

Biodiversidad e infraestructura: un manual online para la promoción de la cooperación y la acción

Carme Rosell, Investigadora principal, directora, MINUARTIA, España,
 Andreas Seiler, Investigador principal Swedish University of Agricultural Sciences,
 Luis M. Fernández, Director de proyecto, MINUARTIA, España
 Todos miembros de Infrastructure and Ecology Network Europe, IENE

Ilustraciones © Autores

El objetivo común de mejorar la resiliencia de la infraestructura ante episodios meteorológicos extremos, aumentar la seguridad vial y restaurar la naturaleza puede lograrse mediante la transversalización de la biodiversidad en la planificación, el diseño y la explotación de las infraestructuras de transporte. El despliegue de acciones concretas que han demostrado ser eficaces debe acelerarse mientras se desarrollan nuevas soluciones y tecnologías innovadoras. El manual online *'Biodiversity and infrastructure. A handbook for action'* [1] (Biodiversidad e infraestructura: un manual para la acción), impulsado por la IENE junto con el proyecto Horizonte 2020 BISON y otras organizaciones, incluye directrices y normas que deben aplicar los profesionales y que pueden actualizarse para integrar nuevo conocimiento disponible siempre que sea necesario. Se trata de una herramienta clave para difundir la aplicación de soluciones eficaces. El sitio web también incluye el «*Transport ecology guidelines portal*» (portal de directrices sobre ecología del transporte), publicado en distintos países, así como un glosario imprescindible para el uso de un vocabulario común y para el entendimiento entre expertos de los ámbitos de la ecología y la infraestructura. Esta es la base de la cooperación entre ambas disciplinas con el objetivo de identificar conflictos presentes y emergentes, entender las fuerzas que los impulsan y sus causas y acelerar la aplicación de soluciones adecuadas para reducir la pérdida de biodiversidad y aumentar tanto la resiliencia como la seguridad de las infraestructuras.



Carme Rosell



Andreas Seiler



Luis M. Fernández

UN MANUAL BASADO EN MÁS DE 20 AÑOS DE EXPERIENCIA

El nuevo manual online está basado en el manual «*Wildlife and Traffic. A European Handbook for identifying conflicts and designing solutions*» [2] (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 mismo año se publicó en Norteamérica el libro «*Road Ecology. Science and Solutions*» [3] (Ecología vial. Ciencia y soluciones). Ambas publicaciones marcaron un punto de inflexión en el ámbito de la infraestructura y la naturaleza. Progresivamente fue aumentando la concienciación relativa a los efectos de las infraestructuras lineales de transporte sobre las distintas especies, hábitats y ecosistemas debido a la evidencia existente en cuanto al elevado número de animales que mueren en la calzada, de accidentes que implican fauna y del efecto a nivel de población que tienen las barreras impuestas por las carreteras y otras infraestructuras de transporte al movimiento de los animales. El manual «*Wildlife and Traffic*» fue traducido a numerosos idiomas y supuso la base de cambios revolucionarios en la aplicación de medidas

de atenuación con el fin de aumentar la permeabilidad ecológica y reducir las colisiones entre vehículos y animales. Contribuyó a una explosión en el número de pasos para fauna construidos tanto en Europa como en todo el mundo. Cientos de informes de monitorización y artículos científicos redactados en los últimos 20 años demuestran claramente la eficacia de dichas medidas de atenuación [4, 5, 6], además de apuntar a posibles problemas y advertir sobre fallos de diseño que afectan negativamente a su uso y deben resolverse.

Este conocimiento, junto a la creciente preocupación sobre las interacciones del cambio climático y la pérdida de biodiversidad, motivó la decisión de la IENE de actualizar el manual de 2003 y crear un recurso online que pueda complementarse y actualizarse rápidamente. 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. Más de 50 co-autores, 30 revisores y numerosos colaboradores de organizaciones del ámbito del transporte y la ecología, entre las cuales se cuentan agencias gubernamentales, centros de investigación, consultores y empresas, aunaron

su conocimiento especializado y sus buenas prácticas para dar lugar a las recomendaciones incluidas en el manual.

OBJETIVOS Y USUARIOS

El manual online tiene como objetivo ofrecer una plataforma que permita acceder a información breve, concisa y fácil de actualizar sobre conocimiento y experiencia que resultan esenciales a la hora de guiar el trabajo en la interfaz entre la ecología y el transporte. Ofrece recomendaciones e instrucciones para el diseño y el mantenimiento de medidas eficaces para:

- atenuar el impacto de las infraestructuras en la naturaleza,
- reducir los conflictos entre vida salvaje y tráfico,
- encontrar sinergias para llevar a cabo la adaptación al cambio climático y la restauración ecológica y
- aportar beneficios tanto para los ecosistemas como para los paisajes en los que se ubican las infraestructuras. Aclara conceptos básicos, utiliza un lenguaje y una terminología comunes y ofrece ayuda en el diseño de rutinas de planificación y evaluación.

Sus principales usuarios son técnicos que trabajan en todas las fases del desarrollo de infraestructuras, especialmente en el diseño (incluidas las evaluaciones de impacto ambiental) y en la explotación (*ilustración 1*). La actualización y adaptación de las infraestructuras existentes constituyen excelentes oportunidades para llevar a cabo acciones de desfragmentación descritas en las directrices cuyo objetivo es reducir los efectos de las infraestructuras en la naturaleza y beneficiar a la biodiversidad.

El manual online también puede utilizarse en actividades educativas y formativas de centros de enseñanza de ingeniería o ecología y puede resultar útil para formar a formadores y a personal que trabaje en la gestión de las infraestructuras. Las breves descripciones de distintos temas que incluye aportan conocimiento puntero útil para quienes deban tomar decisiones, así como para el público en general.

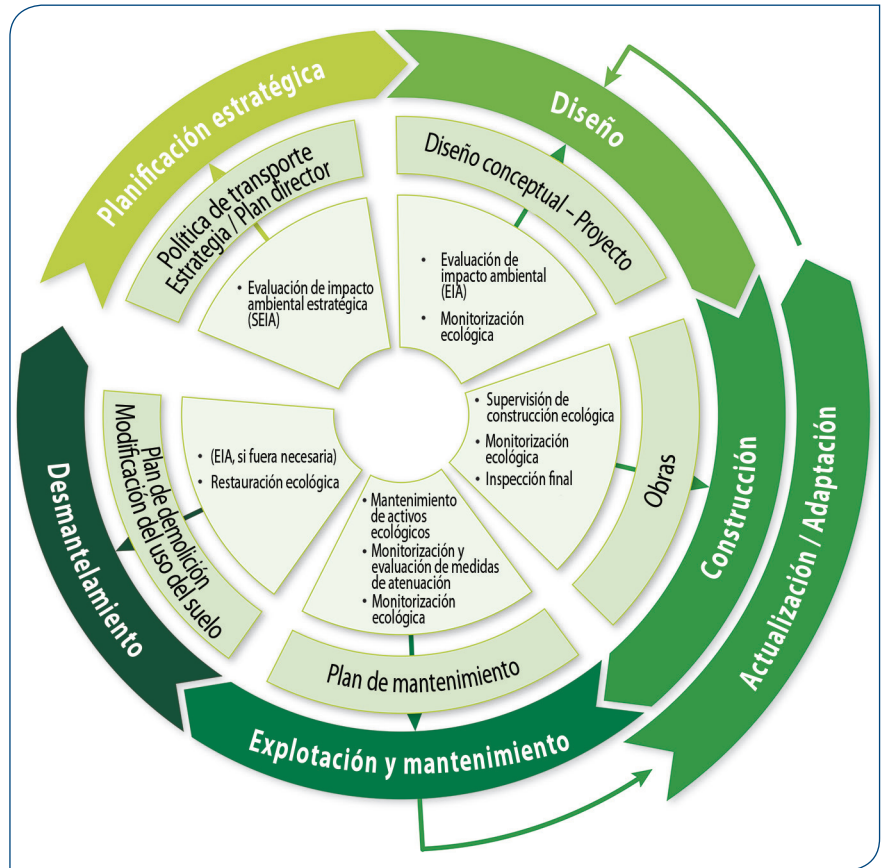


Ilustración 1 - La biodiversidad debe integrarse en todo el ciclo de vida de las infraestructuras. Este manual ofrece recomendaciones de acciones que deben llevarse a cabo especialmente en las fases de diseño, explotación y actualización [1]

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS Y CONTENIDO

El calentamiento global altera las condiciones climáticas y paisajísticas y tiene efectos importantes tanto sobre las infraestructuras como sobre la naturaleza. Al mismo tiempo, el sector del transporte está realizando cambios significativos para lograr los objetivos de descarbonización, aplicar nuevas tecnologías, digitalizarse y actualizar infraestructuras envejecidas para que puedan cumplir las nuevas normas de seguridad y soportar los efectos del cambio climático. Estos cambios responden a la urgente necesidad de reducir la pérdida de biodiversidad y generan oportunidades para mejorar los ecosistemas y los servicios que estos ofrecen a las personas.

Este escenario de cambio y desarrollo de nuevo conocimiento y nuevas tecnologías ha motivado la elaboración de un manual online en lugar de un manual al uso. El sitio web ofrece una herramienta flexible que permite completar, actualizar y ampliar su contenido, además de incluir enlaces a información adicional, a otros sitios web sobre el tema y a otras publicaciones centradas en temas y países específicos incluidos en el portal de directrices sobre ecología del transporte.

A los co-autores del sitio web se les pidió que garantizaran que las directrices cumplieran los siguientes criterios:

- Basadas en la evidencia
- Orientadas a la acción
- Viables
- Eficaces



Ilustración 2 - Ejemplos de dibujos que incluyen instrucciones sobre (A) cómo instalar vallados para guiar a los animales hasta cruces de fauna, (B) cómo reforzar el vallado existente para evitar el acceso de jabalíes a las carreteras. Los puntos rojos (que deben evitarse) representan instalaciones incorrectas, como en este ejemplo de (C) valla en la que hay espacio para que los animales la atraviesen, lo que reduce su eficacia. Los puntos verdes (óptimos) (D) muestran una correcta instalación [1]

- Innovadoras (se anima a los usuarios a evaluar su eficacia o a mejorar su diseño).

Dado que el objetivo del manual es resultar útil a efectos formativos, las imágenes y los dibujos técnicos juegan un papel importante, especialmente a la hora de ilustrar las medidas recomendadas (ilustración 2). Se utilizan códigos de color para aportar información sobre fallos habituales en el diseño o la instalación, medidas ineficaces que no deberían aplicarse o técnicas en las que el conocimiento aún es limitado y se requiere más investigación para mejorar su diseño o evaluar su eficacia.

El manual consta de siete capítulos:

- 1. Conceptos generales.** Incluye información básica sobre los efectos directos e indirectos de las infraestructuras en la naturaleza, que deben entenderse desde el punto de vista de la ecología y de la ingeniería.
- 2. Política, estrategia y planificación.** Pone de relieve la importancia que tiene incluir la conservación de la biodiversidad en todas las fases del ciclo de vida de las infraestructuras, puesto que resulta clave para lograr unos sistemas de transporte más sostenibles.
- 3. Jerarquía de atenuación.** Define la importancia del seguimiento de la secuencia de atenuación (prevención-reducción-compensación) y la oportunidad de contribuir a la restauración de la naturaleza para lograr un «aumento neto de la biodiversidad» durante la planificación, el diseño y la explotación de las infraestructuras.
- 4. Integración en el paisaje.** Introduce conceptos clave para integrar las infraestructuras en el paisaje y propone enfoques que permitan una cooperación multidisciplinar y trans-sectorial entre agentes de los ámbitos del transporte, la ordenación territorial y el paisaje.
- 5. Soluciones.** Ofrece soluciones mediante acciones que deben aplicarse para reducir el impacto en la fauna, los hábitats y los ecosistemas (especialmente los efectos asociados a la fragmentación del hábitat, como las colisiones animal-vehículo y el efecto barrera) y para preservar y restaurar la conectividad ecológica y los ecosistemas.
- 6. Evaluación y monitorización.** Incluye una descripción de actividades necesarias para determinar si las medidas de atenuación han sido eficaces, entender las razones de los fallos y aciertos y garantizar que este conocimiento crucial se comunique para mejorar los futuros diseños.
- 7. Mantenimiento.** Describe cómo diseñar y aplicar planes de mantenimiento adaptados que garanticen el rendimiento de las medidas de atenuación a largo plazo y permitan lograr una gestión adecuada de los hábitats asociados a las infraestructuras de transporte.

ATENUACIÓN DEL IMPACTO Y SINERGIAS QUE BENEFICIEN A LA BIODIVERSIDAD Y A LAS INFRAESTRUCTURAS

La parte más extensa del manual es la sección de «Soluciones», que anima a los agentes del transporte a que desarrollen buenas prácticas y lleven a cabo acciones eficaces y transformadoras. Incluye información sobre medidas de atenuación que permiten reducir los conflictos existentes e invita a los profesionales a ir más allá del «aquí no pasa nada» y emprender acciones que no solamente reduzcan el impacto sobre la vida salvaje, sino que además ayuden a restaurar la naturaleza. También incluye recomendaciones para replicar prácticas que han resultado ser eficaces con el fin de alcanzar los siguientes objetivos:

- Reducir el riesgo de mortalidad de la fauna y las colisiones animal-vehículo, cuyas cifras han aumentado considerablemente en las últimas décadas, reducir los trastornos debidos al ruido, la luz o la contaminación y reconectar los corredores ecológicos.
- Aumentar el valor ecológico de los hábitats asociados a las infraestructuras y minimizar la propagación de especies invasivas.
- Aplicar soluciones basadas en la naturaleza y aprovechar las oportunidades que ofrece la mejora de las infraestructuras debida a la adaptación al cambio climático, las actualizaciones técnicas y la renovación de estructuras envejecidas.

REFERENCIAS

- [1] Rosell, C., Seiler, A., Chrétien, L., Guinard, E., Hlavac, V., Moulherat, S., Fernández, L.M., Georgiadis, L., Mot, R., Reck, H., Sangwine, T., Sjolund, A., Trocmé, M., Hahn, E., Bekker, H., Bíl, M., Böttcher, M., O'Malley, V., Autret, Y., van der Grift, E. (editors). (2023). Biodiversity and infrastructure. A Handbook for Action. IENE. <https://biodiversityandinfrastructure.org/>
- [2] Iuell, B.; Bekker, G.J.; Cuperus, R., Dufek, J.; Fry, G.; Hick, C.; Hlavac, H.; Keller, V.; Rosell, C.; Sangwine, T.; Torslov, N.; Wandall, B. (2003). Wildlife and Traffic. A European Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions. KNNV Publishers. <https://handbookwildlifetraffic.info/>
- [3] Forman, R.T., Sperling, D., Bissonette, J.A., Clevenger, A.P., Cutshall, C.D., Dale, V., Fahrig, L., France, R., Goldman, C.R., Heanue, K., Jones, J.A., Swanson, F.J., Turrentine, T., Winter, T.C. (2003). Road Ecology. Science and Solutions. Island Press, 481 pp.
- [4] Beckmann, J. P., Clevenger, A. P., Huijser, M. P., & Hilty, J. A. e. (2010). Safe Passages: Highways, Wildlife, and Habitat Connectivity (J. P. Beckmann, A. P. Clevenger, M. P. Huijser, & J. A. Hilty, Eds.). Island Press. <https://doi.org/10.1017/S0030605311000573>
- [5] van der Ree, R., Smith, D. J., & Grilo, C. eds. (2015). Handbook of Road Ecology. John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118568170>
- [6] Sijtsma, F. J., van der Veen, E., van Hinsberg, A., Pouwels, R., Bekker, R., van Dijk, R. E., Grutters, M., Klaassen, R., Krijn, M., Mouissie, M., & Wymenga, E. (2020). Ecological impact and cost-effectiveness of wildlife crossings in a highly fragmented landscape: a multi-method approach. *Landscape Ecology*, 35(7), 1701-1720. <https://doi.org/10.1007/s10980-020-01047-z>
- [7] Rytwinski, T., Soanes, K., Jaeger, J.A.G., Fahrig, L., Findlay, C.S., Houlahan, J., van der Ree, R., van der Grift, E. (2016) How Effective Is Road Mitigation at Reducing Road-Kill? A Meta-Analysis. *Plos One*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166941>
- [8] European Commission. (2013). Green Infrastructure (GI) — Enhancing Europe's Natural Capital. Communication from the Commission to the European Parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions. 12 pp.
- [9] United Nations (2020). The United Nations Decade on Ecosystem Restoration. Strategy. P51.



Ilustración 3 - Los pasos superiores e inferiores pueden adaptarse (A) para facilitar su uso por parte de la fauna y constituyen bandas de vegetación y barreras que reducen los trastornos acústicos y visuales del tráfico que circula bajo la estructura. El trabajo conjunto de ingenieros, ecólogos y paisajistas es crucial para garantizar la eficacia

© F. Nowicki [1]

Los viaductos también pueden constituir pasos para la fauna y la flora y contribuir a la restauración de la naturaleza (A). La formación sobre el terreno es esencial para difundir buenas prácticas

© Carme Rosell

Algunos ejemplos del contenido de este capítulo suelen incluirse en los manuales publicados sobre el tema, pero aquí han sido ampliados y actualizados según las buenas prácticas existentes. Este es el caso de las descripciones de los pasos de fauna (*ilustración 3*) y del vallado, que han resultado ser las medidas más eficaces para evitar la mortalidad en carretera y reducir el efecto barrera en grandes carreteras con un gran volumen de tráfico [7]. Se describen los tipos de paso y las técnicas de vallado para distintas especies, incluyendo instrucciones detalladas para su diseño, construcción y mantenimiento. Otras medidas innovadoras, como los pasos a nivel, pueden utilizarse en carreteras con menor volumen de tráfico, puesto que cuentan con sistemas de detección de animales que activan métodos disuasorios para los animales y advierten a los conductores.

Asimismo, otras secciones tratan temas emergentes generados por el calentamiento global, que tiene efectos importantes tanto en las infraestructuras como en la naturaleza. El control de las especies invasoras es objeto de una amplia sección, así como la gestión de los márgenes de carretera, sistemas de drenaje u otras áreas verdes y azules.

GLOSARIO: UN VOCABULARIO COMPARTIDO PARA QUE LOS PROFESIONALES PUEDAN TRABAJAR JUNTOS

Trabajar en la intersección de dos ámbitos implica dificultades adicionales para lograr una buena cooperación. En este caso, tanto ingenieros civiles como ecólogos deben trabajar juntos, así como otros agentes paisajísticos (como por ejemplo geógrafos o arquitectos urbanistas) que deseen desarrollar medidas de atenuación y llevar a cabo acciones que permitan transversalizar la biodiversidad y las infraestructuras de transporte.

El primer paso para lograr una necesaria descompartimentalización es utilizar un vocabulario común. Aunque parece obvio empezar de este modo, a menudo este paso se ignora, lo que genera grandes obstáculos para lograr una buena cooperación. Por ejemplo, el término «*corredor*» suele utilizarse por ecólogos e ingenieros civiles por igual, aunque los ecólogos también hablan de «*corredores ecológicos*». Los ingenieros civiles y urbanistas suelen utilizar los términos «*corredores de transporte*» o «*corredores de desarrollo*». Un segundo ejemplo es el término «*Infraestructura verde*» (en singular), definido por la Comisión Europea como «*una red de zonas naturales y seminaturales y de otros elementos ambientales, planificada de forma estratégica, diseñada y gestionada para la prestación de una extensa gama de servicios ecosistémicos y que también permite enriquecer la biodiversidad*» [8]. No obstante, el término «*infraestructuras verdes*» (en plural) es utilizado como paraguas para describir infraestructuras de transporte «*sostenibles*». Otro ejemplo podría ser la gran variedad de nombres existentes para denominar distintos tipos de pasos de fauna, entre los que se encuentran estructuras específicas para la fauna, pero también estructuras multiuso que han sido adaptadas para esta, lo que genera confusión y malentendidos.

Tanto la IENE como PIARC son conscientes del valor que tiene contar con un vocabulario armonizado, por lo que recientemente han firmado un memorando de entendimiento para desarrollar un glosario común y llevar a cabo otras tareas cooperativas. Este glosario se considera uno de los hitos del manual online y podrá ampliarse y fusionarse con el de otras organizaciones, como la Unión Internacional de ferrocarriles (UIC).

UNA INVITACIÓN PARA LLEVAR A CABO UNA ACCIÓN COOPERATIVA

En 2019, las Naciones Unidas llamaron a todos los sectores de la sociedad a movilizarse por un decenio de acciones que permitiera alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible, incluyendo la «*Acción climática*», la «*Vida de ecosistemas terrestres*» y la «*Vida submarina*». También publicó la estrategia de un «*Decenio para la Restauración de los Ecosistemas*» [8]. El Pacto Verde europeo, cuyo objetivo es transformar la UE para que sea el «*primer continente climáticamente neutro del mundo*», también está comprometido con la protección y la restauración de la naturaleza. La cooperación entre los sectores del transporte y de la ecología juega un papel vital a la hora de lograr beneficios para la biodiversidad y las personas, además de contribuir al logro de unas infraestructuras seguras, resilientes y sostenibles.

El sitio web del manual facilitará dicha cooperación. Asimismo, los usuarios pueden contribuir activamente a la actualización del manual cuando haya nueva información disponible basada en la evidencia y nuevo conocimiento innovador. Por último, no podemos olvidar que el manual puede utilizarse para desarrollar seminarios formativos conjuntos y actividades de difusión en ambos sectores, lo que acelerará la difusión, la transmisión y la aplicación de buenas prácticas. Todo cuenta a la hora de frenar la cada vez más veloz pérdida de biodiversidad actual.#

RECONOCIMIENTOS

Quisiéramos expresar nuestro reconocimiento a los compañeros que han dirigido o coordinado la edición del manual, o que han realizado tareas previas a dicha edición: Eric Guinard, Vaclav Hlavac, Sylvain Moulherat, Diego Juffe Bignoli, Luc Chrétien, François Nowicki, Marguerite Trocmé y Antonio Righetti. Del mismo modo, quisiéramos mostrar nuestro reconocimiento a los miembros de la Junta Directiva de la IENE y a sus anteriores presidentes Hans Bekker, Anders Sjölund y Yannick Autret, quienes fueron los verdaderos promotores de la realización del manual y del sitio web, como también lo fueron Elke Hahn, Lazaros Georgiadis, Marita Boettcher y Radu Mot. Nuestro especial agradecimiento a Charlotte Navarro, de la secretaría de la IENE, por su ayuda en la coordinación de reseñas. Gracias también a Vincent O'Malley y a otros colegas de la Conferencia de directores europeos de carreteras por haber colaborado en el contenido sobre mantenimiento y a Giovanni Magaró de PIARC por su cooperación en la actualización del glosario.