalizacao-estradas-alentejo-para-evitar-atropelamento-lince>
- Wildlife Victoria. (01 de 04 de 2024). Wildlife Road Toll Reduction Toolkit Pilot Project. Obtenido de <https://www.mrsc.vic.gov.au/files/assets/public/v/1/live-amp-work/environment/biodiversity/wildlife-road-toll-reduction-toolkit.pdf>
- World highways. (28 de 03 de 2018). Porokello app cuts down reindeer accidents. Obtenido de <https://www.worldhighways.com/wh12/feature/porokello-app-cuts-down-reindeer-accidents>
- Yle. (29 de 03 de 2016). Eläimille rakennetut kulkureitit teiden yli ja ali vähentävät merkittävästi eläinkolareiden määriä. Recuperado el 19 de 11 de 2024, de <https://yle.fi/a/3-8768288>
- Yle. (25 de 11 de 2021). OTI: Improvements in car safety behind sharp decline in deaths from elk, deer collisions. Obtenido de <https://yle.fi/a/3-12203510>
- Yoichi Sonoda, Masao Kurihara, Utsuke Ueno, & Masahiko Matsue. (09 de 09 de 2014). Effectiveness of wildlife passage and new monitoring techniques on the road. IENE 2014 International conference - Life for a Greener Transport Infrastructure. Obtenido de https://pub.epsilon.slu.se/13359/7/seiler_a_160913.pdf

ANEXO 1: Costes derivados de la siniestralidad con fauna.

Con relación a los costes de la siniestralidad, es preciso señalar que en el 98% de los siniestros no se producen víctimas, solo daños materiales. En este punto, se incluyen a continuación referencias a un estudio realizado en la Generalitat de Catalunya, en relación con la estimación de los costes de los siniestros, que pueden clasificarse de la siguiente forma (Tabla 18):

- Coste del siniestro (sin considerar el coste de las víctimas), que incluye los gastos asociados a los siguientes conceptos:
 - El valor de los daños sufridos por los vehículos siniestrados.
 - La tramitación administrativa de los expedientes.
 - La intervención de patrullas de policía.
 - La intervención de equipos de conservación de carreteras para la recogida y procesado del animal muerto a consecuencia del siniestro.
- Coste asociado a las víctimas (fallecidos, heridos graves y heridos leves), que considera:
 - El valor de la vida humana.
 - El tratamiento médico y del servicio de ambulancias.
 - La baja laboral y la pérdida de producción.

CONCEPTO	UNIDAD	COSTE UNITARIO (en € de 2011) ¹	FUENTE DE DATOS
Coste del siniestro (sin considerar el coste de las víctimas)			
Costes materiales	Siniestro	4.347,91	Serveis Jurídics DGC i DAAM ²
Costes administrativos	Siniestro	755,00	García-Altés et al 2013 ³
Costes policiales	Siniestro	911,00	García-Altés et al 2013 ³
Costes de equipos de conservación	Siniestro	200,00	Servei General d'Explotació Viària de la DGC ⁴
Coste total	Siniestro	6.213,91	
Coste asociado a las víctimas			
Fallecidos	Víctima	1.702.826,35	Col·legi Enginyers CCP de Catalunya 2010 ⁵
Heridos graves	Víctima	222.582,85	Col·legi Enginyers CCP de Catalunya 2010 ⁵
Heridos leves	Víctima	17.138,00	Col·legi Enginyers CCP de Catalunya 2010 ⁵

¹ Para la actualización de costes entre los años 2010 y 2011 se ha aplicado un IPC del 2,5% (según IDESCAT)

² Media del valor de las reclamaciones de responsabilidad patrimonial recibidas por los Servicios Jurídicos de la DGC y del DAAM, correspondientes a accidentes ocurridos en el año 2010

³ Valores extraídos del artículo García-Altés, A.; Suelves, J.M. & Barbería, E.2013. Coste savings asociado with 10 years of road safety policies in Catalonia, Spain. Bull World Health Organ, 91: 28-35

⁴ Valor estimado por el Servicio General de Explotación Viaria de la DGC

⁵ Valor extraídos del documento Colegio Ingenieros CCP de Catalunya 2010. *Guia per a l'avaluació de projectes de transport*. 160 pp.

Tabla 18. Costes unitarios utilizados para la estimación de los costes de siniestros con animales implicados (en € de 2011). Estudi de l'accidentalitat provocada per animals en llibertat a la xarxa de carreteres de la Generalitat de Catalunya. (Generalitat de Catalunya. Departament de Territori i Sostenibilitat. Direcció General de Carreteres, 2012).

Otros factores por sumar a la conflictividad generada por este tipo de siniestros son:

- La recogida obligada de los cadáveres de los animales muertos en los siniestros cuando suponen un obstáculo en la vía.
- Requerimientos especiales para el manejo de animales de gran tamaño.
- La necesidad de dar tratamiento a los animales muertos en los siniestros.
- El sacrificio de los animales que quedan heridos, tarea que a menudo llevan a cabo agentes forestales o cazadores.

Por otra parte, los siniestros con fauna conllevan intervenciones de patrullas de policía y de equipos de mantenimiento de vías, lo que supone otro factor a considerar.

El Departamento de Zoología y Antropología Física de la Universidad Complutense de Madrid realizó una serie de estudios para evaluar el problema de la siniestralidad con fauna, centrado su interés tanto en el impacto de los atropellos de animales salvajes sobre la biodiversidad y la seguridad vial como en sus costes económicos y sociales. (Universidad Complutense de Madrid. Departamento de Zoología y Antropología Física, 2015).

Entre 2006 y 2012 se produjeron en España 74.600 colisiones de vehículos contra animales salvajes, lo que supuso un coste de 105 millones de euros al año. La cifra engloba los costes relativos a víctimas, como el gasto de ambulancias, hospitalización, pérdida productiva o adaptaciones de viviendas. Así como los costes materiales, con daños de vehículos, pavimentos, gastos de policía y bomberos, y los costes de valor social calculados para cada animal muerto. Estos costes son independientes de las indemnizaciones de las aseguradoras. Como media, el gasto per cápita es de 15,91 euros, una cifra que asciende en las provincias del norte de España, donde ocurren la mayor parte de los siniestros de este tipo. En Soria el coste por persona es de 438,32 euros al año; en Burgos, de 203,43 euros; y en Zamora, de 177,71 euros.

El estudio indica que los desplazamientos por carreteras estrechas de estas regiones montañosas, arboladas, despobladas, al atardecer o al amanecer, incrementan el riesgo de accidente de tráfico entre un 30% y un 50% respecto a provincias llanas, pobladas y despejadas.

Aunque animales de pequeño tamaño como liebres, conejos y pájaros solo representan el 10% de los accidentes notificados, la envergadura de los daños que causan es tan importante como la ocasionada por grandes especies. Por ejemplo, dar un volantazo ante un conejo en la calzada que se salda con tres heridos graves costaría 700.000 euros.

ANEXO 2: Estrategias y planes nacionales.

Estrategias.

Estrategia de Seguridad Vial 2030 de la Dirección General de Tráfico del Ministerio del Interior.

La **Estrategia de Seguridad Vial 2030** (Dirección General de Tráfico. Observatorio Nacional de Seguridad Vial, 2022) nace con el objetivo de servir como marco nacional de referencia para todas las partes implicadas en la mejora de la seguridad vial en el horizonte 2030, dando continuidad a los esfuerzos y logros alcanzados en la anterior Estrategia de Seguridad Vial 2011-2020. Tiene carácter nacional y actúa de manera transversal e integral sobre las personas, la infraestructura y los entornos, los vehículos y la respuesta posterior al siniestro, a través de legislación, formación y educación, vigilancia, tecnología y mejores datos y gobernanza.



SEGURIDAD VIAL 2030

Tiene como misión reducir el número de siniestros de tráfico y personas víctimas en las vías públicas de España, mediante el impulso y coordinación de las acciones y resultados de todos los actores implicados en el ámbito de la movilidad segura. La visión de la Estrategia es consolidar una cultura de la movilidad segura que permita avanzar en el objetivo de que ninguna persona resulte fallecida ni herida grave por siniestros de tráfico en el año 2050, así como contribuir a los objetivos de las políticas nacionales en otros ámbitos relacionados con la movilidad."

La Estrategia define las principales líneas de actuación a abordar, agrupadas en 9 áreas estratégicas. Estas líneas de actuación deben servir de orientación para las acciones concretas que se desarrollarán en los sucesivos Planes de actuaciones. Específicamente, en el área estratégica 4 "Vías seguras" se incluyen las siguientes líneas de actuación (Tabla 19):

Área estratégica	4. Vías Seguras
Líneas de actuación	4.1. Promover las soluciones de diseño basadas en el Sistema Seguro. 4.2. Potenciar el uso de procedimientos de gestión de la seguridad de las infraestructuras. 4.3. Evaluar el nivel de seguridad de la red viaria. 4.4. Potenciar la gestión del tráfico segura, sostenible e inteligente. 4.5. Aumentar la seguridad de peatones, personas usuarias de bicicleta y motocicleta, y personas mayores. 4.6. Potenciar la evaluación de las intervenciones y el intercambio de buenas prácticas. 4.7. Concienciar sobre la importancia de la inversión en infraestructura y la dotación adecuada de recursos humanos y técnicos.

Tabla 19: Líneas de actuación del área estratégica 4 "Vías Seguras". (Dirección General de Tráfico).

En el marco de la Estrategia de Seguridad Vial 2030, se ha creado un **repositorio** (Dirección General de Tráfico, s.f.) de información relativa a actuaciones y medidas concretas que se pueden llevar a cabo en favor de la seguridad vial por todo tipo de entidades implicadas: Administraciones públicas, empresas y organizaciones de la sociedad civil.

Su objetivo es compartir la información entre todos estos actores, de forma que la información fruto de la experiencia en la aplicación de una actuación o medida concreta por parte de una entidad pueda ponerse en valor, y hacerla llegar a otras a quienes puede resultar útil. Especialmente interesante puede resultar la información sobre la eficiencia observada por aplicación de la actuación en la mejora de la seguridad, en particular en términos de reducción de la siniestralidad, entre los que se recogen los sistemas para evitar los siniestros con fauna:

- Sistemas para evitar el acceso de animales a la calzada (Dirección General de Tráfico, 2024).
- Sistemas de advertencia y canalización de animales en la calzada (Dirección General de Tráfico, 2024).

En el ámbito de la siniestralidad vial con implicación de animales, es importante destacar el informe que la entidad presentó en 2023, que recoge de manera pormenorizada las estadísticas más importantes de este tipo de siniestros durante los últimos años, tanto por el tipo de vía, especie, medio de desplazamiento, temporalidad, etc.

Estrategia de Desfragmentación de Hábitats Afectados por Infraestructuras Lineales de Transporte.

En 1999 nace el Grupo de Trabajo sobre fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte, con el objetivo de ofrecer soluciones técnicas a los problemas asociados a la fragmentación. Su actividad durante estos años ha sido muy fructífera, organiza periódicamente jornadas técnicas con el objetivo de reflexionar sobre los mecanismos de integración de la biodiversidad en las infraestructuras lineales de transporte y ha redactado y publicado 8 prescripciones técnicas de fragmentación de hábitats causadas por infraestructuras de transporte (en el [Anexo 5](#) se puede consultar más información sobre estas publicaciones).

1. Prescripciones Técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales (Año 2006, segunda edición 2015) (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente MITECO, 2015).
2. Prescripciones Técnicas para el seguimiento y evaluación de la efectividad de las medidas correctoras del efecto barrera de las infraestructuras de transporte (Año 2008). (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente MITECO, 2008).
3. Prescripciones Técnicas para la reducción de la fragmentación de hábitats en las fases de planificación y trazado (Año 2010). (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente MITECO, 2010).
4. Indicadores de fragmentación de hábitats causada por infraestructuras lineales de transporte (Año 2010). (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente MITECO, 2010).
5. Desfragmentación de hábitats. Orientaciones para reducir los efectos de las carreteras y ferrocarriles en funcionamiento (Año 2013). (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente MITECO, 2013).
6. Identificación de áreas a desfragmentar para reducir los impactos de las infraestructuras lineales de transporte en la biodiversidad (2013, segunda edición 2024). (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente MITECO, 2024).
7. Efectos de borde y efectos en el margen de las infraestructuras de transporte y atenuación de su impacto sobre la biodiversidad (Año 2019). (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente MITECO, 2019).
8. Prescripciones Técnicas para hacer efectivos los seguimientos de las medidas de mitigación del efecto barrera de las infraestructuras de transporte (diseño, documentación y archivo de seguimiento ambiental) (Año 2020). (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente MITECO, 2020).
9. Metodología para el Estudio y Análisis de la Mortalidad de Vertebrados en Infraestructuras de Transporte. (Año 2024). (Publicación próxima).

En el contexto de las actividades del Grupo de Trabajo, es preciso destacar la “Estrategia de Desfragmentación de Hábitats Afectados por Infraestructuras Lineales de Transporte” (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2024), recientemente publicada, establece 8 ejes estratégicos que comprenden 37 acciones, estando el eje 2 dedicado a la siniestralidad por atropello de fauna (Tabla 20):

EJE 2 – REDUCIR LOS ACCIDENTES Y ATROPELLOS DE FAUNA

ACCIÓN	OBJETIVO	DESCRIPCIÓN
Acción 2.1. Desarrollo de protocolos estandarizados de trabajo y recogida y análisis de datos de atropellos de fauna.	Desarrollo de protocolos estandarizados de recogida y análisis de datos referentes a la siniestralidad vial causada por animales y a los atropellos de fauna. Unificación de datos de diferentes fuentes en un repositorio de información común y accesible.	La implementación de protocolos de recopilación de datos con criterios compartidos y herramientas estandarizadas se presenta como una necesidad esencial para identificar áreas y tramos críticos en el conflicto entre fauna silvestre y seguridad vial. Es imperativo colaborar de manera coordinada entre los diversos actores involucrados en la recopilación de esta información, a fin de establecer protocolos y metodologías unificadas y comunes. La información proveniente de diversas fuentes, como la Dirección General de Tráfico (DGT), el proyecto SAFE y los Servicios de Gestión de Tráfico de País Vasco y Cataluña, debe ser consolidada en una base de datos con campos compartidos, en concordancia con la Acción 6.2. Esta base de datos debe ser accesible para facilitar el análisis e identificación de tramos conflictivos que requieran intervenciones de desfragmentación.

ACCIÓN	OBJETIVO	DESCRIPCIÓN
Acción 2.2. Análisis estandarizado periódico de tramos de concentración de atropellos y establecimiento de umbrales de actuación.	Desarrollo de métodos de análisis periódicos de la siniestralidad vial para detectar variaciones en los tramos con mayores riesgos para la seguridad vial. Establecimiento de umbrales de actuación que indiquen la urgencia de actuar para minimizar la siniestralidad detectada.	Las fluctuaciones temporales en el tráfico y en la distribución y movimiento de la fauna generan variabilidad en la siniestralidad vial tanto en términos temporales como espaciales. Se hace imperativo realizar análisis periódicos (con una frecuencia máxima de cada 5 años) de los datos de siniestralidad proporcionados por los diversos actores involucrados en su recopilación. Este enfoque busca identificar las variaciones y permitir la implementación de estrategias adaptativas de manera oportuna. Por otro lado, es esencial establecer umbrales de actuación que señalen situaciones de riesgo, con el objetivo de minimizar tanto la mortalidad de fauna en carretera como el riesgo para la salud de los usuarios de las Infraestructuras Lineales de Transporte (ILT). Estos umbrales pueden variar según distintos parámetros, como el número de accidentes, la cantidad de ejemplares de especies sensibles atropellados, la densidad de tráfico, el periodo analizado, entre otros. En los tramos donde se han implementado acciones sin lograr los resultados deseados, es fundamental llevar a cabo estudios comparativos entre la situación inicial y la actual. Este análisis permitirá identificar posibles irregularidades que podrían estar contribuyendo a la baja eficacia. Es esencial localizar y reconocer estos elementos para evaluar las áreas de mejora potenciales. Antes de considerar un proyecto o sistema como fallido o inválido, es crucial profundizar en las razones detrás de la baja eficacia. Pequeños detalles o factores susceptibles de mejora, sin necesidad de grandes inversiones, podrían estar influyendo en el rendimiento, por lo que es necesario abordar estos aspectos antes de tomar decisiones concluyentes.
Acción 2.3. Fomento de medidas innovadoras en tramos de concentración de atropellos de fauna silvestre.	Promover el desarrollo, instalación, puesta en marcha y seguimiento de soluciones innovadoras en tramos de concentración de atropellos de fauna para minimizar el riesgo.	Fomento y adopción de soluciones innovadoras basadas en la aplicación de nuevas tecnologías, promoviendo la ejecución de proyectos piloto con un sistema de seguimiento y evaluación efectivo para medir la eficacia de las intervenciones (Acción 5.1). Entre las propuestas más recientes se destacan aquellas que hacen uso de la Inteligencia Artificial para la identificación de especies sensibles, la implementación de sistemas de detección automática de fauna con alertas a los conductores, notificaciones temporales activadas en momentos críticos, y enfoques basados en neuromarketing. Se sugiere dar prioridad a los sistemas cuya eficacia esté garantizada mediante estudios de seguimiento y análisis a largo plazo.
Acción 2.4. Incorporación de criterios de restauración ecológica en los pliegos de contratación de gestión y mantenimiento de ILT Acción.	Promover la implementación de la dimensión paisajística y de criterios de restauración ecológica en los pliegos de contratación de mantenimiento, gestión y obra nueva de ILT.	Es necesario perfeccionar los criterios empleados en los pliegos de contratación para la gestión y mantenimiento de vías de transporte, así como en los de obra pública, otorgando una mayor relevancia a la dimensión paisajística y a la restauración ecológica. Esto implica considerar aspectos como la prevención de la mortalidad de fauna, la consideración de los efectos de margen, la reducción de perturbaciones en hábitats adyacentes a las vías y la mejora de la conectividad ecológica. Es crucial incorporar, especialmente en los apartados dedicados a medidas mitigadoras, correctivas o compensatorias de los pliegos de prescripciones técnicas, una visión a escala de paisaje y un conocimiento ecológico de las especies presentes. Es esencial promover la revisión y evaluación de los proyectos por parte de personal especializado durante la fase de estudio. Esto contribuirá a mejorar la comprensión de las tareas por parte de las empresas ejecutoras y del personal de obra. Asimismo, es fundamental concientizar a todos los participantes sobre la importancia ecológica del proyecto. Para ello, se recomienda redactar los proyectos con un nivel de detalle suficiente, abordando soluciones específicas para cada situación. Se deben aplicar medidas innovadoras, mientras se reducen aquellas que han demostrado baja eficacia en la práctica. Resulta esencial integrar estos criterios en la planificación, mejora o mantenimiento de pasos para fauna, así como en la instalación de vallados perimetrales o pantallas, entre otras actuaciones. Esta perspectiva ecológica también juega un papel fundamental en la prevención de focos de atracción para la fauna, como alimentos y refugios, en tramos de riesgo. Asimismo, contribuye a orientar a la fauna hacia los pasos existentes mediante prácticas como revegetaciones, gestión de márgenes o la adaptación de lagunas de retención de agua, entre otras herramientas.

ACCIÓN	OBJETIVO	DESCRIPCIÓN
Acción 2.5. Desarrollo de herramientas de alerta del nivel de riesgo de colisión con fauna silvestre.	Promover el desarrollo e implementación de herramientas de alerta a los usuarios de las ILT.	Es esencial desarrollar e implementar herramientas inteligentes de alerta para evaluar el riesgo de colisión con fauna silvestre. Estas alertas podrían ser transmitidas a los conductores a través de diversas plataformas o activar señalizaciones específicas. Para lograrlo, se pueden aprovechar fuentes de información disponibles (acciones 0.3, 2.1, 2.2 y 5.3), modelos predictivos, así como las capacidades que brinda la digitalización de vehículos e ILT (acción 5.5). Se pueden utilizar datos como la proximidad a muladares o dormideros invernales, colonias de murciélagos o áreas de cruce de mamíferos. También son útiles los datos recopilados por los equipos de mantenimiento de vías que registran los restos de animales atropellados. Además, es necesario promover tecnologías que incorporen sensores de fauna y que emitan alertas a los vehículos en circulación cuando detectan la presencia de fauna silvestre en la vía. Estos sistemas pueden conectarse a dispositivos disuasivos diseñados para evitar el cruce de fauna, contribuyendo así a mejorar la seguridad vial y reducir los riesgos de colisión con animales.

Tabla 20. Acciones incluidas en el Eje 2 “Reducir los accidentes y atropellos de fauna” de la Estrategia de Desfragmentación de Hábitats afectados por Infraestructuras Lineales de Transporte. (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2024).

Por otra parte, dentro del Eje 4 de la Estrategia “Favorecer la biodiversidad y la adaptación al cambio climático en la gestión de infraestructuras priorizando las Soluciones basadas en la Naturaleza” se establece la acción 4.4. “Adecuación de vallados perimetrales para mejora de la conectividad” cuyo objetivo es fomentar la conectividad y los desplazamientos de la fauna a lo largo de las infraestructuras lineales de transporte. La Estrategia recoge con respecto a esta acción 4.4:

“...Se propone la incorporación de medidas relacionadas con la reubicación de vallados perimetrales con el fin de orientar a los animales hacia estructuras transversales que puedan funcionar como pasos de fauna. Además, se propone evaluar la viabilidad de trasladar vallados a taludes, de manera que una parte o su totalidad quede fuera del vallado perimetral. Esta modificación permite el desplazamiento de la fauna en paralelo a las ILT, mejorando la conectividad y eliminando el riesgo de que los animales crucen el vallado en busca de recursos en los taludes, como alimento y refugio. Los remates del vallado en relación con las infraestructuras que atraviesa se diseñarán con un enfoque orientado a guiar instintivamente a la fauna, permitiendo así su continuo desplazamiento y evitando que se convierta en una barrera para su movimiento longitudinal. Esta disposición del vallado no solo facilitará la revisión y las tareas de mantenimiento por parte de la empresa de conservación, sino que también garantizará la eficacia y la impermeabilidad a lo largo del tiempo frente a la fauna.

La implementación de esta medida debe ser cuidadosamente evaluada y ejecutada en ámbitos locales y tramos específicos, aplicándose en aquellos segmentos donde su implementación pueda generar beneficios significativos...”

Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

El Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia del Gobierno de España constituye un plan de inversiones y reformas con un triple objetivo: apoyar a corto plazo la recuperación tras la crisis sanitaria generada por el COVID-19, impulsar a medio plazo un proceso de transformación estructural, y llevar a largo plazo a un desarrollo más sostenible y resiliente desde el punto de vista económico-financiero, social, territorial y medioambiental. Se enmarca en los planes nacionales que han elaborado los 27 estados miembros de la Unión para acogerse al Plan de Recuperación para Europa Next Generation EU.

El Plan se ha articulado en un conjunto coherente de inversiones (163.000 millones de euros) a realizar en su práctica totalidad entre 2021 y 2026 y en un ambicioso programa de reformas estructurales y legislativas orientadas a abordar los principales retos nacionales.



La Componente 6 “Movilidad sostenible, segura y conectada” incluye un conjunto de medidas e inversiones destinadas a **modernizar, digitalizar y mejorar la seguridad y sostenibilidad de las infraestructuras clave de transporte interurbano e intermodales** en todo el territorio nacional. Este componente contempla una inversión estimada total de 7.867 millones de euros de los cuales **6.667 millones** proceden del Mecanismo de Recuperación y Resiliencia.

Dentro de la componente 6, está el **programa C6.I2 Red Transeuropea de Transporte: otras actuaciones**, dotado con 1.905 millones de euros, abarcan todos los modos de transporte, pero de manera muy destaca

el ferrocarril. La componente persigue la mejora de las infraestructuras de la red nacional de transporte que forman parte de la RTE-T (Red Transeuropea de Transporte), aunque no estén incluidas en los corredores de la Red Básica. Los principales objetivos son la cohesión social, el incremento de la productividad y la mejora de la competitividad y las exportaciones. Si bien las líneas de actuación están fundamentalmente centradas en el modo ferroviario, las referencias a las mejoras de la red viaria tienen en cuenta la siniestralidad vial con atropello de fauna, en los siguientes términos:

“Inversión de 707 millones de euros en la Red de Carreteras del Estado para mejorar la seguridad viaria con la mirada puesta en peatones y ciclistas, modernizar y digitalizar la infraestructura y potenciar la sostenibilidad y la eficiencia energética mientras se reduce el ruido y se implementan sistemas inteligentes de transporte en carriles BUS-VAO. En concreto, se destinarán 357 millones en actuaciones de mejora de la seguridad viaria, protección de la fauna y usuarios vulnerables de red de carreteras del estado (RCE), como los peatones. Se espera actuar sobre al menos 80 túneles (señalización, drenaje, iluminación, ventilación, salidas de emergencia...) distribuidos por toda la geografía nacional hasta agosto de 2026. Por su parte, los proyectos de sostenibilidad, eficiencia energética y reducción del ruido en las RCE contarán con un presupuesto de 302 millones, mientras que los proyectos para digitalizar la red recibirán una inyección de 35 millones de euros”.

En este contexto, la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible está trabajando desde 2024 en la implantación de un conjunto de medidas para la reducción de la siniestralidad con fauna, tanto de soluciones cuya efectividad está ya comprobada como medidas innovadoras (disuasores ópticos, balizas disuasorias, cámaras, fibra óptica, etc.) en todo el territorio. El importe total de inversiones ligadas a estas actuaciones asciende a 92 millones de euros.

La Tabla 21 recoge algunas referencias a las inversiones realizadas (o en fase de licitación) por el Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, a través de la Dirección General de Carreteras, en el periodo 2018 - 2024 dentro de este marco, así como anteriores al Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia:

Objeto del contrato	Estado	Presupuesto Base de Licitación (sin impuestos)	AÑO
Mejora de la sostenibilidad y eficiencia energética mediante implantación de medidas de mejora de la seguridad vial con relación a la fauna en las autovías A-4, A-32 y A-44 y en la carretera N-323. Provincias de Jaén y Granada. Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, Next Generation EU.	Evaluación	15.882.458,51	2024
Proyecto de sostenibilidad y eficiencia energética de instalación de balizas disuasorias de fauna y despeje de vegetación en la Carretera N-401 entre el p.k. 118+500 y el p.k. 149+100 en la provincia de Toledo. Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, Next Generation EU.	Evaluación	2.661.274,27	2024
Proyecto de sostenibilidad y eficiencia energética para la detección y señalización dinámica de fauna salvaje, tramo 1 del p.k. 44+000 al p.k. 46+000, y protección de fauna mediante medidas convencionales, tramo 2 del p.k.36+400 al p.k. 42+000, en la carretera N-631.provincia de Zamora. Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, Next Generation EU.	Evaluación	4.050.347,89	2024
Sustitución de la valla de cerramiento para reducción de atropellos de fauna salvaje entre los enlaces 790 y 800 de la Autovía A-7. Términos municipales de Almería, Enix y Roquetas de Mar. Provincia de Almería Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, Next Generation EU.	Evaluación	497.253,40	2024
Instalación de balizas disuasorias de fauna en varios tramos de la carretera N-502, entre el p.k. 85+700 y el p.k. 179+600. Provincia de Toledo. Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, Next Generation EU.	Evaluación	499.636,31	2024
Ampliación cierres laterales para evitar incursión animales en A-8, A-67 y N-634. Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia Financiado por la Unión Europea Next Generation EU.	Resuelta	198.208,86	2022
Actuaciones de mejora para reducir la probabilidad de atropello de fauna salvaje (lince ibérico) en la N-420, del p.k. 51+000 al p.k. 63+000. Tramo: Montoro-Cardena. Provincia de Córdoba.	Resuelta	1.136.363,35	2021
Seguridad Vial. Actuaciones de mejora para reducir la probabilidad de atropello de fauna salvaje. Carretera N-420, de Córdoba a Tarragona. del p.k. 81+000 al p.k. 93+050. Tramo: Cardena- L.P. Ciudad Real. Provincia de Córdoba.	Resuelta	1.364.458,77	2019
Ejecución de paso de fauna en el p.k. 305+690 de la Autovía A-4 y otras medidas de seguridad vial vinculadas a la fauna del entorno. Provincia de Jaén.	Resuelta	1.615.531,91	2018

Tabla 21. Inversiones de la Dirección General de Carreteras 2018 -2024 en reducir la siniestralidad con fauna. Plataforma de Contratación del Sector Público. (Ministerio de Hacienda, s.f.).

ANEXO 3: Programas y proyectos nacionales.

Programa de Compra Pública de Innovación de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible.

Además de la referencia a la ejecución de la componente 6 del Plan de Recuperación, Transportación y Resiliencia que se ha mencionado anteriormente, desde la Dirección General de Carreteras se han puesto en marcha otras iniciativas de interés que se citan a continuación.

No se ha incluido en este apartado la referencia a la Nota de Servicio 02/2024 SGCyGA (Subdirección General de Carreteras de Conservación y Gestión de Activos) sobre tramos con especial frecuencia de incidentes viales con implicación de animales (TEFIVA) en la Red de Carreteras del Estado, puesto que se detalla en el capítulo 8.2.

El Programa de Compra Pública de Innovación (CPI) de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, presentado a finales de 2022, tiene como objetivo "...explorar las capacidades de la colaboración público-privada para desarrollar soluciones innovadoras que faciliten una mejor gestión de las carreteras y que ayuden además de forma más directa a transformar la realidad de la ciudadanía y mejorar sus desplazamientos por carretera...".

El Programa propone 10 retos (Figura 160), estando el reto 10 dedicado a las medidas de protección para usuarios vulnerables y siniestros con fauna. En el proceso de priorización de las iniciativas identificadas, de las que resultan las primeras licitaciones del programa de CPI de la DGC, se ha tenido en cuenta su impacto en 6 de los retos (Reto 1, Reto 2, Reto 6, Reto 7, Reto 9 y Reto 10), que representan el 74% de las ideas interesantes y pertinentes recibidas.

Los primeros 10 retos del Programa de CPI de la DGC



Figura 160. Los primeros 10 retos del Programa de Compra Pública de Innovación. (Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, 2022).

El mapa de demanda temprana (Tabla 22) actualizado detalla para cada una de las iniciativas, el objeto de las licitaciones, la previsión de publicación, la tipología de procedimientos que regirán los contratos y su presupuesto aproximado. En el conjunto de las primeras licitaciones publicadas, se recoge la siguiente iniciativa recogida dentro del reto 10.

Reto	Sub-reto	Iniciativa	Objeto de la licitación	Publicación prevista	Procedimiento previsto	Presupuesto (IVA exc.)
10	10.2	Detección de intrusiones por fauna	Varias licitaciones sobre Sistemas de detección de intrusiones de fauna en las carreteras y comunicación con terceros	2024	contratación pública ordinaria de obra	12,3 M€ (*Presupuesto aproximado de las futuras licitaciones, vinculado con la innovación)

Tabla 22. Mapa de demanda temprana. Plataforma de Contratación del Sector Público. (Ministerio de Hacienda, s.f.).

La Dirección General de Carreteras resalta en el reto N°10 "MEDIDAS DE PROTECCIÓN PARA USUARIOS VULNERABLES Y PARA ACCIDENTES CON FAUNA" (Figura 161) la necesidad de "...ahondar en la comprensión de este tipo de accidentes y multiplicar la capacidad de análisis incorporando todas las fuentes de información a disposición actualmente que permita diseñar soluciones efectivas, extensibles y respetuosas con la fauna...". En las carreteras españolas se producen anualmente miles de accidentes de tráfico debidos

a la presencia o irrupción de animales en la calzada, lo que provoca inseguridad vial e incremento de mortalidad de animales, en algunos casos especies protegidas como el lince ibérico. Se han propuesto numerosas actuaciones a fin de alcanzar una reducción de estos accidentes como la mejora de la señalización, establecimiento de pasos de fauna, vallado de recintos cinegético, planificación de batidas o instalación de dispositivos disuasorios.

Medidas que se han visto insuficientes ante el incremento del número de accidentes. Con este proyecto se busca dotar al Ministerio con "...nuevas medidas con un carácter innovador que permitan reducir los accidentes de tráfico con implicación de animales silvestres o ganado y dotar a la Dirección General de Carreteras de nuevas herramientas tanto los futuros proyectos de nuevas infraestructuras, y para los estudios como de actuaciones de conservación y explotación en carreteras en servicio...".

Para ello, el reto plantea a modo de ejemplo 2 casos de uso para la solución innovadora:

- a. CASO DE USO A: En un tramo de carretera en el que se intercalan subtramos de carretera 2+1, convencional de calzada única, y autovía, se produce un elevado número de irrupciones de animales en calzada, por lo que se requiere de una parte identificar la casuística contemplando todo tipo de variables ecológicas, infraestructurales, medioambientales, y climatológicas por citar algunas, y de otra parte determinar las soluciones más adecuadas para cada subtramo, y que sean extensibles para tramos de características similares en el conjunto de la red de carreteras del Estado.
- b. CASO DE USO B: Dado el elevado volumen de usuarios vulnerables en determinados días en determinadas vías convencionales y travesías de la red de carreteras del Estado, resulta urgente adoptar soluciones que garanticen el tránsito y/o el cruce de calzada por parte de usuarios de bicicleta y peatones.

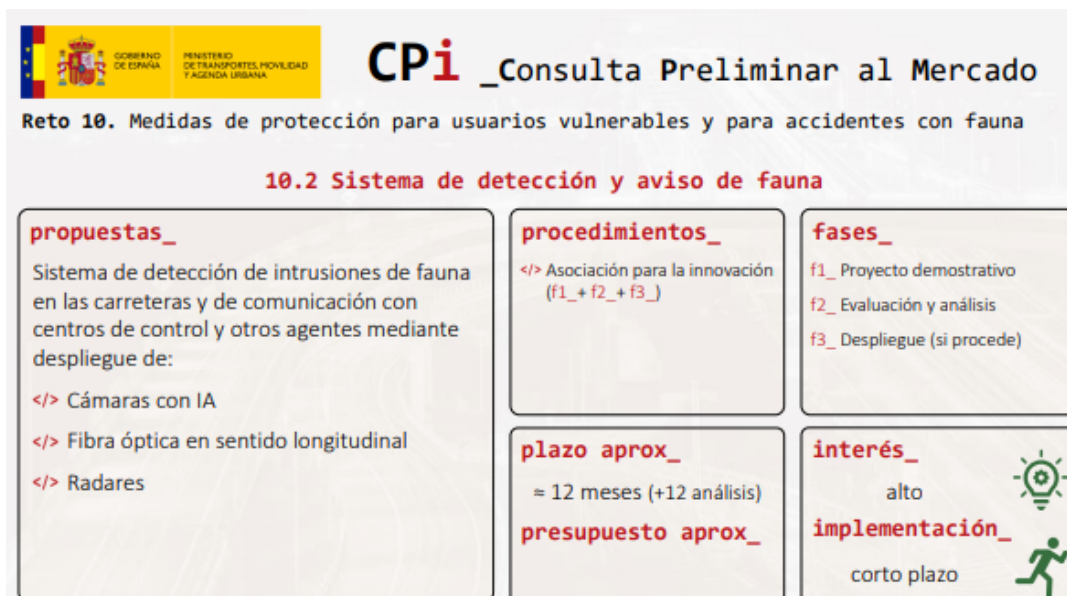


Figura 161: Consulta preliminar de mercado. Reto 10. Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible.

Proyectos SAFE: Stop Atropellos de Fauna en España.

El Proyecto SAFE – Stop Atropellos de Fauna en España, es una iniciativa del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), que desarrolla la Estación Biológica de Doñana (EBD-CSIC) y en el que participa la Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos - SECCEM, junto a otras dos asociaciones científicas, la Asociación Herpetológica Española (AHE) y la Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirdLife).

El objetivo del proyecto, que comenzó el 1 de junio de 2021, es triple:

- Cuantificar la mortalidad de fauna causada por atropellos en las carreteras españolas.
- Evaluar qué especies se ven más afectadas por esta problemática.
- Conocer los factores que influyen en los atropellos e identificar aquellos lugares que generen una mortalidad especialmente elevada.

Para ello los colaboradores/participantes, de carácter voluntario, seleccionan un recorrido y la forma de realizarlo (caminando, en bicicleta o en vehículo). La longitud mínima para itinerarios en bicicleta es de 10 Km. (se recomienda 15-20 Km.) y para los itinerarios a pie 3 Km. (se recomienda 5 Km.). Siendo requisito imprescindible, realizar el recorrido elegido periódicamente (al menos una vez al mes y durante un año), anotando las observaciones de animales atropellados y subiendo la información con el teléfono móvil mediante una aplicación o de forma manual a la web OBSERVATION (<https://secem.observation.org>).

Si bien el proyecto finalizó el 31 de diciembre de 2022, la visión de la iniciativa es que se mantengan las visitas a los itinerarios y se incorporen nuevos voluntarios con itinerarios adicionales, creando una red de seguimiento de atropellos de fauna basada en ciencia ciudadana.

En abril de 2024 SAFE ganó el Premio Nacional de Divulgación Científica y Ciencia Ciudadana del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) en la categoría de ciencia ciudadana, dedicado a las iniciativas en las que la población participa en cualquiera de las fases de una investigación (Figura 162).



Figura 162: Referencia al premio al proyecto SAFE. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Proyectos LIFE con aplicación en España.

LIFE LYNXCONNECT 'Creación de una metapoblación de lince ibérico (*Lynx pardinus*) genética y demográficamente funcional (2020-2025)'



Fecha de inicio:
01/09/2020

Fecha de finalización:
01/09/2025

Coste total Elegible:
18.754.029 €

Aportación de la UE:
11.378.919 €

LIFE LYNXCONNECT es el cuarto proyecto LIFE aprobado por Comisión Europea para la conservación del lince ibérico. Tiene como reto principal lograr que la población de lince ibérico sea autosostenible y genéticamente viable a largo plazo, mediante la conexión de los seis núcleos existentes y la creación de dos nuevos núcleos.

Junto a este objetivo se buscan otros objetivos específicos como reducir el riesgo de extinción, mejorar su estatus poblacional, combatir las amenazas que le afectan, implantar medidas de conservación y de mejora del hábitat, así como revisar la estrategia ibérica de conservación del lince.

LIFE LYNXCONNECT es un proyecto de cooperación transnacional que abarca todo el área de distribución de la especie, en el que participan administraciones ambientales y con competencia en carreteras de dos países y cuatro comunidades autónomas (España, Portugal, Andalucía, Castilla - La Mancha, Extremadura y Murcia); organizaciones no gubernamentales del sector

medioambiental (Adenex, WWF-España y Fundación CBD-Hábitat); representantes del sector cinegético, Fundación Artemisam, empresas privadas (Fotex y Fomecam Terra) y que cuenta con el apoyo científico del Consejo Superior de Investigaciones Científicas – Estación Biológica de Doñana.

El proyecto LIFE YNXCONNECT consta de 33 acciones agrupadas en cinco grandes bloques:

1. Incrementar el tamaño de la población global.
 - Corrección de puntos negros de alta prioridad para que los cruces de carreteras sean seguros en las zonas de conexión, así como monitoreo de la efectividad de esas estructuras de

corrección para mantener valores aceptables de muerte no natural por atropellos.

2. Preservar la diversidad genética y prevenir la endogamia.
3. Sensibilizar y comunicar al público.
4. Gestionar el proyecto.
5. Acciones innovadoras destinadas a aumentar la eficiencia del seguimiento.

Referencias: - LYNXCONNECT web (LYNXCONNECT, s.f.).

LIFE IBERLINCE.



Fecha de inicio:
01/09/2011

Fecha de finalización:
31/12/2017

Coste total Elegible:
50.303.388 €

Aportación de la UE:
50.303.388 €

El reto del Proyecto fue alcanzar un número de ejemplares de linco ibérico y de poblaciones que garantizasen la supervivencia de la especie y que permitiesen disminuir su grado de amenaza hasta alcanzar la categoría de "en peligro" (IUCN). Para ello se plantearon dos objetivos:

- Incrementar los efectivos poblacionales de la especie hasta alcanzar 25 hembras territoriales en la subpoblación de Doñana-Aljarafe y 70 hembras territoriales en el conjunto de las subpoblaciones andaluzas en Sierra Morena Oriental.
- Establecer cuatro nuevas subpoblaciones en Extremadura, Castilla-La Mancha, Portugal y Andalucía, que alcancen al menos cinco hembras territoriales cada una.



Entre las actuaciones contempladas para alcanzar los objetivos, destacar la permeabilización de estructuras viarias para reducir el riesgo de atropellos y eliminar puntos negros: construcción de pasos de fauna, adaptación de pasos de drenaje, vallado, señalización específica, etc.

Entre los resultados alcanzados por el proyecto, se encuentra:

- Se trataron seis puntos negros en la autovía A4, donde se concentraron 31 atropellos durante el periodo de ejecución del Life+ IBERLINCE. Se construyó un paso de fauna subterráneo.
- Otras acciones redujeron los atropellos en los puntos negros identificados, aunque el número total de atropellos siguió aumentando, y se redujo la desfragmentación del hábitat debido al asfaltado de las carreteras.

Referencias: Iberlince Web (Iberlince, s.f.).

Recovering the historic distribution range of the Iberian lynx (*Lynx pardinus*) in Spain and Portugal (Comisión Europea, s.f.).

ANEXO 4: Otras iniciativas de interés a nivel nacional.

Programa Mortalidad en infraestructuras.

Se trata de un programa de seguimiento de SEO/BirdLife consistente en una aplicación creada para comunicar el hallazgo de un ave u otro animal herido o muerto en algún tipo de infraestructura, principalmente: Carreteras, vías de tren, tendidos eléctricos, parques eólicos y cristaleras (edificios acristalados y pantallas plásticas en polideportivos y carreteras).



El objetivo del programa es:

- Identificación de puntos negros de mortalidad por registro de observaciones puntuales.
- Identificación de la dimensión de la cifra de fauna afectada por infraestructuras a escala estatal si es utilizado como un programa de seguimiento.

Los objetivos del proyecto se abordarán sobre la base de la información generada por personas voluntarias, que anotan las observaciones de animales atropellados en carreteras. Contempla dos tipos de toma de datos

- Recorridos:
 - Periódicos: se diseñará un recorrido con inicio y fin y se recorre de forma periódica. Pueden ser recorridos cortos o intensivos (a pie o bici) o largos o generales (en coche o cualquier otro tipo de vehículo).
 - Esporádicos: no hay necesidad de repetirlos con el tiempo.
- Observaciones puntuales: se anotará el hallazgo de algún animal herido o muerto en cualquier punto que se encuentre.

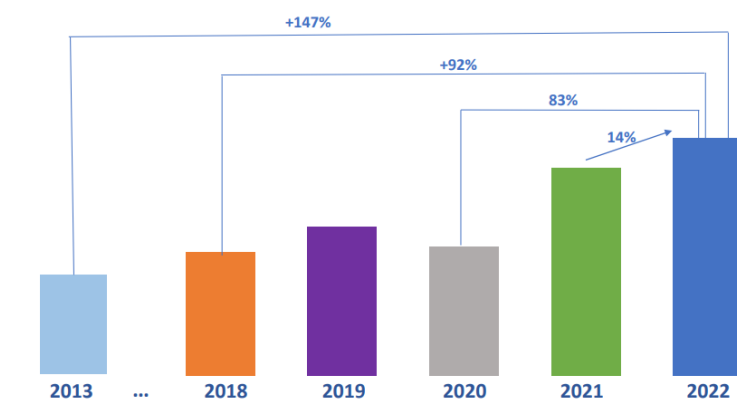
Estudios de siniestralidad con animales.

El **Centro de Estudios Ponle Freno - AXA de Seguridad Vial** lleva desde 2013 realizando estudios que examinan la siniestralidad vial con implicación de animales. Para su elaboración utiliza información procedente de la base de datos interna de AXA España, comprendiendo en su análisis más reciente (Centro de Estudios Ponle Freno AXA, 2023). Según su análisis más reciente, estos siniestros se han duplicado en cinco años en una tendencia al alza sólo rota en 2020 por las restricciones de movilidad (Figura 163).



2022 REGISTRÓ EL MAYOR NÚMERO DE ACCIDENTES CON ANIMALES DE LA SERIE HISTÓRICA (DESDE 2013)

LOS ACCIDENTES CON ANIMALES EN 2022 CONTINUARON CON EL FUERTE INCREMENTO REGISTRADO EN 2021 TRAS EL CONFINAMIENTO.



ESTUDIO ACCIDENTES CON ANIMALES. MARZO 2023



fundación
AXA

Figura 163: Registros de siniestralidad con animales. (Centro de Estudios Ponle Freno AXA, 2023).

Las colisiones con jabalíes representan el 45,4 % de los casos, siendo el animal más peligroso, seguido del corzo (23,2% de los siniestros) y el perro (15%). Castilla y León (23,4%), Galicia (17,4%) y Cataluña (9,2%) concentran la mitad de los siniestros con animales, manteniendo las tres primeras posiciones en el ranking de los últimos años.

El informe enfatiza además que las provincias con más siniestros por colisiones con animales son Burgos, Ourense y A Coruña.

Los últimos tres meses del año (octubre, noviembre y diciembre) concentran el 31% de los siniestros. Por el contrario, junio es el mes con menor siniestralidad de todo el año en el conjunto de la serie histórica.

Como medidas preventivas, el informe recomienda reducir la velocidad en zonas rurales y prestar especial atención en las épocas y horarios de mayor actividad animal.

Línea Directa Aseguradora (Línea Directa Aseguradora, 2022) ha investigado y publicado informes sobre el incremento de siniestro causados por animales en las carreteras españolas, siendo el último de ellos el titulado **"Animales en la carretera: Un peligro mortal. Accidentes contra animales en las carreteras españolas (2017-2021)"** (Línea Directa Aseguradora, 2022). Según este último análisis, los siniestros de tráfico con animales implicados han crecido de manera significativa en los últimos cinco años, duplicándose en número y aumentando en gravedad. Entre 2017 y 2021, la aseguradora registró entre sus clientes 11,400 incidentes de este tipo, provocando que en provincias como Soria ya representen el 9% de partes al seguro.

Estos siniestros son cada vez más graves y complejos. El coste medio de las indemnizaciones por daños corporales se ha incrementado un 104% entre 2017 y 2021, las reparaciones de los vehículos son 2,4 veces más caras que las de un golpe normal, y a las gestiones, un 38% más lentas.

El estudio destaca que 2 de cada 3 de estos siniestros ocurren en carreteras convencionales, en zonas rurales y principalmente de noche (61%), en fin de semana, en otoño y con jabalíes y perros como los animales más frecuentemente involucrados. En cuanto a su localización geográfica, Soria (9%) es la provincia con mayor proporción de siniestros con fauna, seguida de Teruel (4,4%) y Huesca (4%).

El estudio de Línea Directa también explora las dificultades que enfrentan los conductores para reclamar compensaciones, especialmente después de cambios legales en 2014 (Ley 6/2014) que limitan las circunstancias en las que los propietarios de animales salvajes pueden ser considerados responsables. Desde el cambio de la norma, solo el 6% de los daños causados por animales reciben compensación por parte de los dueños o responsables, frente al 43% que registraban los siniestros anteriores a 2014.

El estudio **"Accidentes por atropello de animales"** (RACE, 2020) elaborado por el **Real Club de Automóvil de España (RACE)** en colaboración con el automóvil club alemán ADAC, desarrollado en 2020, analiza las características de las colisiones de vehículos con animales en las carreteras españolas, destacando el peligro que representan para los conductores y proponiendo recomendaciones para su prevención.

El informe incluye un simulacro de colisión con un jabalí, para ilustrar el impacto severo que estos accidentes pueden tener sobre los vehículos y la importancia de mantener la velocidad controlada en zonas con fauna salvaje. En el informe se puso de manifiesto que *"...Frenar para llegar al impacto a la menor velocidad posible y mantenerse en el carril sin hacer movimientos bruscos es el comportamiento correcto para minimizar los daños humanos. Dar un volantazo para intentar esquivar al animal puede conllevar consecuencias mucho peores, ya que existe la posibilidad de invadir el carril contrario y sufrir un accidente frontal contra otro vehículo que viene en dirección opuesta, o bien sufrir una salida de vía y poder impactar contra objetos rígidos al margen de la vía, como el choque contra un árbol..."*.

Circulando a una velocidad de 80 Km/h., ante la irrupción en la carretera de un animal salvaje a 60m de distancia, se dispone de tiempo suficiente para detener el vehículo sin riesgo. En carreteras con vegetación muy próxima a la vía, la posibilidad de que un animal salvaje invada la calzada a menos de 35 m de distancia es mayor, siendo recomendable circular a 60 Km/h. a fin de poder detener el vehículo en caso necesario en condiciones de seguridad (Figura 164).



Figura 164: Importancia del control de velocidad de carreteras frecuentadas por animales. (RACE, 2020).

Estudios del Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos (IREC).

El **Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos (IREC)** ha realizado un estudio que buscan comprender la distribución y abundancia de fauna silvestre en España mediante el análisis de animales atropellados en carreteras (Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos (IREC), 2022). El estudio realizó una aproximación analítica que permite obtener mapas sobre la distribución y la abundancia de dos especies de ungulados, el corzo y el jabalí, a partir de los atropellos de estos animales, controlando los efectos que pudieran tener factores como la densidad de carreteras o la época del año sobre las predicciones. Los resultados permitieron además identificar "futuros puntos negros", es decir, áreas en las que sin estar presentes las especies hoy en día, podrían constituir un problema en un futuro tanto para la seguridad de los conductores como para la supervivencia de las poblaciones animales.

El estudio constató que un mayor número de atropellos no siempre equivale a una mayor abundancia de animales, reflejando que en el atropello confluyen necesariamente dos factores: que haya animales y que haya vehículos. Por tanto, una alta tasa de atropellos puede ser debida también a un mayor número de vehículos u otras variables, como una mayor velocidad de los mismos.

ANEXO 5: Grupo de trabajo sobre fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte.

Con el objetivo de ofrecer soluciones técnicas a los problemas asociados a la fragmentación, en el año 1999 se creó el **Grupo de Trabajo sobre Fragmentación de Hábitats causada por Infraestructuras de Transporte**, que integra representantes de las administraciones de transporte, de medio natural y de evaluación de impacto ambiental de las comunidades autónomas y del Estado. El grupo depende de la Comisión Estatal para el Patrimonio Natural y la Biodiversidad. Su actividad durante estos años ha sido muy fructífera y, en este contexto, ha recibido varios premios. Además, el grupo organiza periódicamente jornadas técnicas con el objetivo de reflexionar sobre los mecanismos de integración de la biodiversidad en las infraestructuras lineales de transporte.

Este grupo de trabajo nació en 1999 en el marco del programa europeo COST-341 que contó con la participación de más de 20 países y cuyo objetivo era cooperar para intercambiar información en el campo de la fragmentación de hábitats en Europa. Fruto de este programa se redactó el Manual de Fauna y Tráfico, que se ha ido actualizando, convirtiéndose en un documento de referencia al recopilar medidas para mejora de la siniestralidad vial en los accidentes con fauna.

- Prescripciones técnicas de fragmentación de hábitats causadas por infraestructuras de transporte:
 1. **Prescripciones Técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales** (Año 2006, segunda edición 2015) - prescripciones detalladas para diseñar e implementar medidas correctoras adecuadas que permeabilicen las carreteras y las vías de ferrocarril al paso de distintas especies de fauna silvestre. La revisión se realiza a la luz de los resultados de seguimientos de la efectividad de medidas correctoras de la fragmentación de hábitats en infraestructuras lineales de transporte en España y en otros países europeos. (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente MITECO, 2015).
 2. **Prescripciones Técnicas para el seguimiento y evaluación de la efectividad de las medidas correctoras del efecto barrera de las infraestructuras de transporte** (Año 2008) - Aborda lo relativo a los programas de vigilancia ambiental, dando recomendaciones concretas sobre métodos y procedimientos de evaluación y seguimiento en las fases de proyecto, construcción y funcionamiento de las infraestructuras viarias. (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente MITECO, 2008).
 3. **Prescripciones Técnicas para la reducción de la fragmentación de hábitats en las fases de planificación y trazado** (Año 2010) - Presenta metodologías de análisis y evaluación de la conectividad y de su afectación para planes, programas y proyectos. Además, sugiere orientaciones para evitar o reducir la fragmentación de los hábitats producidos por estos. (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente MITECO, 2010).
 4. **Indicadores de fragmentación de hábitats causada por infraestructuras lineales de transporte** (Año 2010) - Actualiza conceptos relacionados con la fragmentación de hábitats. Revisa la temática de indicadores de fragmentación y ofrece fichas descriptivas de indicadores y orientaciones para la selección de los mismos. (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente MITECO, 2010).
 5. **Desfragmentación de hábitats. Orientaciones para reducir los efectos de las carreteras y ferrocarriles en funcionamiento** (Año 2013) - explica el contexto y ofrece orientaciones para la selección de medidas de desfragmentación. (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente MITECO, 2013).
 6. **Identificación de áreas a desfragmentar para reducir los impactos de las infraestructuras lineales de transporte en la biodiversidad** (2013, segunda edición 2024) - Desarrolla una metodología con la que se elaboran varios criterios para identificar áreas prioritarias para desfragmentar vías de transporte, en zonas con patrimonio natural poco fragmentado o muy fragmentado y considerando los conectores forestales y la densidad de accidentes con fauna silvestre. El documento actualizado detalla procedimientos técnicos y criterios científicos, ofreciendo herramientas para evaluar la fragmentación e identificar zonas que requieren intervenciones. (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente MITECO, 2024).
 7. **Efectos de borde y efectos en el margen de las infraestructuras de transporte y atenuación de su impacto sobre la biodiversidad** (Año 2019) -Revisa el conocimiento actual sobre efectos de las infraestructuras de transporte que no habían sido abordados hasta ahora. Proporciona indicaciones que faciliten la prevención de los mismos en el ámbito de la planificación, así como del diseño y la ejecución de medidas destinadas a reducirlos en los territorios afectados. (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente MITECO, 2019).

8. **Prescripciones Técnicas para hacer efectivos los seguimientos de las medidas de mitigación del efecto barrera de las infraestructuras de transporte (diseño, documentación y archivo de seguimiento ambiental) (Año 2020)** - Revisa y actualiza el documento número 2 de esta serie. Un meta análisis realizado con los datos procedentes del seguimiento ambiental en 65 tramos de infraestructuras de transporte, en los que se registró el uso de 1.078 estructuras de paso de fauna permitió identificar algunas deficiencias en las metodologías utilizadas. Este libro da indicaciones para efectuar un seguimiento ambiental correcto, que permita disponer de datos estandarizados, comparables y fiables para optimizar los resultados y el presupuesto invertido en este tipo de estudios. Incluye todas las fichas del documento 2, en su mayor parte actualizadas. Entre las fichas nuevas aporta dos importantes dirigidas a homogeneizar la denominación de las diferentes estructuras de paso de fauna y de otras estructuras transversales, así como la forma de medición de sus dimensiones. (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente MITECO, 2020).
9. **Metodología para el Estudio y Análisis de la Mortalidad de Vertebrados en Infraestructuras de Transporte. (Año 2024)** – (Publicación próxima). Ofrece un conjunto de prescripciones técnicas y recomendaciones para mejorar la estandarización de la toma de datos en los seguimientos de mortalidad de fauna en las vías de transporte y el uso y alcance de la información recogida. Se muestran, asimismo, los resultados del proyecto SAFE (Stop Atropellos de Fauna en España), llevado a cabo a iniciativa del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) y pionero en la evaluación de la mortalidad de fauna en carretera mediante transectos predefinidos de longitud conocida y ciencia ciudadana. El protocolo de toma de datos y el análisis de la información se realizaron desde el ámbito científico y la coordinación y entrenamiento de los voluntarios se realizó a través de tres de las sociedades científicas más relevantes del país. Las estimaciones de mortalidad en vías de transporte permiten conocer su magnitud en el territorio nacional como paso previo y necesario al establecimiento de prioridades para su gestión.

ANEXO 6: Información sobre los proyectos cofinanciados por la Comisión Europea.

BISON - Biodiversity and Infrastructure Synergies and Opportunities for European Transport Network.



Fecha de inicio:

1 Enero 2021

Fecha de finalización:

31 Diciembre 2023

Coste total€

3 563 652,50

Aportación de la UE€

2 999 701,25

El proyecto BISON, financiado con fondos europeos, buscó identificar las necesidades de innovación e investigación a fin de lograr una mejor integración de la biodiversidad en el desmantelamiento, funcionamiento, construcción y planificación de infraestructuras.

BISON tenía como OBJETIVO abordar la integración de la biodiversidad con el desarrollo de infraestructuras, incluidas carreteras, ferrocarriles, vías navegables, aeropuertos, puertos o redes de transporte de energía. Para ello, planteaba los objetivos específicos siguientes:

- Identificar las necesidades futuras de investigación e innovación para una mejor integración de la biodiversidad con las infraestructuras.
- Identificar los métodos y materiales de construcción, mantenimiento e inspección duraderos y resilientes y que puedan utilizarse en diferentes modos de transporte para mitigar la presión sobre la biodiversidad.
- Apoyar a los Estados Europeos miembros para que cumplan sus compromisos internacionales involucrando a todas las partes interesadas en la integración de la biodiversidad en la planificación y el desarrollo de infraestructuras.

Desarrollar la colaboración entre los Estados miembros europeos para convertirse en líderes políticos a la hora de abordar conjuntamente los desafíos de la biodiversidad y las infraestructuras.

39 socios y 6 terceros Como resultado del proyecto:

- se publicaron varios informes y un manual titulado "Biodiversity and infrastructure: A Handbook for Action" (Biodiversidad e infraestructura: un manual para la acción).
- se desarrolló el Mapa Europeo de Desfragmentación (EDM, por sus siglas en inglés) en línea, permite combinar de manera coherente la gestión de las infraestructuras existentes y las cuestiones de biodiversidad.

Referencias:

- (Infrastructure & Ecology Network Europe (IENE), 2024).
- (Comisión Europea, 2024).

Biodiversidad e Infraestructura: un Manual para la acción (Online).



**Fecha de
publicación:**
23 Abril 2024.

**Creado en el marco
del proyecto BISON
de Horizonte 2020.**

- El manual online está basado en el manual «Wildlife and Traffic. A European Handbook for identifying conflicts and designing solutions» (Vida salvaje y tráfico. Un manual europeo para la identificación de conflictos y el diseño de soluciones), desarrollado en el marco de la Action COST 341 «Habitat fragmentation due to transportation infrastructure» (Fragmentación del hábitats debida a las infraestructuras de transporte).
- El conocimiento adquirido desde la publicación del manual de 2003, junto a la creciente preocupación sobre el cambio climático y la pérdida de biodiversidad, llevó a la IENE a actualizar dicho manual de 2003. La actualización comenzó mediante una cooperación entre la IENE, la Administración sueca del transporte, el Ministerio francés de Transición Ecológica y la Conferencia de directores europeos de carreteras (CEDR) y fue financiada por el proyecto Horizonte 2020 BISON de la Comisión Europea.
- Los trabajos de actualización fueron desarrollados mediante una cooperación entre IENE (Infrastructure & Ecology Network Europe), la Administración sueca del transporte, el Ministerio francés de Transición

Ecológica y la Conferencia de Directores Europeos de Carreteras (CEDR) financiándose por el proyecto Horizonte 2020 BISON de la Comisión Europea.

- Está diseñado como una herramienta flexible que se puede actualizar continuamente y hace referencia a las directrices europeas y mundiales, lo que garantiza su relevancia a largo plazo.

El manual se divide en 7 capítulos:

- | | |
|--|---|
| <p>El Manual es el resultado del trabajo colaborativo (50 autores y 30 revisores) entre los sectores de ecología e infraestructura, asegurando un enfoque holístico y equilibrado.</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Efectos ecológicos de la infraestructura. Incluye información básica sobre los efectos del desarrollo de las infraestructuras en la naturaleza. 2. Política, estrategia y planificación. Considerar la conservación de la biodiversidad en todas las fases del ciclo de vida del desarrollo de infraestructuras es fundamental para lograr sistemas de transporte sostenibles. 3. Jerarquía de mitigación. La jerarquía de mitigación es un marco conceptual diseñado para gestionar los impactos sobre la biodiversidad, definiéndola en el manual como una secuencia iterativa de 3 pasos: Prevención – Reducción – Compensación (secuencia de mitigación). 4. Integración de las infraestructuras en el paisaje. Incluye aspectos clave para integrar las infraestructuras en el paisaje y propone aplicar enfoques participativos que permitan una cooperación entre agentes de los ámbitos del transporte, la ordenación territorial y el paisaje. 5. Soluciones. Ofrece soluciones mediante acciones para mitigar los impactos y potenciar los beneficios para la naturaleza y las personas. 6. Evaluación y monitorización. Incluye una descripción de actividades necesarias para evaluar el desempeño de las medidas de mitigación y los efectos sobre la biodiversidad. 7. Mantenimiento. Explica cómo diseñar y aplicar planes de mantenimiento para que los operadores de infraestructura de transporte las adopten e implementen con el objetivo de optimizar la seguridad del tráfico y, al mismo tiempo, mejorar los beneficios para la biodiversidad y sus ventajas para la sociedad. |
|--|---|

- Referencias:
- Biodiversity & Infrastructure: Handbook for action (IENE Infrastructure&Ecology Network Europe, 2024).
 - Artículo "Biodiversidad e infraestructura: un manual online para la promoción de la cooperación y la acción" (Rosell, Seiler, & Fernández, 2023).

LIFE SAFE-CROSSING. Preventing Animal-Vehicle Collisions – Demonstration of Best Practices targeting priority species in SE Europe.



Fecha de inicio:
01/09/2018

Fecha de finalización:
31/08/2023

Coste total Elegible:
4.222.170 €

Aportación de la UE:
3.166.364 €

El objetivo principal del proyecto fue implementar acciones para reducir el impacto de las carreteras en algunas especies prioritarias en 4 países europeos: Oso pardo de los Apeninos (*Ursus arctos marsicanus*) y el lobo (*Canis lupus*) en Italia, Lince Ibérico (*Lynx pardinus*) en España, y Oso pardo (*Ursus arctos*) en Grecia y Rumania. En concreto:

- Demostrar el uso de herramientas innovadoras de prevención de colisiones entre animales y vehículos (AVC) que se desarrollaron durante el proyecto LIFE STRADE (LIFE11 BIO/IT/000072);
- Reducir el riesgo de colisiones de tráfico con el oso pardo en Grecia, Italia y Rumanía, el lince ibérico en España y el lobo en las zonas del proyecto italiano;
- Mejorar la conectividad, principalmente a través de la adaptación de las estructuras de cruce existentes, para permitir el movimiento de poblaciones de las especies objetivo;

- Aumentar la conciencia de los conductores sobre el riesgo de colisiones con las especies objetivo en las áreas del proyecto.

Con el fin de alcanzar los objetivos establecidos se desarrollaron las siguientes acciones:

13 socios entre los que se encuentran ONGs, empresas privadas y organismos públicos.

- Monitorización del impacto de las carreteras sobre las especies objetivo;
- Cartografía y caracterización de las estructuras de paso;
- Instalación de sistemas de prevención de colisiones entre animales y vehículos (AVC-PS) (desarrollados en el marco del proyecto LIFE STRADE – LIFE11BIO/IT/072) y reflectores activos para la fauna silvestre en los márgenes de la carretera;
- Adaptación de las estructuras de paso ya existentes para favorecer el paso de los animales;
- Instalación de paneles informativos viales diseñados específicamente y puesta en marcha de otras actividades de sensibilización.

Los principales resultados del proyecto son la significativa reducción de las colisiones entre animales y vehículos y la mejora de la conectividad ecológica de aquellos lugares en los que se han desarrollado acciones concretas de conservación. El monitoreo de los sistemas de prevención de colisiones entre animales y vehículos muestra que, en total, el sistema ha intervenido en más de 1.000 situaciones de riesgo (presencia simultánea de un animal y un vehículo que circula a gran velocidad), mientras que hasta la fecha sólo se han producido 6 accidentes. Resultados obtenidos:

- una solución prototipo innovadora para monitorear las estructuras de cruce;
- una base de datos geoespaciales (geodatabase) para almacenar los datos sobre colisiones, cruce de animales, intervención del proyecto y datos recopilados a través de los dispositivos instalados;
- 26 AVC-PS instalados, 5 en Italia, Rumanía y España y 6 en Grecia;
- 36 Km. de valla virtual instalados, 25 en Italia, 7 en Rumanía y 4,5 en España;
- Se limpiaron y readaptaron numerosas estructuras de cruce para mejorar la conectividad para la vida silvestre: 13 en Italia, 30 en Rumanía, 55 en Grecia;
- vegetación despejada a lo largo de 27 Km. de tramos de carretera en España;
- 97 paneles informativos de sensibilización instalados en Italia, 8 en Rumanía, 38 en Grecia y 24 en España;
- el videojuego “¡Evítalo!”, descargable desde Play Store y Apple Store, al que juegan entre 1.500 y 2.000 personas;
- El sitio web registró 17 034 visitantes, Facebook 2 430 y Instagram 416 seguidores;
- El proyecto llevó a cabo 104 eventos de sensibilización local que llegaron a unas 400.000 personas;
- Se ha informado a 77 autoescuelas;
- Se realizaron 39 eventos de networking con cerca de 200 profesionales.

- Referencias:
- Preventing Animal - Vehicle Collisions - Demonstration of Best Practices targeting priority species in SE Europe (Comisión Europea, s.f.).
 - LIFE SAFE-CROSSING web (Proyecto LIFE SAFE-CROSSING, s.f.).

LIFE +OZON Restoration of natural habitats for critically endangered species by defragmentation of the Sonian Forest.



Figura 165. Ecoduct Groenendaal. (Google Maps, 2019).

En el bosque de Sonian (4.421 ha en Bélgica) las numerosas carreteras y ferrocarriles dividían las poblaciones de fauna silvestre, muriendo por atropello más de 50 ejemplares anuales de las especies más comunes, muchas de ellas protegidas.

El proyecto (Figura 165 y Figura 166) tenía como objetivo:

- conectar las zonas del bosque de Sonian con un alto valor ecológico mediante la construcción de pasos de fauna (pasos subterráneos, viaductos y alcantarillas) y la construcción de vallas para impedir el acceso de los animales a las carreteras y las líneas ferroviarias.
- proteger la biodiversidad forestal mediante una gestión forestal respetuosa con la naturaleza y adaptada (por ejemplo, la restauración de los bordes de los bosques a lo largo del anillo de Bruselas y la creación de áreas abiertas) y mediante la reorientación de las actividades recreativas a zonas menos sensibles.

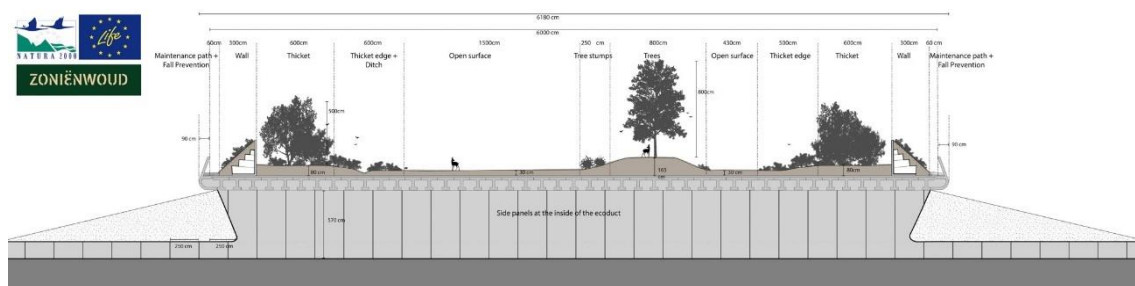


Figura 166. Sección transversal del ecoducto de Sonian. (Rewilding Europe, 2018).

El proyecto facilitó el movimiento de pequeños mamíferos, anfibios, invertebrados y otros animales mediante acciones que incluyeron la construcción de un ecoducto principal y otras estructuras (por ejemplo, túneles, tuberías) bajo las carreteras que cruzan el bosque.

El seguimiento confirmó que la fauna pequeña, en particular los anfibios y los invertebrados, utilizaban el ecoducto (Groenendaal) y muchas de las tuberías, mejorando así su movilidad.

También mostró una mayor movilidad de los murciélagos debido al nuevo ecoducto.

El enfoque para la construcción del ecoducto, dado su éxito, se está reproduciendo en el bosque Oud Heverlee en Flandes.

- Referencias:
- Rewilding Europe (Rewilding Europe, 2018).
 - Restoration of natural habitats for critically endangered species by defragmentation of the Sonian Forest. (Comisión Europea, s.f.).
 - RESTORING NATURAL HABITATS for critically endangered species by defragmenting the Sonian Forest (Agency for Nature and Forests (ANB) , Road and Traffic Agency (AWV), & Brussels Environment, 2018).

LIFE STRADE Demonstration of a system for the management and reduction of collisions between vehicles and wildlife.



Fecha de inicio:
01/01/2013

Fecha de finalización:
1/03/2017

Coste total Elegible:
1.978.917 €

Aportación de la UE:
970.856 €

Los atropellos de animales salvajes es un problema generalizado que pone en peligro la biodiversidad en todas las zonas donde hay una gran densidad de carreteras y de vehículos.

El objetivo principal del proyecto LIFE STRADE fue desarrollar y difundir a escala nacional las herramientas necesarias para la gestión de las colisiones de tráfico con la fauna. Para ello el proyecto contempló dos acciones:

- La implementación y demostración a gran escala de un sistema recientemente desarrollado que simultáneamente advierte a los conductores y evita que la fauna silvestre cruce las carreteras; y
- El desarrollo y la demostración a gran escala de un protocolo de gestión integrado.



Figura 167. Sistema LIFE Strade. (Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica. Governo Italiano, 2015).

El proyecto LIFE STRADE diseñó un sistema que alerta a los conductores cuando detecta un animal (Figura 167). El dispositivo al detectar un animal que se aproxima a la carretera activa los paneles luminosos para avisar al conductor de la posible presencia de un animal en la calzada, invitándole a reducir la velocidad para evitar el posible atropello. Si el radar detecta que el vehículo no reduce suficientemente la velocidad, se aproxima a la zona a más de 50 Km/h., activa los altavoces con el objetivo de ahuyentar al animal de la calzada, por ejemplo, con el aullido de un lobo o con sonidos de caza. El sistema consiste en:

- Detectores de presencia de fauna silvestre en ambos lados de la carretera (cámara térmica y/o sensores de movimiento);
- Detectores en la carretera que registran la velocidad del vehículo (radar);
- Señales luminosas de carretera;
- Una caja de conexiones; y
- Dos altavoces.

Se instalaron y probaron 17 sistemas de prevención de colisiones. Para controlar el funcionamiento del sistema se instalaron fototampas, así como carteles para advertir a los conductores sobre el sistema en prueba. Las encuestas de monitoreo revelaron que los sistemas permitieron alcanzar hasta un 100% de reducción de accidentes en las áreas controladas por los dispositivos.

Para cada sistema de prevención instalado, el promedio de veces en que la activación del dispositivo evitó una potencial colisión con algún animal silvestre (cuyo paso fue registrado cerca de la carretera mientras también pasaba un automóvil, en el rango de 3 minutos) fue de al menos 10 al mes en cada localidad.

El sistema ha contribuido a ahorrar cientos de miles de euros en indemnizaciones por daños, lo que puede compensar rápidamente los costes de inversión de cada sistema de colisión de tráfico (estimados en 1.500 euros).

- Referencias:
- Demonstration of a system for the management and reduction of collisions between vehicles and wildlife (Comisión Europea, s.f.).
 - Workshop disseminazione LIFE STRADE (Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica. Governo Italiano, 2015).

LIFE LINES - Linear Infrastructure Networks with Ecological Solutions.



Fecha de inicio:
01/08/2015

Fecha de finalización:
31/05/2021

Coste total Elegible:
5.540.485 €

Aportación de la UE:
3.324.303 €



El proyecto se desarrolla en el Alentejo Central, al sur de Portugal, en una zona atravesada por el principal corredor de transporte terrestre entre Lisboa y Madrid, donde hay una concentración especialmente elevada de carreteras y líneas eléctricas.

Tiene como objetivo ensayar, evaluar y difundir prácticas dirigidas a mitigar los efectos negativos de las infraestructuras de transporte/energía en la fauna silvestre y, al mismo tiempo, promover la creación de una Infraestructura Verde demostrativa, basada en corredores ecológicos y puntos de conexión que puedan incrementar la conectividad y mejorar la conservación de la biodiversidad local/regional.

El proyecto incluye 35 acciones organizadas por temas:

- A. Acciones preparatorias, elaboración de planes de gestión y/o de planes de acción.
- C. Acciones concretas de conservación.
- D. Seguimiento del impacto de las acciones del proyecto.
- E. Sensibilización pública y difusión de los resultados.
- F. Gestión del proyecto y seguimiento del avance.

Es posible visualizar en forma de mapas (cuando los datos lo permiten) los datos producidos dentro de las actividades del proyecto. Los mapas están organizados en temas cada uno de ellos está relacionado con una ACCIÓN específica del proyecto.

En el ámbito del proyecto se han publicado 4 guías de buenas prácticas:

1. Guía de buenas prácticas para el seguimiento y registro de datos sobre mortalidad de fauna atropellada.
2. Guía de buenas prácticas para la gestión de la vegetación y la promoción de la biodiversidad en infraestructuras lineales.
3. Guía de buenas prácticas para mitigar los impactos de las carreteras en las comunidades animales.
4. Guía de buenas prácticas. Solución innovadora para reducir la mortalidad de aves en líneas eléctricas de media tensión: los brazos transversales ecológicos horizontales.

Referencias:

- LIFE Lines Web (LIFE Lines, s.f.).
- Linear Infrastructure Networks with Ecological Solutions (Comisión Europea, s.f.).