

2025

# Agenda Estratégica De Movilidad Sostenible



Financiado por  
la Unión Europea  
NextGenerationEU



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE CIENCIA, INNOVACIÓN  
Y UNIVERSIDADES



TR Plan de  
Recuperación,  
Transformación  
y Resiliencia

## 1. Introducción

# Índice

1. Introducción.....	3
2. Propósito, Visión y Misión .....	5
3. Análisis del contexto .....	7
4. Retos y Soluciones .....	11
4.1 Retos y Soluciones para la Movilidad urbana Inteligente.....	11
4.2. Retos y Soluciones para la Movilidad Interurbana Inteligente .....	22
4.3 Retos y Soluciones para el Transporte Público .....	33
5. Líneas estratégicas de investigación .....	44
6. Impacto esperado .....	49
7. Gobernanza y seguimiento .....	51
8. Colaboración y ecosistema .....	58
9. Conclusiones .....	60

## 1. Introducción

# 1. Introducción

La movilidad contemporánea atraviesa una etapa de transformación profunda impulsada por factores sociales, tecnológicos, ambientales y económicos que obligan a replantear por completo la forma en la que concebimos y gestionamos los desplazamientos. El crecimiento de las áreas urbanas, el incremento de la demanda de transporte, la presión climática, la necesidad de accesibilidad universal y la revolución digital han puesto de manifiesto que los modelos tradicionales ya no resultan suficientes para responder a las necesidades emergentes. La movilidad debe evolucionar hacia sistemas más inteligentes, conectados, sostenibles y centrados en las personas, capaces de equilibrar eficiencia operativa, innovación tecnológica y cohesión social.

En este contexto, la agenda de movilidad inteligente se presenta como un marco estratégico destinado a guiar la toma de decisiones y orientar políticas, inversiones y acciones coordinadas. Su finalidad es ofrecer una hoja de ruta que permita integrar nuevas tecnologías, renovar infraestructuras, fortalecer la gobernanza multinivel y adaptar los marcos regulatorios a un ecosistema dinámico. La agenda abarca tanto entornos urbanos —donde los retos se concentran en la congestión, calidad del aire, accesibilidad y complejidad modal— como entornos interurbanos, caracterizados por mayores distancias, desigualdades territoriales, necesidades logísticas y dependencia del vehículo privado.

La justificación de este marco se sustenta en la convergencia de tres grandes grupos de desafíos. En primer lugar, los retos sociales, ligados a la equidad, la asequibilidad, la seguridad vial, la inclusión de colectivos vulnerables y la vertebración territorial. En segundo lugar, los retos tecnológicos, vinculados a la interoperabilidad, la automatización, la gestión avanzada del dato, la electrificación masiva, los sistemas inteligentes de transporte y la necesaria ciberseguridad que garantice su funcionamiento. En tercer lugar, los retos económicos, que exigen modelos más eficientes de inversión, mecanismos de financiación adaptados a las ciudades pequeñas y medianas, y estrategias que reduzcan el coste total de propiedad de los sistemas de movilidad.

En consecuencia, la transición hacia un modelo de movilidad sostenible y resiliente no es únicamente una cuestión técnica, sino un proyecto estructural que requiere cooperación entre administraciones, empresas, centros de investigación y ciudadanía. Esta agenda pretende ofrecer un marco integrado que permita encauzar dicha transformación, fomentando la innovación, impulsando la adopción de nuevas

## 1. Introducción

soluciones y asegurando que la movilidad se convierta en un motor de competitividad económica, bienestar social y neutralidad climática.

- **Objetivos de la agenda:** Establecer las bases para una movilidad inteligente, sostenible, conectada, inclusiva y resiliente, tanto en contextos urbanos como interurbanos.
- **Ámbito de la movilidad:** Transporte urbano e interurbano, con enfoque especial en movilidad inteligente por carretera, electrificación, intermodalidad, digitalización, y automatización.
- **Justificación y contexto:** Enfrentamos retos sociales (inclusión, accesibilidad), tecnológicos (automatización, interoperabilidad) y económicos (financiación, eficiencia). Se necesita una transformación profunda del sistema de transporte para cumplir objetivos climáticos y sociales europeos.

## 2. Propósito, Visión y Misión

## 2. Propósito, Visión y Misión

### Propósito y Misión de la plataforma:

El propósito central de la plataforma es garantizar que las innovaciones tecnológicas no avanzan de forma aislada, sino que se integran en un entorno robusto que favorezca la interoperabilidad, la seguridad y la escalabilidad. Para ello, impulsa el uso de estándares comunes, fomenta la adopción de soluciones replicables entre diferentes ciudades, facilita el acceso a financiación europea y apoya la capacitación de administraciones y operadores en nuevas prácticas de gestión. Asimismo, la plataforma promueve la experimentación a través de proyectos piloto, living labs y entornos controlados donde se puedan evaluar los beneficios, riesgos y condiciones óptimas de despliegue de cada tecnología.

La misión de esta agenda es servir como catalizador para el desarrollo, validación y despliegue de soluciones innovadoras en movilidad inteligente desde una perspectiva inclusiva, colaborativa y basada en evidencia. La plataforma asociada actúa como un espacio de coordinación donde administraciones públicas, operadores, empresas tecnológicas, centros de investigación y ciudadanos pueden colaborar de forma estructurada para co-crear servicios, compartir datos, evaluar tecnologías emergentes y acelerar su implantación en condiciones reales.

En conjunto, la misión consiste en consolidar un ecosistema europeo de movilidad avanzada, capaz de responder con rapidez y coherencia a los desafíos actuales y futuros, garantizando que la innovación se traduzca en mejoras tangibles para la ciudadanía, la eficiencia del sistema y la resiliencia de los territorios.

### Visión a medio y largo plazo:

La visión planteada aspira a consolidar un sistema de movilidad donde el transporte público, la movilidad compartida y los modos activos se configuren como la elección preferida para la mayoría de los desplazamientos cotidianos. Este horizonte implica avanzar hacia un ecosistema plenamente intermodal, digitalizado y sostenible, en el que el ciudadano tenga acceso continuo a opciones de transporte eficientes, seguras y asequibles, independientemente de su ubicación o condición socioeconómica. La movilidad del futuro se concibe como un servicio inteligente —integrado, adaptable y proactivo— capaz de anticipar patrones de demanda, optimizar flujos en tiempo real y reducir la necesidad del vehículo privado en entornos urbanos e interurbanos.

## 2. Propósito, Visión y Misión

A largo plazo, esta visión contempla la consolidación de infraestructuras energéticas limpias, redes de transporte conectadas mediante tecnologías de comunicación avanzada, plataformas digitales interoperables y sistemas capaces de responder de forma automática a interrupciones, crisis climáticas o fallos operativos. También se proyecta un entorno donde las decisiones de planificación y operación estén apoyadas en datos de alta calidad, modelos predictivos y simulaciones que permitan anticipar impactos antes de la implementación. En conjunto, la visión apuesta por crear ciudades más habitables y territorios más cohesionados, donde la movilidad contribuya activamente a la reducción de emisiones, el bienestar ciudadano y la competitividad del tejido productivo.

## 3. Análisis del contexto

## 3. Análisis del contexto

La movilidad está viviendo una transformación profunda impulsada por la digitalización, la transición energética y nuevas formas de gestionar el transporte público y los desplazamientos urbanos e interurbanos. Este cambio afecta tanto a las tecnologías disponibles como a las políticas europeas, la capacidad de innovación de las ciudades, los recursos económicos y las desigualdades territoriales.

Para orientar una Agenda Estratégica de I+D+i en Movilidad resulta esencial entender este contexto: qué avances tecnológicos están consolidándose, qué tendencias marcan la estrategia europea, cuáles son las fortalezas y limitaciones del ecosistema actual, y qué oportunidades y amenazas condicionarán el desarrollo futuro.

El análisis que se presenta a continuación ofrece una visión estructurada de estos elementos. Su objetivo es identificar las bases sobre las que se debe construir la innovación en movilidad y transporte, así como los factores que pueden facilitar u obstaculizar su implementación a medio y largo plazo.

### 1. Estado del arte tecnológico:

El sector de la movilidad se encuentra en un momento de gran dinamismo tecnológico, con avances que ya están transformando la forma en que se planifica, opera y utiliza el transporte público. La inteligencia artificial se ha consolidado como una herramienta clave para anticipar la demanda, mejorar la puntualidad y reducir costes operativos. Los modelos de predicción permiten ajustar frecuencias casi en tiempo real, mientras que el mantenimiento predictivo evita interrupciones y prolonga la vida útil de flotas e infraestructuras.

Paralelamente, los Sistemas de Transporte Inteligente Cooperativos (C-ITS) están introduciendo una nueva capa de comunicación entre vehículos, semáforos e infraestructura viaria, facilitando una gestión del tráfico más segura y coordinada. Esta conectividad constituye también la base para los desarrollos en automatización y vehículos conectados y autónomos, que ya se están probando en entornos controlados, como campus, áreas empresariales o polígonos, y que, en el futuro, podrían complementar el transporte público convencional en trayectos de primera y última milla.

### 3. Análisis del contexto

Otro eje clave es la digitalización de los servicios a través de plataformas MaaS, que integran planificación, reserva y pago en un único entorno digital. Estas plataformas buscan simplificar la experiencia del usuario, favorecer la multimodalidad y reducir la dependencia del vehículo privado. Finalmente, la electrificación de flotas y la gestión energética avanzada están cambiando la estructura operativa del transporte, obligando a operadores y ciudades a coordinar cargas, consumos, horarios y capacidad de la red eléctrica. Todo ello se apoya en plataformas de datos urbanos y gemelos digitales, que permiten simular escenarios, evaluar políticas y optimizar la planificación desde una perspectiva sistémica.

*Fuente: MOVINN, PIARC, Horizon Europe, Plan ITS DGT, Polis Network.*

### 2. Tendencias europeas:

Las políticas europeas están marcando con claridad el rumbo de la movilidad hacia un modelo más sostenible, digital y resiliente. La digitalización de infraestructuras avanza a través de la sensorización, los sistemas de gestión inteligente y el uso de plataformas interoperables que permiten coordinar datos de transporte, energía y planificación urbana. Estas herramientas no solo mejoran la eficiencia, sino que permiten anticipar incidentes, adaptar la oferta y evaluar impactos en tiempo real.

En paralelo, la descarbonización se ha convertido en un eje estructural. La electrificación del transporte —especialmente en modos colectivos— se ve reforzada por el despliegue de infraestructuras de recarga, la incorporación de autobuses cero emisiones y el impulso de soluciones de micro movilidad eléctrica. La resiliencia climática también gana relevancia: Europa promueve que ciudades y regiones adapten sus redes de movilidad al aumento de fenómenos extremos, mediante infraestructuras más robustas y una gestión del riesgo basada en datos.

Estas transformaciones requieren modelos de gobernanza multinivel en los que administraciones locales, regionales y nacionales alineen sus estrategias, comparten datos y coordinen inversiones. De forma paralela, los programas europeos están impulsando modelos de financiación más flexibles, orientados a la innovación y la inclusión, que buscan reducir desigualdades y facilitar la adopción de soluciones avanzadas en todo tipo de territorios.

*Fuente: Urban Mobility Framework (EU), NetZeroCities, Ejes Estratégicos MITMA.*

### 3. Análisis del contexto

#### 3. Análisis estratégico del entorno y capacidades

##### Fortalezas:

→ **Capacidad técnica consolidada**

Amplio conocimiento de sistemas de transporte, movilidad sostenible, digitalización y soluciones ITS, que permite abordar proyectos complejos con solvencia.

→ **Experiencia en coordinación de múltiples actores**

Relación estable con operadores, autoridades, consorcios y proveedores, facilitando la interlocución y la alineación de criterios.

→ **Dominio de marcos regulatorios y tendencias sectoriales**

Conocimiento actualizado de normativas europeas y nacionales, transición energética, movilidad activa, datos abiertos, ticketing e interoperabilidad.

→ **Enfoque metodológico ordenado y basado en evidencia**

Capacidad de estructurar contenidos, analizar información dispersa y generar materiales técnicos comprensibles.

*Fuente: CIVITAS, MOVINN, ciudades piloto en MaaS y CCAM.*

##### Debilidades:

→ **Elevada carga de trabajo y limitación de recursos**

La simultaneidad de proyectos y entregables dificulta la dedicación profunda y puede ralentizar la producción de contenidos extensos.

→ **Dependencia de información heterogénea**

Los datos proceden de fuentes no siempre actualizadas o uniformes, lo que obliga a un esfuerzo adicional de síntesis y verificación.

→ **Complejidad de algunos ámbitos técnicos**

Temas como emisiones, ensayos WLTP/RDE, ticketing EMV o espacios de datos requieren equilibrar precisión técnica y claridad divulgativa.

→ **Falta de homogeneidad sectorial**

La diversidad entre comunidades autónomas, operadores y modelos de servicio complica la elaboración de análisis comparables y generalizables.

*Fuente: UITP, Polis Network, documentación MITMA sobre barreras locales.*



Financiado por  
la Unión Europea  
NextGenerationEU



### 3. Análisis del contexto

#### Oportunidades

→ **Fuerte impulso institucional hacia la movilidad sostenible y digital**

Las políticas públicas y los programas europeos destinan recursos a electrificación, datos, interoperabilidad, transformación digital y reducción de emisiones.

→ **Demanda creciente de conocimiento especializado**

Operadores, administraciones y universidades requieren materiales formativos y estratégicos, lo que genera un espacio relevante para aportar valor.

→ **Expansión de proyectos de ticketing y datos abiertos**

El despliegue de EMV, MaaS, análisis de datos y sistemas inteligentes abre oportunidades de colaboración, estandarización y mejora del servicio.

→ **Aceleración de la transición energética y normativa europea**

La presión regulatoria impulsa cambios tecnológicos y organizativos que requieren acompañamiento, asesoramiento y producción de contenidos técnicos.

Fuente: <https://research-and-innovation.ec.europa.eu>,

<https://www.urbanagendaplatform.org>

#### Amenazas

→ **Ritmo acelerado de cambio tecnológico**

Los avances en digitalización, inteligencia artificial, flotas cero emisiones o sistemas de pago pueden dejar obsoletos modelos o contenidos en poco tiempo.

→ **Fragmentación institucional y regulatoria**

Diferencias entre territorios y modelos de gobernanza dificultan la interoperabilidad, coordinación y estandarización de políticas.

→ **Incertidumbre presupuestaria y cambios políticos**

Prioridades variables y presupuestos ajustados pueden retrasar proyectos estratégicos o limitar su alcance.

→ **Competencia creciente en el sector de movilidad digital**

Aumenta el número de proveedores, plataformas y consultoras, lo que exige diferenciarse mediante rigor técnico y propuestas de valor sólido.

Fuente: Polis, UITP, análisis PIARC y DGT sobre brechas territoriales y digitales.

## 4. Retos y Soluciones

## 4. Retos y Soluciones

### 4.1 Retos y Soluciones para la Movilidad urbana Inteligente

La movilidad urbana se encuentra inmersa en un proceso de transformación acelerado marcado por la transición hacia modelos más sostenibles, el avance de la digitalización y la creciente complejidad de las dinámicas urbanas. Las ciudades deben responder simultáneamente a desafíos ambientales, sociales, tecnológicos y económicos que condicionan su capacidad para ofrecer sistemas de transporte eficientes, seguros y accesibles.

Estos retos no solo están relacionados con la reducción de emisiones y la mejora de la calidad del aire, sino también con la necesidad de garantizar equidad territorial, optimizar la gestión de la infraestructura disponible y aprovechar el potencial de los datos y las nuevas tecnologías. Al mismo tiempo, la ciudadanía demanda servicios de movilidad más rápidos, integrados y adaptados a sus necesidades, lo que obliga a replantear la planificación, la gobernanza y los modelos de prestación de servicios.

Este apartado ofrece una síntesis estructurada de los principales desafíos que afrontan las áreas urbanas en materia de movilidad. Los retos se han agrupado en catorce categorías que abarcan desde la sostenibilidad y la seguridad hasta la digitalización, la logística y la integración modal. Cada bloque analiza las causas, **barreras y oportunidades** asociadas, proporcionando una visión integral que puede servir de base para orientar estrategias, priorizar actuaciones y apoyar la toma de decisiones en contextos urbanos de diferentes tamaños y niveles de madurez.

Los retos detectados son los siguientes:

1. Integración de redes multimodales.
2. Despliegue estratégico de infraestructuras de recarga eléctrica
3. Interconexión entre energía y movilidad
4. Digitalización y modernización del transporte urbano
5. Movilidad del último kilómetro (shuttles, micromovilidad)
6. Gestión de datos e inteligencia artificial (IA) para planificación urbana
7. Inclusión de la resiliencia urbana en los sistemas de movilidad

## 4. Retos y Soluciones

8. Coordinación multinivel y gobernanza integrada
9. Inclusión y equidad en el acceso a la movilidad.
10. Acceso a financiación y asistencia técnica para ciudades
11. Falta de instrumentos específicos para movilidad urbana
12. Desconexión entre agendas locales y fondos europeos
13. Promoción de ecosistemas locales de innovación urbana.
14. Reconocimiento formal del papel de las ciudades.

### **Retos y sus soluciones identificadas:**

#### **1. Integración de redes multimodales.**

La integración multimodal sigue siendo uno de los desafíos centrales de la movilidad urbana europea, tal y como subraya el Eje 6 (Cadenas Logísticas Intermodales e Inteligentes) de la Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030 del Ministerio de Transporte y Movilidad Sostenible. La coexistencia de transporte público, micromovilidad, movilidad compartida y modos activos requiere sistemas interoperables, planificación coordinada y plataformas digitales que unifiquen el acceso. Los modelos MaaS se han convertido en una referencia, pero aún existen brechas en gobernanza, datos e incentivos para garantizar la transición desde el vehículo privado. La falta de integración tarifaria y la desigual disponibilidad modal generan desigualdades territoriales.

Además, la fragmentación operativa entre operadores dificulta ofrecer soluciones fluidas de puerta a puerta. La experiencia europea demuestra que la integración multimodal aumenta eficiencia, reduce emisiones y mejora competitividad urbana.

#### ***Solución: Plataformas MaaS integradas***

Las plataformas MaaS permiten unificar en una sola aplicación todo el ecosistema de movilidad: transporte público, micromovilidad, coche compartido y servicios bajo demanda. Su objetivo es ofrecer viajes puerta a puerta mediante integración tarifaria, planificación multimodal y pago único. Para funcionar, requieren acuerdos marco entre operadores, estándares de datos abiertos y modelos de gobernanza robustos que garanticen acceso equitativo al mercado.

Estas plataformas reducen el uso del vehículo privado, mejoran la experiencia del usuario y permiten a las ciudades optimizar la demanda mediante análisis en tiempo real. Son especialmente efectivas en áreas metropolitanas con múltiples operadores.

*Fuente: MITMA Eje 6; Polis Network; CIVITAS*



Financiado por  
la Unión Europea  
NextGenerationEU



## 4. Retos y Soluciones

### 2. Despliegue estratégico de infraestructuras de recarga eléctrica.

La electrificación urbana exige una red de recarga distribuida, accesible y alineada con los patrones reales de movilidad. El crecimiento del parque eléctrico requiere planificar puntos de recarga con criterios de densidad, demanda y equilibrio territorial. Las ciudades enfrentan el reto de coordinarse con operadores privados, empresas distribuidoras y administraciones superiores para desplegar la infraestructura sin saturar el espacio público. Además, la interoperabilidad tecnológica y la integración con sistemas de pago homogéneos siguen siendo limitantes.

Las experiencias europeas muestran que la recarga vinculada a nodos intermodales, aparcamientos disuasorios y zonas residenciales aumenta eficiencia y reduce costes. Es esencial también incorporar capacidades de carga rápida y ultrarrápida para flotas compartidas y transporte público.

**Solución:** *Estándares comunes e interoperabilidad*

Es esencial, por un lado, la ampliación en número y potencia de las estaciones de recarga y por otro, la mejora de la interoperabilidad entre las plataformas de uso mediante la adopción de estándares comunes en gestión de datos, sistemas de pago, ticketing, recarga eléctrica y comunicación vehículo-infraestructura es clave para escalar soluciones de movilidad. La interoperabilidad permite que diferentes operadores, plataformas y administraciones trabajen bajo reglas homogéneas, reduciendo costes de integración y facilitando la replicabilidad. Esto incluye formatos abiertos, protocolos de intercambio de datos y certificación de dispositivos. Con ello, se evita la fragmentación tecnológica y se promueve un mercado más competitivo, donde los servicios pueden funcionar sin barreras territoriales o tecnológicas.

*Fuente: MITMA Eje 6; Plan Nacional Integrado de Energía y Clima*

### 3. Interconexión entre energía y movilidad (Vehicle-to-Grid, microrredes).

El avance de tecnologías como Vehicle-to-Grid (V2G) y las microrredes urbanas abre nuevas posibilidades para la gestión energética flexible y resiliente. Iniciativas impulsadas por Horizon Europe, NetZeroCities y MITMA Eje 3 muestran cómo los vehículos eléctricos pueden actuar como unidades de almacenamiento distribuido, estabilizando la red en momentos de alta demanda. Las microrredes, por su parte, permiten gestionar producción renovable local y garantizar continuidad en eventos climáticos extremos.

El reto radica en adaptar normativa, modelos de negocio y sistemas de control para integrar movilidad y energía de forma segura y escalable. La complejidad técnica exige colaboración entre ayuntamientos, operadores de red y sector privado. Finalmente, la gestión energética inteligente será clave para ciudades densas con alta electrificación del transporte.

## 4. Retos y Soluciones

### **Solución: Microrredes y V2G en zonas urbanas**

Las microrredes urbanas permiten gestionar energía renovable local, almacenamiento y flujos eléctricos de forma autónoma, incrementando resiliencia y reduciendo dependencia de la red general. Estos micro corredores, unidos a capacidades *Vehicle-to-Grid* (V2G), que todavía necesitan de un amplio desarrollo, han demostrado en proyectos concretos como “*Vehicle to Grid (V2G) Islas Baleares*” de Acciona Energía que los vehículos eléctricos actúan como baterías distribuidas que pueden inyectar energía en momentos de alta demanda o durante emergencias.

Esta integración, mejorará la estabilidad del sistema energético urbano y facilitará una electrificación sostenible de la movilidad. Será especialmente útil en nodos intermodales, aparcamientos públicos y zonas con alta densidad de recarga rápida.

*Fuente: MITMA Eje 3; Horizon Europe; NetZeroCities. Acciona energía*

### **4. Digitalización y modernización del transporte urbano.**

La digitalización del transporte urbano es un eje prioritario para la UITP, Polis y el Plan ITS de la DGT. Los sistemas digitales mejoran puntualidad, planificación, información al usuario y gestión de flotas, contribuyendo a un transporte público más competitivo. Sin embargo, muchas ciudades carecen de capacidades técnicas y presupuestos suficientes para implementar soluciones avanzadas como billeteras digitales, modelos predictivos o análisis en tiempo real.

La interoperabilidad entre plataformas sigue siendo un obstáculo, así como la necesidad de normalizar datos para garantizar su reutilización. La modernización implica también renovar equipos embarcados, sistemas de ticketing y centros de control. El potencial es enorme: mejor experiencia, análisis de patrones de movilidad y una operación más eficiente y sostenible.

### **Solución: ITS e IA aplicados al tráfico y planificación**

Los sistemas inteligentes de transporte permiten gestionar el tráfico en tiempo real mediante sensores, cámaras, dispositivos IoT y plataformas de análisis avanzadas. La inteligencia artificial optimiza rutas, prioriza transporte público en semáforos, ajusta frecuencias de autobuses y detecta incidencias de manera anticipada. Estas herramientas permiten una planificación dinámica que reduce congestión, mejora la eficiencia operativa y disminuye emisiones. Para consolidarse, requieren infraestructuras digitales robustas, interoperabilidad entre operadores y marcos éticos claros para el uso de datos urbanos.

*Fuente: UITP Position Paper; Plan ITS DGT; Polis Network*

## 4. Retos y Soluciones

### 5. Movilidad del último kilómetro (*shuttles*, micromovilidad).

La movilidad del último kilómetro permite conectar áreas periféricas o de baja densidad con redes principales de transporte. Los shuttles autónomos, la micromovilidad eléctrica y las soluciones compartidas facilitan trayectos cortos y reducen el uso del vehículo privado. No obstante, su despliegue enfrenta retos de infraestructura, seguridad, regulación y aceptación ciudadana. La coexistencia con peatones y bicicletas requiere rediseño urbano y planificación adaptativa. Además, la sostenibilidad económica de estos servicios depende de modelos híbridos de financiación. Cuando se integran de forma coherente, estas soluciones reducen emisiones y aumentan cobertura modal.

**Solución:** *Shuttles autónomos para last-mile y Servicios a demanda*

Los *shuttles* autónomos ofrecen una solución eficiente para la primera y última milla en campus universitarios, parques empresariales, zonas residenciales dispersas o barrios con baja densidad. Funcionan a baja velocidad y en entornos controlados, mejorando accesibilidad y conectividad con líneas principales de transporte público. Su despliegue reduce el uso del coche privado en trayectos cortos, disminuye costes operativos a largo plazo y complementa la red existente sin necesidad de grandes infraestructuras. Para escalar estos servicios se necesitan marcos regulatorios claros y sistemas de supervisión remota.

La integración de estos servicios puede inspirarse en realidades como el Busrapid del Ayuntamiento de Madrid, que ha demostrado cómo la combinación de carriles dedicados, prioridad semafórica y vehículos de alta frecuencia mejora de forma notable la fiabilidad del sistema.

Además, el despliegue del Busrapid ha evidenciado que medidas relativamente simples —como una gestión activa de la prioridad, la reducción de puntos de conflicto y la estandarización del recorrido— incrementan la fiabilidad sin grandes inversiones. Estas mismas condiciones favorecen especialmente la operación autónoma, ya que generan entornos más predecibles y homogéneos. Asimismo, la implantación de este sistema en Madrid sugiere que la transición hacia servicios automatizados puede ser más gradual y aceptada cuando se apoya en corredores previamente optimizados y familiares para la ciudadanía.

*Fuente: MOVINN; CIVITAS; Horizon Europe: Ayuntamiento de Madrid*

### 6. Gestión de datos e inteligencia artificial (IA) para planificación urbana.

El uso de *big data*, IA y modelos predictivos se ha convertido en una herramienta esencial para la planificación de la movilidad. La disponibilidad de datos procedentes de sensores urbanos, operadores, telefonía móvil y plataformas digitales permite analizar patrones y optimizar recursos. El reto principal es la gobernanza del dato: interoperabilidad, calidad, estandarización y seguridad. La IA puede mejorar frecuencias

## 4. Retos y Soluciones

de transporte, gestionar tráfico en tiempo real o anticipar congestión, pero requiere marcos éticos y regulatorios claros. La brecha de capacidades entre ciudades limita el aprovechamiento de estas tecnologías. Aun así, su potencial para transformar la movilidad es inmenso.

**Solución:** *Simulación, DSS (Tangramob) y Espacios de Datos*

Las plataformas de simulación y los sistemas de soporte a la decisión (DSS) permiten evaluar el impacto de nuevas tecnologías, cambios en la red o políticas de movilidad antes de implementarlas. Herramientas como Tangramob generan escenarios comparativos sobre demanda, emisiones, tiempos de viaje y uso modal, reduciendo incertidumbre y optimizando inversiones. Este enfoque minimiza riesgos, facilita la toma de decisiones basada en evidencia y mejora la planificación urbana. Es especialmente valioso para ciudades que inician procesos de transformación digital o que consideran introducir nuevos servicios.

Además, los Espacios de Datos ofrecen un marco estructurado para compartir información entre administraciones, operadores y empresas de forma segura, estandarizada y bajo control del titular del dato. Permiten integrar fuentes heterogéneas —tráfico, transporte público, logística o micromovilidad— en un entorno interoperable donde la IA puede trabajar con datos de alta calidad. Gracias a reglas claras de gobernanza y permisos de acceso ajustables, los Espacios de Datos facilitan nuevos servicios, mejoran la coordinación público-privada y permiten a las ciudades planificar sobre información más completa, evitando silos y aumentando la eficiencia de sus sistemas DSS y modelos de simulación.

*Fuente: Tangramob; Plan ITS DGT; ITS España*

## 7. Inclusión de la resiliencia urbana en los sistemas de movilidad.

La resiliencia urbana, promovida por la Plataforma *NetZeroCities* e incluida en el Eje 3 de la Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030 del MITMS, implica diseñar sistemas de movilidad capaces de resistir eventos climáticos extremos, crisis sanitarias o fallos tecnológicos. Esto incluye redundancia en la red de transporte, protección de infraestructuras críticas, diversificación modal y planes de contingencia. La movilidad eléctrica y digital introduce nuevas vulnerabilidades (ciberseguridad, dependencia energética) que deben abordarse mediante protocolos robustos. La planificación resiliente también considera accesibilidad y continuidad del servicio para colectivos vulnerables. Las ciudades que integran resiliencia en sus estrategias pueden recuperarse más rápido y minimizar impactos económicos y sociales.

**Solución:** *Sistemas de redundancia y protocolos adaptativos*

Implementación de infraestructuras redundantes, rutas alternativas y protocolos operativos que se activan automáticamente ante eventos climáticos, fallos eléctricos o incidencias críticas. Se trata de un enfoque modular que combina microgeneración,

## 4. Retos y Soluciones

prioridades semafóricas de emergencia, estrategias de redistribución de flotas y mecanismos de protección en nodos sensibles. Permite asegurar continuidad del servicio, especialmente en transporte público y movilidad activa, evitando colapsos y mejorando la capacidad de respuesta de la ciudad.

*Fuente: MITMA/MITMS Eje 3; NetZeroCities; Polis Network*

### 8. Coordinación multinivel y gobernanza integrada.

La movilidad urbana depende de decisiones locales, regionales, nacionales y europeas, lo que exige gobernanza coordinada y coherente. La EU Urban Agenda y el Polis Governance Group subrayan la necesidad de alinear competencias, instrumentos y prioridades. Actualmente, las ciudades enfrentan complejidades normativas, superposición de responsabilidades y falta de canales ágiles para coordinar políticas. La interoperabilidad de datos, estándares y financiación también depende de esta gobernanza integrada. Sin una estrategia multinivel clara, muchos proyectos pierden eficacia o no logran escalar. Reforzar la participación de ciudades en la toma de decisiones es fundamental.

**Solución:** *Digitalización desde la regulación*

Modernizar marcos regulatorios permite acompañar la innovación tecnológica sin generar cargas innecesarias. Esto implica actualizar licencias de movilidad, crear reglamentos para datos urbanos, definir requisitos de seguridad digital y habilitar procedimientos ágiles para pilotos y pruebas en ciudad. Una regulación adaptativa reduce burocracia, facilita la entrada de nuevos operadores y acelera la digitalización del transporte público y privado. También permite garantizar equidad, calidad del servicio y protección del usuario en entornos altamente conectados.

En este contexto, los Consorcios de Transporte y las Autoridades del Transporte (AT) en España constituyen un ejemplo consolidado de éxito en el fomento del transporte público como eje de una movilidad sostenible. Su experiencia demuestra que una gobernanza cooperativa permite avanzar de forma coherente en la unificación tecnológica, en la consolidación de una imagen y marca comunes, en el desarrollo de sistemas de información compartidos y en la definición de marcos homogéneos.

Integrar este enfoque en los modelos de gobernanza multinivel es esencial para construir sistemas de movilidad digitalizados, interoperables y verdaderamente centrados en el ciudadano.

*Fuente: EU Urban Agenda; Polis Governance Group*

### 9. Inclusión y equidad en el acceso a la movilidad.

La equidad es un principio central para la UITP y el MITMS. Diseñar sistemas de movilidad inclusivos implica garantizar servicios asequibles, accesibles y adaptados a las necesidades de toda la población, incluyendo personas con movilidad reducida, zonas

## 4. Retos y Soluciones

rurales urbanizadas y grupos vulnerables. Las desigualdades territoriales en acceso al transporte siguen siendo evidentes, especialmente en ciudades medianas. La digitalización puede ampliar brechas si no se acompaña de medidas compensatorias. Además, tarifas sociales, rediseño de infraestructuras y participación ciudadana son esenciales para construir un sistema equitativo. La movilidad inclusiva mejora cohesión social y calidad de vida.

### ***Solución: Micromovilidad inclusiva***

El diseño de flotas de micromovilidad accesibles —con vehículos adaptados, tarifas sociales y distribución equitativa en barrios periféricos— garantiza acceso universal a estos modos de transporte. Las ciudades pueden establecer obligaciones de servicio público, estaciones seguras y herramientas para monitorizar el despliegue. Además, los programas de alfabetización digital permiten que personas mayores o colectivos vulnerables utilicen estos servicios sin barreras. Una micromovilidad inclusiva contribuye a la cohesión social y a reducir brechas territoriales.

*Fuente: UITP; MITMA Eje 3; CIVITAS*

## **10. Acceso a financiación y asistencia técnica para ciudades.**

Las ciudades pequeñas y medianas tienen dificultades para acceder a fondos europeos. La complejidad administrativa, los requisitos técnicos y la falta de personal especializado limitan su capacidad para liderar proyectos avanzados de movilidad. Además, los plazos cortos y la competencia entre municipios generan desigualdades. Se necesitan mecanismos de asistencia técnica, acompañamiento y simplificación de procedimientos. Las ventanillas únicas, las misiones europeas (como Climate-Neutral Cities 2030) y las redes de aprendizaje entre ciudades pueden reducir barreras. Mejorar el acceso a financiación es clave para impulsar transformación real.

### ***Solución: Séctor público-privado: gestión y financiación***

La colaboración público-privada permite movilizar inversión, compartir riesgos y acelerar proyectos innovadores. Mecanismos como contratos de rendimiento, concesiones inteligentes, financiación combinada o blended finance facilitan el acceso a fondos europeos y reducen la carga administrativa para las ciudades. Esta cooperación también impulsa estructuras de gobernanza más sólidas que integran a operadores, startups y entidades financieras. Es esencial para municipios con recursos limitados o para proyectos de electrificación, digitalización y renovación de flotas.

*Fuente: UITP; Horizon Europe; EU Cohesion Policy*

## **11. Falta de instrumentos específicos para movilidad urbana.**

Las políticas europeas aún carecen de instrumentos normativos y financieros específicamente diseñados para la movilidad urbana sostenible. La mayoría de marcos actuales son genéricos o sectoriales (clima, transporte, energía), lo que deja vacíos

## 4. Retos y Soluciones

regulatorios en ámbitos como micromovilidad, logística urbana o datos de movilidad. Un enfoque más urbano permitiría priorizar inversiones en transporte público, infraestructura ciclista, digitalización y electrificación. La falta de instrumentos específicos dificulta la coordinación entre niveles de gobierno y retrasa proyectos innovadores. La incorporación de un marco urbano claro fortalecería la transición hacia ciudades más sostenibles.

**Solución:** *Creación de estructuras institucionales dedicadas*

Establecer unidades específicas a nivel europeo —ya sean direcciones generales, agencias o equipos transversales— dedicadas exclusivamente a la movilidad urbana permitiría alinear políticas, garantizar una financiación estable y fortalecer el papel de las ciudades en la toma de decisiones. Estas estructuras ofrecerían soporte técnico, promoverían marcos regulatorios adaptados a las dinámicas urbanas y coordinarían iniciativas estratégicas como las misiones de ciudades climáticamente neutras. Su creación aportaría coherencia entre los objetivos climáticos, la expansión del transporte público, la digitalización de la movilidad y la planificación urbana integrada.

En este contexto, resulta esencial reconsiderar también el marco normativo para otorgar plena seguridad jurídica a los Consorcios y Autoridades del Transporte en aquellas áreas metropolitanas donde los conceptos de transporte urbano y metropolitano se entrecruzan en los flujos reales de movilidad. Eliminar barreras legales y fronteras administrativas permitiría una gestión verdaderamente integrada, favoreciendo una planificación eficiente, una mejor coordinación institucional y la prestación de servicios más continuos, accesibles y coherentes para el conjunto de la ciudadanía metropolitana.

*Fuente: Polis Position Paper 2025; EU Urban Mobility Framework*

### 12. Desconexión entre agendas locales y fondos europeos.

Las ciudades a menudo diseñan estrategias que no encajan fácilmente en los criterios de financiación europeos. Esto genera proyectos rechazados o reformulados sin coherencia con las necesidades reales del territorio. Los fondos suelen priorizar tecnologías o líneas temáticas concretas, mientras que las ciudades necesitan soluciones integrales y adaptadas. La desconexión se intensifica por la falta de comunicación temprana entre instituciones. Al alinear prioridades locales y europeas, se podría mejorar impacto, eficiencia y capacidad de ejecución. Se requieren mecanismos de traducción estratégica y apoyo técnico en fases tempranas de los proyectos.

**Solución:** *Marcos locales de alineación programática*

Elaboración de hojas de ruta locales estandarizadas que traduzcan las prioridades municipales en objetivos, indicadores y líneas de acción compatibles con los criterios europeos. Estos marcos permiten que cada ciudad disponga de un documento vivo que conecta su estrategia de movilidad con programas europeos futuros, facilitando la

## 4. Retos y Soluciones

preparación anticipada de proyectos. Su función es reducir la brecha entre planificación local y requisitos comunitarios, mejorar la coherencia temática y agilizar la participación en convocatorias, especialmente para municipios con recursos limitados.

*Fuente: Polis Network; CIVITAS*

### 13. Promoción de ecosistemas locales de innovación urbana.

El desarrollo de ecosistemas locales de innovación, impulsado por CIVINET, Urban Living Labs y Horizon Europe, es clave para generar soluciones adaptadas a las necesidades urbanas reales. La colaboración entre ayuntamientos, universidades, centros tecnológicos y empresas acelera la experimentación de nuevos modelos de movilidad. Sin embargo, muchos municipios no cuentan con estructuras permanentes de innovación o espacios de prueba regulatoria (sandboxes). La falta de continuidad en la financiación limita la escalabilidad de los pilotos. Fomentar estos ecosistemas permite atraer talento, generar conocimiento aplicado y fortalecer capacidades locales. Las ciudades innovadoras son más competitivas y resilientes.

**Solución:** *Enfoque de ciudad-como-laboratorio (“City maker”)*

Este enfoque implica que la ciudadanía participe directamente en el diseño, prueba y evaluación de servicios urbanos mediante procesos de co-creación, pilotos abiertos y prototipado rápido. Permite que las soluciones respondan mejor a necesidades reales, incrementa la aceptación social y reduce riesgos de implementación. Además, fortalece la innovación local al integrar creatividad ciudadana, conocimiento técnico y visión municipal.

*Fuente: CIVINET; Urban Living Labs; Horizon Europe*

### 14. Reconocimiento formal del papel de las ciudades.

A pesar de que las ciudades son responsables de implementar la mayoría de las políticas de movilidad, su papel en la toma de decisiones europeas es todavía limitado, como destaca la European Urban Agenda y el Comité de las Regiones. Este déficit de representatividad genera políticas que no siempre responden a las necesidades urbanas reales. Reconocer formalmente a las ciudades permitiría una mayor coherencia entre normativa, financiación y ejecución. Además, fortalecería la gobernanza multinivel y mejoraría la eficiencia de las inversiones europeas. La participación directa de ciudades en el diseño de políticas garantizaría soluciones más efectivas y contextualizadas.

**Solución:** *Apoyo desde innovación europea (Horizon Europe)*

La financiación europea para innovación urbana, especialmente a través de Horizon Europe y las misiones de ciudades climáticamente neutras, proporciona recursos clave para desplegar soluciones avanzadas. Este apoyo (~€3.1 mil millones y misiones misión “net-zero city”) incluye investigación aplicada, pilotos demostradores, escalado

## 4. Retos y Soluciones

tecnológico y cooperación internacional. Su impacto se amplifica cuando las ciudades alinean estrategias locales con estas líneas de trabajo, aprovechando además asistencia técnica, redes de conocimiento y herramientas de evaluación.

*Fuente: Polis Network; European Urban Agenda; Committee of the Regions*

## 4. Retos y Soluciones

## 4.2. Retos y Soluciones para la Movilidad Interurbana Inteligente

### Índice de retos identificados:

1. Infraestructura de recarga en zonas interurbanas y periurbanas.
2. Adaptación de infraestructuras viarias para movilidad conectada y automatizada (C-ITS).
3. Gestión eficiente y adaptativa del tráfico en tiempo real (ITS).
4. Condiciones meteorológicas adversas y resiliencia vial.
5. Interacción automatizada entre vehículo e infraestructura (cooperación V2I).
6. Control automatizado de infracciones.
7. Seguridad de usuarios vulnerables en carreteras.
8. Despliegue de tecnologías C-ITS en entornos reales.
9. Ciberseguridad y protección de datos en infraestructuras viales.
10. Integración de CCAM en plataformas existentes.
11. Transferencia de conocimiento desde I+D a operaciones reales.
12. Coordinación público-privada en despliegue de sistemas inteligentes

### Retos y sus soluciones identificadas:

1. Infraestructura de recarga en zonas interurbanas y periurbanas.

La movilidad eléctrica fuera del ámbito urbano enfrenta el desafío de contar con una infraestructura de recarga suficiente, coordinada y eficiente. No se trata únicamente de instalar puntos de recarga, sino de hacerlo en los principales ejes de transporte y áreas metropolitanas de manera homogénea, interoperable y accesible. En los corredores interurbanos, la prioridad es garantizar la cobertura de la Red Transeuropea de Transporte (TEN-T), evitando que ningún trayecto quede desatendido.

En las áreas periurbanas, donde la demanda diaria de movilidad es elevada, la infraestructura debe responder tanto a los desplazamientos residenciales como a los

## 4. Retos y Soluciones

flujos logísticos. El reto se amplía con la necesidad de electrificar puertos y nodos logísticos, así como de incorporar estaciones de hidrógeno verde para el transporte pesado y de pasajeros.

### **Solución identificada:**

Para asegurar la continuidad de la movilidad eléctrica en entornos interurbanos y periurbanos, es imprescindible un despliegue de estaciones de recarga rápida con potencias de entre 150 y 350 kW, que permitan a los usuarios realizar desplazamientos de media y larga distancia sin tiempos de espera excesivos.

Las soluciones pasan por un despliegue homogéneo y territorialmente equilibrado, evitando duplicidades y garantizando cobertura; por la interoperabilidad y accesibilidad de la infraestructura, integrando a operadores privados y administraciones públicas; y por la priorización de corredores estratégicos, especialmente los tramos de la TEN-T.

Asimismo, es necesario adaptar la infraestructura a la demanda periurbana, atendiendo tanto a la movilidad residencial como a la logística diaria, y avanzar en la electrificación de puertos y nodos logísticos, junto con la instalación de estaciones de hidrógeno verde para transporte pesado y de pasajeros.

*Fuente: MITMA/MITMS – Ejes Estratégicos para la Movilidad Sostenible.*

## 2. Adaptación de infraestructuras viarias para movilidad conectada y automatizada (C-ITS).

Uno de los desafíos más importantes para avanzar hacia una movilidad inteligente es transformar las infraestructuras viarias tradicionales para que sean compatibles con los vehículos conectados y automatizados (CAVs). Estos vehículos dependen de sistemas digitales para la navegación, la percepción del entorno y la toma de decisiones, por lo que requieren entornos viarios adaptados que les proporcionen información precisa, actualizada y accesible. Este reto implica no solo el rediseño físico de las carreteras, sino también la incorporación de componentes tecnológicos que permitan la comunicación vehículo-infraestructura. La variabilidad de condiciones climáticas, entornos urbanos y rurales, y niveles de tráfico representa un reto añadido para la homogeneización y eficacia de estas infraestructuras.

### **Solución identificada:**

Aplicar soluciones basadas en investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), como la incorporación de tecnologías C-ITS (Sistemas de Transporte Inteligente Cooperativos), que permiten la comunicación en tiempo real entre vehículos y elementos de la infraestructura vial. También se prevé la actualización de señalización horizontal y vertical para que sea legible por sensores y cámaras de los vehículos automatizados.

## 4. Retos y Soluciones

Otro componente clave es la creación de entornos de prueba reales y controlados donde las tecnologías puedan validarse en diferentes condiciones. Todo esto se complementa con metodologías para evaluar el estado de preparación de las infraestructuras y adaptarlas progresivamente a los niveles crecientes de automatización vehicular.

### 3. Gestión eficiente y adaptativa del tráfico en tiempo real

El volumen creciente de vehículos y la necesidad de optimizar la fluidez del tráfico plantean un reto constante. El aumento constante del volumen de vehículos y la diversidad de situaciones en carretera —desde la congestión urbana hasta las emergencias o la vialidad invernal— exige sistemas capaces de recopilar y analizar datos en tiempo real mediante sensores, cámaras e inteligencia artificial. Este enfoque permite ajustar dinámicamente la gestión del tráfico, optimizando la circulación sin comprometer la seguridad. El reto reside en integrar tecnologías avanzadas que no solo regulen la movilidad, sino que también anticipen incidencias y ofrezcan respuestas inmediatas en escenarios críticos. Algo fundamental en operaciones de emergencia o condiciones meteorológicas adversas, la prioridad es garantizar la seguridad y la continuidad del servicio.

El objetivo es garantizar la máxima eficiencia sin comprometer la seguridad, especialmente en zonas urbanas y en operaciones de emergencia o vialidad invernal.

#### Solución identificada:

Una gestión integral que combine infraestructuras físicas con tecnologías digitales avanzadas, permitiendo una respuesta inmediata a las variaciones de la demanda y a situaciones puntuales.

Las medidas incluyen la gestión de carriles reversibles y carriles Bus-VAO, que facilitan una redistribución flexible de la capacidad viaria en función de los flujos de entrada y salida. Asimismo, la adaptación dinámica de los límites de velocidad contribuye a mejorar la seguridad y la eficiencia, ajustando la circulación a las condiciones reales de la vía y del entorno. El control de accesos en determinados tramos o áreas, aplicado de manera selectiva, permite regular la entrada de vehículos en función de la congestión, la calidad del aire o la prioridad del transporte público. Entre las medidas de priorización del transporte público, destacan medidas como la coordinación semafórica que prioriza el paso del transporte público, establecer carriles específicos y priorizar su paso en rotundas.

Todo ello se sustenta en una red de sensores, controladores remotos y algoritmos de optimización que procesan datos en tiempo real. Estos sistemas garantizan una gestión ágil y eficaz del flujo vehicular, reducen los tiempos de viaje y mejoran la sostenibilidad del transporte. La integración de estas soluciones en plataformas de movilidad inteligente asegura la coordinación entre administraciones y operadores, evitando

## 4. Retos y Soluciones

actuaciones aisladas y potenciando una movilidad más segura, eficiente y adaptada a las necesidades de los usuarios.

Cabe mencionar, la aplicación DGT 3.0 si bien no es una plataforma de gestión, es una plataforma de información en tiempo real, que favorece la “autogestión” de los usuarios de la carretera, siendo estos capaces de identificar y modificar las mejores rutas en tiempo real y recibir alertas de accidente, carriles cortados y tramos congestionados.

Fuente: [Plan ITS de la DGT](#).

### 4. Adaptación dinámica ante condiciones meteorológicas adversas

Con frecuencia se dan condiciones que suponen un alto riesgo para la seguridad vial, especialmente en tramos peligrosos o infraestructuras críticas. Por ello, surge la necesidad de adaptar la gestión del tráfico ante condiciones climatológicas extremas como niebla, viento, nieve o hielo.

Además de la complejidad técnica reside en la interoperabilidad de los sistemas ITS con los centros de control de tráfico y con las plataformas de predicción meteorológica, en el caso de infraestructuras críticas (puentes, túneles, pasos de montaña), la adaptación dinámica implica también la integración de sistemas redundantes de señalización y comunicación, garantizando que la información llegue de forma clara y coordinada a los usuarios. En operaciones de vialidad invernal, el reto se amplía a la optimización de recursos de mantenimiento (quitanieves, esparcidores de sal) mediante planificación inteligente, reduciendo costes y tiempos de respuesta.

#### Solución identificada:

Planes como el Plan ITS de la Dirección General de Tráfico contempla soluciones específicas para escenarios de niebla, viento, nieve o hielo, donde la seguridad vial se ve comprometida por la pérdida de visibilidad, la reducción de adherencia o la inestabilidad de los vehículos.

Esta solución se basa en el despliegue de sistemas de desvío automático y guiado inteligente que, conectados con estaciones meteorológicas, permitan redirigir el tráfico de forma autónoma. Esto se apoya en sensores, paneles de mensaje variable, cámaras, y comunicación con el Centro de Gestión de Tráfico.

Este sistema inteligente facilita la toma de decisiones en tiempo real y mejora la seguridad vial reduciendo el riesgo de siniestros.

Al igual que en el reto anterior, queremos mencionar que la aplicación DGT 3.0 también es un sistema de alerta temprana de incidencias climatológicas.

Fuente: [Plan ITS de la DGT](#)

## 4. Retos y Soluciones

### 5. Interacción automatizada entre vehículo e infraestructura (cooperación V2I).

La cooperación digital entre vehículos y carreteras aporta beneficios directos en dos dimensiones estratégicas: seguridad y eficiencia. En materia de seguridad, los vehículos reciben avisos preventivos de accidentes, obstáculos, condiciones meteorológicas adversas o presencia de vehículos de emergencia, mientras que la gestión semafórica cooperativa disminuye conflictos en intersecciones y protege a usuarios vulnerables como peatones y ciclistas. En cuanto a la eficiencia, la infraestructura puede regular dinámicamente la velocidad y los flujos de tráfico, evitando la formación de atascos y redistribuyendo la carga de tráfico mediante rutas alternativas en tiempo real. En este momento es donde la carretera deja de ser pasiva y se convierte en un actor inteligente dentro del sistema de transporte.

Como parte de reto debemos destacar la importancia de que todos los actores, operadores, fabricantes y autoridades deben preparar marcos normativos y técnicos que garanticen interoperabilidad, seguridad y confianza en el uso de estas tecnologías.

#### Solución identificada:

La interacción automatizada entre vehículo e infraestructura requiere un despliegue coordinado de tecnologías y marcos regulatorios que conviertan a la carretera en un actor inteligente dentro del sistema de transporte.

Las soluciones pasan, primero, por el despliegue de la red 5G, y después, por la instalación de sensores avanzados en la infraestructura viaria, sistemas de comunicación de baja latencia (5G, C-V2X), y plataformas de gestión cooperativa capaces de procesar datos en tiempo real. También es necesario integrar la gestión semafórica cooperativa y los sistemas de redistribución de tráfico.

Resulta imprescindible ofrecer garantías sobre la interoperabilidad, seguridad y confianza en el uso de estas tecnologías. La estandarización de protocolos de comunicación, la certificación de sistemas y la coordinación público-privada son condiciones esenciales para que la cooperación V2I se convierta en una realidad efectiva y escalable.

*Fuentes: 1. [Plan ITS de la DGT](#), 2. [PIARC – Vehículos conectados](#) 3. [PIARC – Comité Técnico 2.5 Movilidad conectada y automatizada](#)*

### 6. Control automatizado de infracciones.

El control automatizado de infracciones va a permitir cambiar de sistemas de vigilancia reactivos a un modelo preventivo y automatizado, mediante la incorporación de tecnologías como cámaras, radares y sensores inteligentes. Lo que permite reforzar la seguridad vial mediante un seguimiento constante y objetivo del cumplimiento de las normas.

## 4. Retos y Soluciones

La automatización del proceso sancionador incrementa la eficacia administrativa y reduce la intervención manual, pero, por otro lado, exige garantizar la protección de datos personales, la interoperabilidad de los sistemas y la aceptación social de un modelo de control más intensivo.

No hay que olvidar la función disuasoria que evita conductas peligrosas, reduce la siniestralidad y genera datos estratégicos que permitan diseñar infraestructuras más seguras y políticas de movilidad más eficientes

### **Solución identificada:**

El Plan ITS de la DGT propone un conjunto de tecnologías como radares de tramo y fijos, sistemas de foto-rojo, vídeo-stop, y avisadores que identifican matrículas en caso de infracción. Estos sistemas permiten aplicar medidas preventivas y sancionadoras con mayor eficacia, contribuyendo a un entorno más seguro.

- Fuentes:*
1. [Vehículos conectados – PIARC RNO/ITS](#)
  2. [PIARC Comité Técnico 2.5 – Infraestructura de carreteras para movilidad conectada y automatizada](#)
  3. [Plan ITS de la DGT](#)

## 7. Seguridad de usuarios vulnerables en carreteras

Es imprescindible proteger a ciclistas, peatones y motoristas mediante detección avanzada, señalización adaptativa y sistemas de alerta. Lo que representa un reto de gran complejidad, ya que la integración de la seguridad de los usuarios vulnerables exige que los sistemas de transporte inteligente evolucionen hacia un modelo cooperativo capaz de detectar y comunicar en tiempo real la presencia de estos colectivos en carreteras convencionales y tramos interurbanos.

El reto no se limita a la tecnología: requiere también un marco institucional y normativo sólido que garantice la interoperabilidad de los sistemas, la protección de datos y la coordinación entre administraciones y operadores de carreteras. Además, implica diseñar carreteras interurbanas que incorporen soluciones inclusivas, como arcenes seguros, señalización reforzada y sistemas de prioridad dinámica en puntos de conflicto. En definitiva, la protección de los usuarios vulnerables en entornos interurbanos supone transformar la carretera en un entorno inteligente y cooperativo, donde infraestructura y vehículos actúan de manera sincronizada para anticipar riesgos y garantizar una movilidad segura, sostenible y equitativa más allá de los límites urbanos.

### **Solución identificada:**

Se recomienda la utilización e integración de sensores de detección de usuarios en arcenes, cruces inteligentes con semáforos adaptativos y pulsadores conectados a

## 4. Retos y Soluciones

señalización luminosa. Estos sistemas permiten alertar a conductores de forma inmediata sobre la presencia de personas, mejorando así la seguridad y visibilidad de los usuarios más expuestos.

Desde el punto de vista normativo, por primera vez en el RD 465/2025 se define lo que es un usuario vulnerable, incluyendo a peatones, ciclistas, motoristas y PMRs y se establecen medidas específicas como la señalización de las áreas de riesgo, la prioridad dinámica en puntos de conflicto, revisión del diseño de intersecciones y arcenes y la integración de tecnologías de detección y alerta. Por otro lado, se prevé que la obligatoriedad del uso de las V-16, reduzca los atropellos y los tiempos de acuda de los servicios de emergencia.

*Fuentes: 1. [Plan ITS de la DGT](#), 2. [PIARC – Vehículos conectados](#) 3. [PIARC – Comité Técnico 2.5 Movilidad conectada y automatizada](#)*

## 8. Despliegue de tecnologías C-ITS en entornos reales.

Implica garantizar la interoperabilidad técnica entre países y fabricantes, asegurar la ciberseguridad y protección de datos, y lograr la aceptación social de sistemas que automatizan decisiones críticas en la movilidad. Además, la integración de C-ITS en entornos reales exige coordinar administraciones, operadores de infraestructuras y fabricantes de vehículos bajo un marco común.

En definitiva, el desafío no es solo tecnológico, sino también institucional y normativo: construir un ecosistema cooperativo donde vehículos e infraestructuras interactúen de forma fiable y segura, reduciendo la siniestralidad y la congestión, y avanzando hacia una movilidad conectada y automatizada en toda Europa.

### Solución identificada:

Aparte de la necesidad de un despliegue de la red 5G a lo largo de la infraestructura, señalada anteriormente, es fundamental que se dé un consenso normativo y entre administraciones que permita pasar de pilotos controlados a un despliegue masivo de los C-ITS. Proyectos como *C-Roads*, *C-MOBILE* y *SCALE*, han permitido validar aplicaciones cooperativas en condiciones reales de tráfico, garantizando interoperabilidad y preparando el terreno para la movilidad conectada y automatizada.

Para ello se cuenta con el apoyo normativo de la Directiva (UE) 2023/2661, que refuerza la implantación de ITS en carretera, interfaces multimodales, y la provisión de datos e interoperabilidad entre Estados y fabricante. Además, la Comisión por su parte, prioriza la movilidad conectada y automatizada (CAM), integrando *5G/edge*, seguridad y aceptación social en el marco digital europeo.

*Fuentes: 1. [c-roads](#), 2. [c-mobile-project](#). 3. [scale-project](#)*

## 4. Retos y Soluciones

### 9. Ciberseguridad y protección de datos en infraestructuras viales.

El reto de la ciberseguridad y la protección de datos en infraestructuras viales inteligentes se ha convertido en un eje crítico de la movilidad conectada. La digitalización de carreteras, el despliegue de sistemas cooperativos C-ITS y la integración de sensores, cámaras y unidades de comunicación hacen que las infraestructuras viarias generen y procesen grandes volúmenes de datos sensibles en tiempo real. Estos datos incluyen información sobre la circulación, la localización de vehículos, las condiciones de la vía y, en algunos casos, elementos vinculados a la identidad de los usuarios.

La exposición de estos sistemas a amenazas crecientes —desde ataques de denegación de servicio hasta intentos de manipulación de señales o accesos no autorizados— obliga a diseñar protocolos robustos de seguridad que garanticen la integridad, la confidencialidad y la disponibilidad de la información.

El desafío no es únicamente técnico, sino también institucional. La protección de datos en infraestructuras viales exige marcos normativos claros y coordinados, que aseguren la interoperabilidad entre distintos operadores y fabricantes, y que al mismo tiempo cumplan con las exigencias de la normativa europea en materia de privacidad y protección de datos. La resiliencia de las infraestructuras inteligentes depende de la capacidad de anticipar amenazas, establecer sistemas de detección temprana y respuesta rápida, y garantizar que la confianza de los ciudadanos en estas tecnologías se mantenga intacta.

#### Solución identificada:

Optar por una arquitectura de ciberseguridad avanzada que incluya autenticación fuerte de los dispositivos, encriptación punto a punto, y tecnologías como la Infraestructura de Clave Pública (PKI). Además, se implementarán protocolos de validación mutua entre nodos, análisis de vulnerabilidades y medidas de resiliencia frente a ciberataques. Las pruebas piloto incorporarán auditorías de seguridad en distintas fases del proyecto, evaluando también la protección de datos personales según el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD).

Para impulsar estas soluciones, la Directiva NIS2 que establece un marco común para un nivel elevado de ciberseguridad en la UE, con obligaciones de gestión de riesgos, notificación y cooperación para entidades esenciales e importantes (incluye transporte y operadores de infraestructura)

Para tener toda la normativa actualizada, el BOE actualiza y publica Código de Derecho de la Ciberseguridad, un compendio sistematizado de normas ya vigentes.

Fuentes [Plan ITS de la DGT](#)

## 4. Retos y Soluciones

### 10. Integración de CCAM en plataformas existentes.

Los sistemas actuales de gestión viaria han sido diseñados para monitorizar y regular el tráfico convencional, mientras que los servicios CCAM introducen nuevas dinámicas basadas en la comunicación cooperativa, la automatización de decisiones y la interacción en tiempo real entre vehículos e infraestructuras. La coexistencia de ambos entornos sin una adecuada integración puede generar duplicidades, incompatibilidades técnicas y pérdida de eficiencia en la gestión global de la movilidad.

El desafío radica en construir un ecosistema interoperable, donde las plataformas tradicionales de control de tráfico se conecten de forma fluida con los servicios automatizados, compartiendo datos y protocolos comunes. Esto requiere adaptar arquitecturas tecnológicas, establecer estándares de comunicación y garantizar que las decisiones automatizadas de los vehículos se alineen con las regulaciones y prioridades definidas por los operadores de tráfico.

Además, la integración debe contemplar aspectos de ciberseguridad, protección de datos y gobernanza institucional, asegurando que la transición hacia la movilidad automatizada se realice de manera segura, transparente y confiable. En definitiva, el éxito de la movilidad conectada dependerá de la capacidad de las administraciones y operadores para unificar plataformas y servicios en un entorno cooperativo, evitando fragmentaciones y garantizando la interoperabilidad a escala nacional y europea.

#### **Solución identificada:**

La implantación de tecnologías C-ITS, mediante las cuales los vehículos pueden recibir en tiempo real información sobre el estado de la vía, límites de velocidad, incidencias o condiciones meteorológicas. Esta comunicación cooperativa permite decisiones más informadas por parte del conductor o el sistema automatizado del vehículo, y se apoya en sensores, balizas, infraestructura digital y plataformas de datos en la nube gestionadas por la DGT.

Fuente [Plan ITS de la DGT](#)

### 11. Transferencia de conocimiento desde I+D a operaciones reales

El reto de la transferencia de conocimiento desde la investigación y el desarrollo hacia las operaciones reales en carretera se centra en superar la brecha que existe entre la experimentación controlada y la aplicación práctica en entornos complejos y dinámicos. La innovación tecnológica en movilidad, seguridad vial y gestión de infraestructuras suele avanzar más rápido que la capacidad normativa y operativa de absorberla, lo que genera un desfase que limita su impacto. Para afrontarlo, estos pilotos no solo deben contar con financiación suficiente, sino también con metodologías de evaluación estandarizadas que aseguren la comparabilidad de resultados y su escalabilidad a distintos contextos territoriales.



## 4. Retos y Soluciones

A ello se suma la necesidad de una cooperación estructurada entre actores públicos y privados, que garantice que la experiencia técnica de la industria se alinee con las prioridades de las administraciones y las expectativas de los usuarios.

### **Solución identificada:**

Establecer un canal de transferencia como ciclo continuo de retroalimentación en el que los aprendizajes de cada proyecto se integren en la normativa, en la planificación estratégica y en la operación diaria de las carreteras. También es necesario establecer un marco regulatorio ágil que permita incorporar nuevas soluciones sin largos períodos de espera, acompañado de programas piloto que validen en condiciones reales la eficacia de los sistemas desarrollados en laboratorio.

Los marcos europeos de innovación, como *Horizon Europe*, junto con las recomendaciones de organismos internacionales como PIARC, insisten en que este reto implica construir una cultura de colaboración y confianza, donde la investigación se traduzca en soluciones tangibles que refuercen la seguridad vial, la sostenibilidad y la eficiencia del transporte.

*Fuentes:* 1. *Horizon Europe (programa de financiación de la UE para investigación e innovación):* [European Commission – Horizon Europe](#) 2. PIARC (World Road Association – Asociación Mundial de la Carretera): [PIARC sitio oficial](#)

## **12. Coordinación público-privada en despliegue de sistemas inteligentes.**

El reto de la coordinación público-privada en el despliegue de sistemas inteligentes se centra en articular un marco de colaboración estable y estructurado que permita transformar la movilidad conectada en una realidad operativa.

La complejidad de estos sistemas, que integran infraestructuras, vehículos, plataformas digitales y servicios de gestión, exige que las administraciones públicas, la industria, los operadores y los centros tecnológicos trabajen de manera conjunta y alineada. Sin esta cooperación, los avances tecnológicos corren el riesgo de fragmentarse, generando soluciones aisladas que no alcanzan la escala necesaria para impactar en la movilidad urbana y metropolitana.

La coordinación debe traducirse en mecanismos de gobernanza compartida, protocolos de interoperabilidad y estrategias de financiación que aseguren la sostenibilidad de los proyectos en el tiempo.

### **Solución identificada:**

Superar barreras culturales y organizativas entre actores con intereses distintos, fomentando la confianza y la transparencia en la toma de decisiones. La colaboración

## 4. Retos y Soluciones

no solo debe enfocarse en la fase de despliegue, sino también en la planificación estratégica y en la evaluación de resultados, garantizando que las soluciones inteligentes respondan a las necesidades reales de los ciudadanos y contribuyan a objetivos comunes como la seguridad vial, la eficiencia energética y la reducción de emisiones.

Los marcos europeos de referencia, como la EU Urban Agenda, junto con las redes de cooperación como POLIS Network, insisten en que esta coordinación es la clave para que la movilidad conectada evolucione de proyectos piloto a sistemas integrados y escalables, capaces de transformar la gestión del transporte en las ciudades y regiones.

*Fuentes: [EU Urban Agenda](#) ; [POLIS Network](#)*



Financiado por  
la Unión Europea  
NextGenerationEU



## 4. Retos y Soluciones

## 4.3 Retos y Soluciones para el Transporte Público

### Índice de retos identificados:

- 1. Financiación operativa (no solo de infraestructuras).**
- 2. Digitalización de operaciones y experiencia del usuario.**
- 3. Simplificación del acceso a fondos europeos por parte de operadores.**
- 4. Electrificación y uso de energías renovables en flotas.**
- 5. Inclusión y accesibilidad para todos los usuarios (diseño universal).**
- 6. Intermodalidad con otros modos de transporte.**
- 7. Mantenimiento predictivo e infraestructuras inteligentes.**
- 8. Talento especializado y formación continua del personal del sector.**
- 9. Escalabilidad de pilotos en transporte colectivo.**
- 10. Desigualdad normativa y barreras burocráticas para operadores.**
- 11. Protección de datos y ciberseguridad en sistemas de ticketing, apps y plataformas MaaS.**
- 12. Adaptación de regulaciones a innovaciones tecnológicas (billetaje sin contacto, vehículos autónomos, etc.).**

### Retos y sus soluciones identificadas:

#### **1. Financiación operativa (no solo de infraestructuras)**

En España, la mayor parte de la financiación en movilidad se orienta a infraestructuras físicas, mientras que la operación del transporte público personal, energía, mantenimiento, digitalización y accesibilidad, recibe recursos limitados y poco estables. Esto afecta especialmente a operadores interurbanos y municipales, que dependen de ingresos tarifarios insuficientes y de subvenciones anuales impredecibles.

La pandemia puso de manifiesto que el transporte público constituye un servicio esencial, cuya sostenibilidad financiera debe estar garantizada para asegurar la continuidad y calidad del servicio. El aumento del coste energético, la renovación tecnológica y la necesidad de mejorar frecuencias y cobertura hacen que los costes operativos sean cada vez mayores. Sin financiación recurrente, resulta difícil

## 4. Retos y Soluciones

mantener estándares de calidad, avanzar en la digitalización o afrontar la transición hacia flotas eléctricas. La UITP reclama que el MFF 2028–2034 y los planes estatales prioricen también el sostenimiento del servicio, no solo nuevas infraestructuras. En este contexto, la Ley de Movilidad Sostenible recientemente aprobada introduce un fondo de financiación que, aunque supone un avance, plantea todavía incertidumbres sobre su alcance y aplicación práctica.

### Solución identificada

El transporte público necesita un fondo estable de operación que garantice recursos para personal, energía y digitalización, más allá de las infraestructuras. Una vía innovadora sería vincular parte de los impuestos verdes directamente al servicio, asegurando ingresos recurrentes y previsibles. Los contratos-programa plurianuales permitirían a los operadores planificar mejoras con seguridad financiera, mientras que ingresos complementarios como publicidad o concesiones en estaciones reforzarían la sostenibilidad. La clave es pasar de una financiación fragmentada a un modelo estructural que dé estabilidad y confianza a largo plazo.

Fuente: UITP – MFF 2028–2034.

## 2. Digitalización de operaciones y experiencia del usuario.

La digitalización del transporte público en España avanza de forma desigual entre territorios y operadores. Mientras las grandes áreas metropolitanas cuentan con sistemas avanzados de ticketing EMV, ticketing digital basado en QR, tiempo real y centros de control digitalizados, muchos operadores interurbanos, rurales o municipales siguen trabajando con tecnologías básicas o poco interoperables. Esta falta de homogeneidad provoca que los datos operativos sean incompletos o inconsistentes, dificultando la planificación eficiente del servicio.

Además, la ausencia de información en tiempo real en muchas líneas reduce la confianza del usuario, que demanda fiabilidad, accesibilidad y herramientas digitales sencillas. La carencia de recursos técnicos y económicos en una parte del sector limita la modernización del sector, dificultando la implantación de MaaS, analítica avanzada o mantenimiento inteligente. Todo ello impacta en la calidad del servicio y la competitividad del transporte público frente al vehículo privado.

### Solución identificada

La digitalización debe apoyarse en una plataforma nacional interoperable basada en un modelo de datos básico común, que garantice que todos los operadores — independientemente de su tamaño— puedan compartir información operativa, facilitar sistemas de información al usuario homogéneos y permitir la incorporación de tarifas unificadas que convivan con tarifas propias según las necesidades de cada territorio. Los

## 4. Retos y Soluciones

Consorcios y Autoridades de Transporte pueden actuar como impulsores naturales de este modelo de datos común, al centralizar la información operativa, coordinar sistemas de información al usuario y promover estándares homogéneos entre operadores dentro de un mismo territorio.

Asimismo, esta plataforma podría incluir la unificación progresiva de sistemas de ticketing, facilitando una experiencia coherente entre territorios sin impedir que cada autoridad mantenga títulos propios.

Para los operadores con menor capacidad tecnológica, sería necesario ofrecer kits tecnológicos básicos subvencionados —GPS, soluciones de gestión ligera, librerías de integración y herramientas sencillas para datos en tiempo real— asegurando que todo el sistema disponga de información mínima fiable y actualizada.

Esta base digital común permitiría una implantación más ágil de MaaS, sistemas avanzados de análisis y mantenimiento inteligente, reduciendo costes y mejorando significativamente la experiencia y la confianza del usuario. La digitalización debe ser inclusiva, escalable y orientada a simplificar el viaje en todo el territorio.

Fuente: MITMA – Ejes Estratégicos; DGT – Plan ITS.

### 3. Simplificación del acceso a fondos europeos por parte de operadores.

Muchos operadores de transporte, especialmente los de menor escala, tienen serias dificultades para acceder a fondos europeos debido a la complejidad de las convocatorias y la cantidad de documentación que exigen. Estos actores no suelen disponer de equipos técnicos especializados en preparar memorias, presupuestos detallados y análisis de impacto, lo que hace que presentar una solicitud sea un proceso largo y costoso. Además, las plataformas de tramitación son diferentes entre programas estatales, autonómicos y europeos, lo que añade confusión y retrabajo.

La exigencia de cofinanciación es otro freno importante para aquellos con menor capacidad económica. Como consecuencia, muchos proyectos de digitalización, renovación de flota o mejora del servicio se quedan sin presentar. Esto provoca desigualdad territorial: solo las administraciones grandes pueden acceder a los fondos, mientras que el transporte rural o de ciudades pequeñas se queda atrás. Sin simplificación, el dinero disponible no se traduce en mejoras reales para los usuarios.

#### Solución identificada

La innovación debe centrarse en la creación de una ventanilla única digital gestionada por el propio gobierno regional, que actúe como interfaz unificada para fondos europeos, estatales y autonómicos. Esta ventanilla única simplificaría convocatorias, homogeneizaría criterios y reduciría significativamente los trámites administrativos que

## 4. Retos y Soluciones

hoy recaen sobre los operadores. En este esquema, los Consorcios y Autoridades de Transporte pueden asumir un papel esencial como entidades de coordinación técnica y administrativa, facilitando a los operadores el acceso a financiación y apoyando proyectos conjuntos.

Este sistema debería complementarse con oficinas regionales de asistencia técnica encargadas de preparar memorias, análisis de impacto y presupuestos para aquellos operadores con menos recursos técnicos, garantizando que todos puedan competir en igualdad de condiciones.

Asimismo, se propone habilitar líneas de financiación sin requisitos de cofinanciación para municipios y operadores con baja capacidad económica, evitando que los proyectos rurales queden excluidos.

El objetivo final es que los fondos europeos se traduzcan en mejoras reales y homogéneas en todo el territorio, promoviendo la igualdad y un acceso justo a la innovación, independientemente del tamaño del operador o de la localidad.

*Fuente: UITP; Polis Network*

## 4. Electrificación y uso de energías renovables en flotas.

La transición desde vehículos diésel a flotas eléctricas o de hidrógeno supone un desafío importante para muchos operadores. Requiere inversiones elevadas en la renovación de vehículos, adaptación de centros de operaciones, instalación de puntos de carga y actualización de la red eléctrica disponible.

A esto se suma la falta de planificación integrada entre energía, transporte y administraciones locales, lo que dificulta garantizar la potencia eléctrica necesaria. También existe incertidumbre sobre los costes operativos, la disponibilidad de energía renovable y la vida útil de las baterías. Todo ello genera riesgo financiero y ralentiza la descarbonización del transporte público.

### Solución identificada

La transición debe apoyarse en una planificación conjunta entre transporte, energía y administraciones locales, asegurando potencia eléctrica suficiente y una ejecución coordinada de las inversiones. Una solución innovadora es promover consorcios de compra conjunta de vehículos eléctricos y energía renovable, reduciendo costes y riesgos, especialmente para los operadores más pequeños. También, se pueden impulsar infraestructuras de carga compartidas, incluyendo de forma obligatoria puntos de recarga accesibles a todos los operadores en todas las estaciones e intercambiadores

## 4. Retos y Soluciones

públicos, garantizando un uso eficiente del espacio y evitando duplicidades. A esto se suman proyectos piloto con hidrógeno verde o baterías de segunda vida, que permiten diversificar tecnologías y acelerar el aprendizaje del sector.

El objetivo final es que la descarbonización sea viable para todos los operadores, evitando que la electrificación quede limitada únicamente a grandes áreas metropolitanas y promoviendo un despliegue equilibrado en todo el territorio.

*Fuente: MITMA – Ejes Estratégicos; Horizon Europe.*

## 5. Inclusión y accesibilidad para todos los usuarios (diseño universal).

Lograr un transporte verdaderamente accesible sigue siendo un desafío estructural. Aunque existen normas, su aplicación es desigual entre regiones y operadores, lo que provoca experiencias muy distintas para personas con movilidad reducida, discapacidad visual o auditiva, personas mayores o usuarios con barreras digitales.

Todavía hay vehículos sin rampas fiables, paradas sin información accesible o apps imposibles de usar para personas con dificultades tecnológicas. Además, la accesibilidad no se limita a la infraestructura: implica formación del personal, información clara, señalización coherente, tiempos de atención adecuados y un enfoque continuo de mejora.

La falta de coordinación entre ayuntamientos, operadores y proveedores tecnológicos hace que las soluciones lleguen de forma fragmentada, sin garantizar un recorrido completo accesible.

### Solución identificada

El reto se resuelve con estándares nacionales homogéneos que garanticen accesibilidad en vehículos, paradas y apps. La innovación está en desarrollar apps inclusivas universales, compatibles con lectores de pantalla y fáciles de usar, junto con formación continua del personal en atención inclusiva.

La coordinación interterritorial aseguraría recorridos completos accesibles, evitando experiencias fragmentadas. Para reforzar esta coherencia, se propone incorporar parámetros comunes de apoyo sensorial y motriz en todos los elementos de movilidad —desde tarjetas y aplicaciones hasta validadores, lectores y máquinas de venta—, asegurando una experiencia accesible y uniforme en todo el sistema. La accesibilidad debe entenderse como un proceso permanente de mejora, que integre infraestructura, tecnología y trato humano para lograr un transporte verdaderamente universal.

*Fuente: Polis Network; CIVITAS*

## 6. Intermodalidad con otros modos de transporte.



Financiado por  
la Unión Europea  
NextGenerationEU



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE CIENCIA, INNOVACIÓN  
Y UNIVERSIDADES



## 4. Retos y Soluciones

Conseguir que el transporte público se conecte sin fricciones con otros modos — bicicleta, tren, patinetes, coche compartido o servicios a demanda— sigue siendo uno de los grandes retos en España. La experiencia del usuario suele fragmentarse: distintos horarios, tarifas no integradas, apps separadas y estaciones mal conectadas que obligan a caminar largos tramos o esperar demasiado.

Además, cada operador gestiona sus propios datos y plataformas, dificultando planificar desplazamientos puerta a puerta. En áreas metropolitanas existe más avance, pero en ciudades medianas y zonas rurales la coordinación es mínima.

La falta de espacios seguros para aparcar bicis, integrar VMP o hacer trasbordos cómodos también limita el atractivo. En conjunto, el sistema funciona como “islas desconectadas” en lugar de una red única y fluida.

### Solución identificada

La intermodalidad requiere avanzar hacia un billete integrado para todos los modos, que permita combinar de forma sencilla bus, tren, bicicleta y VMP. Este billete integrado no tiene por qué ser único: puede coexistir con otros títulos propios de cada modo y gestionarse a través de múltiples soportes (digitales o físicos) según las necesidades del usuario y de cada territorio.

Los Consorcios y Autoridades de Transporte pueden desempeñar un papel clave en esta integración, ya que disponen de competencias para coordinar tarifas, sistemas de información y criterios comunes entre modos dentro de un mismo territorio. Su papel como entidades de gobernanza facilita la aplicación real de la intermodalidad.

La creación de una plataforma *MaaS* nacional facilitaría la planificación de viajes puerta a puerta mediante datos abiertos y compartidos. En este marco, los Servicios de Interoperabilidad —incluyendo el QR interoperable— permitirían que las distintas plataformas regionales “hablen” entre sí, garantizando cohesión, continuidad y una experiencia fluida a escala estatal.

Para mejorar la conexión física, es clave invertir en estaciones intermodales bien diseñadas, con pasarelas, carriles bici, zonas de aparcamiento seguro para VMP y bicicletas, y mejores puntos de intercambio. En áreas rurales, lanzaderas y servicios complementarios permitirían cubrir la última milla.

El objetivo es transformar un sistema fragmentado en una red integrada, accesible y atractiva, donde el usuario pueda combinar modos sin fricciones ni barreras.

*Fuente: MaaS Alliance; CIVITAS*

## 4. Retos y Soluciones

### 7. Mantenimiento predictivo e infraestructuras inteligentes.

El sector del transporte público en España aún depende en gran medida de un mantenimiento reactivo o preventivo básico, lo que implica reparaciones cuando algo ya ha fallado o revisiones generales que no siempre responden al estado real de vehículos e infraestructuras. Esto provoca averías inesperadas, interrupciones del servicio y costes elevados por sustituciones urgentes. La implantación de sensores IoT, monitoreo continuo, gemelos digitales y análisis de datos permitiría anticipar fallos antes de que ocurran, pero muchos operadores carecen de recursos económicos, personal especializado o plataformas de datos interoperables.

En infraestructuras como marquesinas, centros de control, estaciones o carriles bus, la falta de digitalización limita la detección temprana de deterioro. En definitiva, el reto es pasar de un mantenimiento “cuando toca” o “cuando se rompe” a un modelo inteligente, basado en datos reales y capacidad predictiva.

#### Solución identificada

El salto innovador está en implantar sensores IoT, gemelos digitales y aplicar inteligencia artificial con reconocimiento de imagen que permitan anticipar fallos en vehículos e infraestructuras antes de que ocurran. Una plataforma interoperable nacional facilitaría compartir datos entre operadores, reduciendo costes y mejorando la fiabilidad del servicio. Con apoyo público y formación técnica, la diversidad de actores del sector podría incorporar este modelo progresivamente. Además, la digitalización de estaciones, marquesinas y carriles bus permitiría detectar deterioros tempranos. Así se pasaría de un mantenimiento reactivo a uno proactivo y basado en datos reales, aumentando la seguridad y reduciendo interrupciones.

*Fuente: DGT – Plan ITS; MOVINN*

### 8. Talento especializado y formación continua del personal del sector.

La rápida digitalización del transporte público exige perfiles cada vez más especializados: técnicos en sistemas inteligentes, analistas de datos, expertos en ciberseguridad, gestión energética, mantenimiento de vehículos eléctricos y operación de plataformas digitales. Sin embargo, muchos operadores —especialmente medianos y pequeños— no disponen de programas estables de formación ni capacidad para atraer talento cualificado. También existe una brecha generacional: parte del personal actual no ha recibido formación en tecnologías emergentes, mientras que los perfiles jóvenes perciben el sector como poco atractivo frente a la logística, la automoción o la tecnología. Esta falta de actualización continua genera dependencia externa, eleva los

## 4. Retos y Soluciones

costes y dificulta la implantación de innovaciones. En conjunto, el reto es disponer de una plantilla preparada para las transformaciones tecnológicas que el transporte público está viviendo.

### Solución identificada

La rápida digitalización exige programas de formación permanente en tecnologías emergentes como IA, ciberseguridad o gestión energética. La creación de escuelas sectoriales de transporte público, en alianza con universidades, generaría perfiles especializados y proyectos de investigación aplicada. Para atraer jóvenes, se pueden lanzar becas y prácticas en proyectos innovadores, mostrando el sector como sostenible y tecnológico. El personal veterano debería contar con planes de reciclaje digital, evitando brechas generacionales. Con incentivos laborales competitivos, el transporte público se convertiría en un sector atractivo y preparado para el futuro.

*Fuente: Polis Network; UITP*

## 9. Escalabilidad de pilotos en transporte colectivo.

En el transporte público español se lanzan numerosos proyectos piloto —nuevos sistemas de ticketing, sensores IoT, vehículos eléctricos, herramientas de planificación o experiencias MaaS—, pero muchos se quedan en fases de prueba y no llegan a implantarse de forma estable. Esto ocurre porque una parte del sector carece de recursos suficientes para sostener la tecnología una vez finaliza la financiación inicial, y porque falta una estrategia institucional clara para replicar soluciones que ya han demostrado su utilidad.

Además, los pilotos suelen desarrollarse en contextos muy específicos y no generan documentación ni estándares que permitan transferirlos a otros territorios. La ausencia de mecanismos de evaluación comunes, interoperabilidad y financiación de continuidad provoca que se pierda conocimiento y que innovaciones útiles no pasen a la práctica real en el sistema de transporte público.

### Solución identificada

Los proyectos piloto deben contar con fondos de continuidad que permitan sostener la tecnología más allá de la fase inicial. Una estrategia nacional de escalado priorizaría replicar soluciones exitosas en todo el país, evitando que se pierda conocimiento. Cada piloto debería generar manuales y métricas estándar, compartidos en una plataforma común para facilitar la transferencia.

Los Consorcios y Autoridades de Transporte, como modelos consolidados de gobernanza en España, pueden actuar como agentes clave del escalado, coordinando a múltiples operadores y facilitando la adopción conjunta de soluciones. Su capacidad para impulsar

## 4. Retos y Soluciones

estándares comunes, sistemas de información homogéneos e integración tecnológica permite que los pilotos se extiendan de manera más eficiente y coherente.

Los consorcios regionales de operadores permitirían escalar soluciones de forma conjunta, reduciendo costes. Con indicadores nacionales de impacto, se decidiría qué proyectos merecen ampliarse, asegurando que la innovación llegue a la práctica real.

*Fuente: CIVITAS y CIVINET; Horizon Europe*

### 10. Desigualdad normativa y barreras burocráticas para operadores.

El transporte público en España presenta una fuerte fragmentación normativa entre comunidades autónomas y, en algunos casos, entre entidades locales. Esta diversidad implica requisitos distintos para concesiones, autorizaciones, interoperabilidad tecnológica, certificaciones técnicas o procesos de contratación. Para los operadores, esto supone duplicar trámites, asumir costes adicionales y enfrentarse a procedimientos largos y poco homogéneos.

Además, la burocracia ralentiza la incorporación de nuevas tecnologías como el billetaje EMV, el ticketing digital basado en QR, sistemas de datos abiertos, plataformas MaaS o flotas eléctricas, ya que cada territorio exige documentación y validaciones diferentes. Esta falta de armonización genera inseguridad jurídica, desincentiva la innovación y dificulta que las empresas trabajen de forma eficiente en varias regiones españolas.

#### Solución identificada

La fragmentación normativa requiere un marco regulador nacional básico que establezca estándares comunes para concesiones, interoperabilidad y certificaciones. En este contexto, sería necesaria la modificación de la LOTT y del ROTT para incorporar explícitamente aspectos regulatorios tecnológicos, como un modelo de datos mínimo común, criterios homogéneos de interoperabilidad y requisitos claros para la compartición de datos entre administraciones y operadores. En este proceso, los Consorcios y Autoridades de Transporte constituyen un modelo sólido para armonizar criterios entre administraciones locales y operadores. Su experiencia en coordinar tarifas, marcos tecnológicos e imagen de servicio puede servir como referencia para avanzar hacia estándares normativos comunes.

Una ventanilla única digital permitiría simplificar trámites y reducir duplicidades entre territorios, facilitando que los operadores puedan cumplir requisitos de forma más ágil y coherente. La homologación tecnológica en ámbitos como el billetaje EMV, los datos abiertos y los servicios MaaS garantizaría coherencia en todo el país. Asimismo,

## 4. Retos y Soluciones

procedimientos administrativos más ágiles acelerarían la adopción de nuevas tecnologías.

Finalmente, mediante asistencia técnica y mesas de coordinación interterritorial, sería posible avanzar hacia un sistema más eficiente, menos burocrático y preparado para la digitalización.

### 11. Protección de datos y ciberseguridad en sistemas de ticketing, apps y plataformas MaaS.

La digitalización del transporte público implica gestionar grandes volúmenes de datos sensibles: movimientos de usuarios, medios de pago, historiales de viaje o información personal asociada a apps y plataformas MaaS. Sin una arquitectura segura, estos sistemas pueden ser vulnerables a accesos no autorizados, ataques informáticos que bloquean los sistemas, interrupciones de servicio o fugas de información.

Además, muchos operadores carecen de personal especializado o protocolos actualizados, lo que aumenta el riesgo. La situación se complica por la coexistencia de múltiples proveedores tecnológicos, integraciones heterogéneas y diferentes niveles de cumplimiento del RGPD. Todo ello convierte la ciberseguridad en un reto estratégico para mantener la confianza del usuario y asegurar la continuidad del servicio.

#### Solución identificada

La digitalización exige una arquitectura segura con cifrado extremo a extremo y protocolos homogéneos de RGPD. La creación de centros sectoriales de ciberseguridad daría soporte a todo el ecosistema del transporte público, reduciendo vulnerabilidades. Auditorías periódicas y planes de contingencia garantizarían confianza y continuidad del servicio. La formación especializada del personal en gestión de datos sensibles y respuesta ante incidentes reforzaría la capacidad interna. Con estas medidas, se protegerían los datos de los usuarios y se mantendría la fiabilidad de ticketing, apps y plataformas MaaS.

*Fuente: MOVINN; DGT – Plan ITS; MaaS Alliance.*

### 12. Adaptación de regulaciones a innovaciones tecnológicas (billetaje sin contacto, vehículos autónomos, etc.)

La introducción de nuevas tecnologías en el transporte público —como el billeteo sin contacto, los pagos EMV, los vehículos autónomos, los sistemas inteligentes de gestión o las plataformas MaaS— avanza más rápido que la capacidad de las normas para regularlas. Esto genera incertidumbre jurídica para los operadores, que no saben con

## 4. Retos y Soluciones

claridad qué requisitos deben cumplir, cómo integrar estas soluciones o qué responsabilidades asumen. En algunos casos, la falta de regulación frena proyectos piloto; en otros, marcos demasiado rígidos obligan a repetir trámites o adaptarse a modelos desfasados.

Además, cada comunidad autónoma puede aplicar interpretaciones distintas, lo que complica la implantación homogénea de tecnologías emergentes en todo el país. En conjunto, la normativa actual no siempre acompaña el ritmo tecnológico, creando barreras a la innovación.

### Solución identificada

La introducción de nuevas tecnologías requiere un sandbox regulatorio nacional que permita probar billeteaje sin contacto, pagos EMV, MaaS o vehículos autónomos en entornos controlados, reduciendo incertidumbre y acelerando la implantación segura. Este marco debería estar acompañado de normas flexibles y revisables periódicamente, capaces de adaptarse al ritmo tecnológico sin generar cargas innecesarias.

La homogeneidad territorial es clave para evitar interpretaciones distintas entre comunidades autónomas. En este sentido, los Consorcios y Autoridades de Transporte, como modelos consolidados de gobernanza, pueden desempeñar un papel fundamental en la armonización tecnológica y operativa: impulsando criterios comunes, modelos mínimos de datos, imagen unificada y sistemas de información coherentes en todo su ámbito.

Además, guías claras para operadores y proveedores definirían requisitos, responsabilidades y procedimientos, reduciendo inseguridad jurídica. Con comités mixtos que integren administraciones, consorcios, operadores y empresas tecnológicas, las regulaciones podrían ajustarse en tiempo real, asegurando que la innovación avance sin frenos burocráticos y con plena seguridad jurídica.

*Fuente: MOVINN; Horizon Europe.*

## 5. Líneas estratégicas de investigación

## 5. Líneas estratégicas de investigación

Las líneas estratégicas de investigación en movilidad constituyen el marco de referencia para orientar la innovación hacia una movilidad más segura, sostenible e inclusiva. En España y en Europa, los programas de I+D+i impulsados por organismos internacionales, ministerios y plataformas sectoriales ponen el foco en la digitalización, la conectividad y la resiliencia como pilares de transformación.

Este apartado recoge las áreas clave de investigación y desarrollo, los temas emergentes que condicionan la evolución tecnológica y social de la movilidad, y una hoja de ruta temporal que marca el ritmo de despliegue de las soluciones. Desde la movilidad conectada y la gestión energética integrada, hasta la creación de espacios de datos y el diseño de infraestructuras inteligentes, se configura un ecosistema que combina innovación técnica con objetivos de inclusión digital, protección de datos y accesibilidad universal.

En conjunto, estas líneas estratégicas permiten anticipar los retos de la próxima década y consolidar un modelo de movilidad interoperable, climáticamente neutro y centrado en las personas, alineado con los compromisos europeos y las necesidades de las administraciones y los ciudadanos.

**1. Áreas clave de I+D+i:** La investigación en movilidad se orienta hacia ámbitos estratégicos que combinan conectividad, sostenibilidad y resiliencia. Estos ejes abarcan desde la movilidad cooperativa y automatizada hasta la gestión energética integrada y los espacios de datos. En conjunto, configuran un marco tecnológico que refuerza la seguridad vial, la eficiencia operativa y la inclusión digital.

*a. Movilidad conectada (C-ITS, automatización):*

Basada en el despliegue de sistemas cooperativos de transporte inteligente (C-ITS) y automatización progresiva, como recoge el Plan Estratégico de PIARC 2024–2027 y el Plan ITS de la DGT. Se busca mejorar la seguridad vial y la eficiencia mediante comunicación vehículo-infraestructura y pruebas piloto en entornos urbanos e interurbanos.

## 5. Líneas estratégicas de investigación

### b. Gestión energética integrada (V2G, microrredes):

Horizon Europe y NetZeroCities promueven proyectos que integran vehículos eléctricos en redes energéticas inteligentes (Vehicle-to-Grid), favoreciendo la transición hacia ciudades climáticamente neutras y sistemas de microrredes resilientes.

### c. Plataformas digitales, datos abiertos y los espacios de datos:

La MaaS Alliance y el MITMS destacan la importancia de plataformas interoperables de movilidad como servicio (MaaS), con datos abiertos que permitan integrar operadores públicos y privados en un ecosistema digital común.

Por otro lado, destaca el interés de la UE y del propio ministerio en la promoción y creación de espacios de datos, siendo el mayor el EDIM del propio Ministerio, el principal referente en España y el mayor exponente de esta estrategia, orientado a consolidar un marco compartido y seguro para la gestión de la información de movilidad

### d. Infraestructuras resilientes e inteligentes: MOVINN y Polis Network:

Subrayan la necesidad de infraestructuras capaces de adaptarse tanto a fenómenos climáticos extremos como a las crecientes demandas de movilidad. Este enfoque se articula en varios ejes:

i. Las infraestructuras deben diseñarse y gestionarse para resistir episodios de calor extremo, inundaciones, nevadas o tormentas, garantizando la continuidad del servicio y la seguridad de los usuarios.

ii. Digitalización y sensorización: La incorporación de sensores inteligentes permite monitorizar en tiempo real el estado de carreteras, puentes y túneles, anticipando incidencias y optimizando el mantenimiento. La digitalización facilita la gestión predictiva, reduciendo costes y mejorando la eficiencia operativa

iii. Gestión predictiva y proactiva: Gracias al análisis de datos y a la inteligencia artificial, se pueden prever patrones de tráfico, detectar riesgos estructurales y activar protocolos de emergencia antes de que se produzcan fallos críticos. Este

## 5. Líneas estratégicas de investigación

enfoque se conecta con los sistemas cooperativos de transporte inteligente (C-ITS), que integran la infraestructura en el ecosistema de movilidad conectada.

- iv. Interconexión con plataformas digitalesLas infraestructuras resilientes no son solo físicas: se vinculan con plataformas digitales y espacios de datos de movilidad, lo que permite coordinar información entre operadores, administraciones y usuarios. MOVINN destaca la importancia de corredores interurbanos inteligentes, mientras que Polis Network enfatiza la integración urbana para garantizar continuidad multimodal.

### 2. Temas emergentes: La innovación en movilidad no solo depende de la tecnología, sino también de su impacto social y digital.

Los temas emergentes ponen el foco en inclusión, seguridad de los datos y accesibilidad de interfaces. Con ello se garantiza que la transformación digital de la movilidad sea equitativa, confiable y centrada en las personas.

#### 1. Inclusión digital:

1. Acceso equitativo a servicios digitales de movilidad: Las estrategias nacionales priorizan que la digitalización del transporte no deje a nadie atrás, promoviendo servicios modernos, accesibles y de calidad, y reforzando el papel del transporte público como columna vertebral de una movilidad inclusiva.
2. Gobernanza urbana y participación ciudadana: Las ciudades europeas integradas en redes como Polis impulsan marcos de movilidad que combinen CCAM, MaaS y gestión de datos con objetivos de salud, seguridad e inclusión, evitando brechas tecnológicas y sociales.
3. Capacidades institucionales y observatorios: La institucionalización de la movilidad sostenible incluye herramientas y observatorios para medir el acceso digital y la calidad del servicio, facilitando decisiones basadas en evidencia y transparencia.

#### 2. Protección de datos y ciberseguridad:

1. Confianza digital en ecosistemas conectados: La transformación digital de la red viaria y los servicios de tráfico exige reforzar la ciberseguridad y la protección de datos en aplicaciones, dispositivos

## 5. Líneas estratégicas de investigación

conectados y comunicaciones V2I/V2X, con especial atención a campañas de sensibilización y buenas prácticas para usuarios y operadores

2. Gestión de riesgos en plataformas y espacios de datos: La integración de múltiples actores en plataformas urbanas e interurbanas, demanda políticas de seguridad, trazabilidad y control de acceso, alineadas con marcos públicos de movilidad segura y sostenible
3. Continuidad operativa y seguridad de la información: En el contexto urbano europeo, la priorización de CCAM y C-ITS se acompaña de requisitos de seguridad de la información, interoperabilidad confiable y resiliencia ante incidentes, garantizando la operatividad de la red y la protección de datos personales.

### 3. *Interfaces accesibles*

1. Diseño universal aplicado a la movilidad digital: La accesibilidad se integra como requisito de diseño en aplicaciones, portales y servicios de movilidad, con guías y estándares públicos para asegurar que la experiencia sea clara, comprensible y usable por personas con distintas capacidades.
2. Información en tiempo real comprensible: Los servicios públicos de tráfico y movilidad fomentan interfaces que presenten incidencias, recomendaciones y restricciones de forma clara y accionable, reduciendo la carga cognitiva y mejorando la toma de decisiones del usuario.
3. Coherencia multicanal e inclusión urbana: Las ciudades europeas promueven interfaces consistentes en apps MaaS, gestores de red y portales de datos, vinculando accesibilidad con objetivos de seguridad vial, eficiencia y salud pública para garantizar que la digitalización beneficie a todos los colectivos

### 3. Hoja de ruta tecnológica (temporal):

La hoja de ruta tecnológica establece un calendario claro:

- a. entre 2025 y 2027 se desplegarán pilotos de movilidad conectada y sistemas cooperativos (C-ITS);
- b. entre 2028 y 2030 se consolidarán las plataformas MaaS y la interconexión de infraestructuras; y



## 5. Líneas estratégicas de investigación

- c. a partir de 2030 se alcanzará la estandarización y la interoperabilidad total, con un escalado europeo que permitirá consolidar un ecosistema de movilidad digital, sostenible y climáticamente neutro.

En conjunto, estas líneas estratégicas configuran un marco de innovación que busca garantizar una movilidad más segura, inclusiva y sostenible, alineada con los objetivos europeos de neutralidad climática y con las necesidades de los ciudadanos y las administraciones.

En definitiva, las líneas estratégicas de investigación en movilidad constituyen un marco sólido para guiar la innovación hacia un modelo más seguro, sostenible e inclusivo. La combinación de áreas clave de I+D+i —movilidad conectada, gestión energética integrada, plataformas digitales y espacios de datos, e infraestructuras resilientes— con los temas emergentes de inclusión digital, protección de datos y accesibilidad, asegura que la transformación tecnológica esté siempre centrada en las personas.

La hoja de ruta temporal establece un itinerario claro: desde los pilotos iniciales de C-ITS hasta la interoperabilidad plena y el escalado europeo, garantizando que cada fase contribuya a la consolidación de un ecosistema digital y climáticamente neutro.

No obstante, resulta esencial acelerar el despliegue y la transferencia al mercado de las soluciones de I+D que ya están disponibles, evitando que permanezcan en fase experimental y asegurando que generen beneficios tangibles para ciudadanos, administraciones y operadores.

En conjunto, este capítulo refleja cómo España y Europa avanzan hacia una movilidad interoperable y resiliente, capaz de anticipar retos futuros y de responder con soluciones innovadoras que refuercen la confianza ciudadana y la cohesión institucional, siempre con la mirada puesta en la aplicación práctica y el impacto real de la innovación.

## 6. Impacto esperado

## 6. Impacto esperado

La implementación de esta Agenda Estratégica de Movilidad Inteligente generará un impacto estructural y sostenido sobre el territorio, abordando de manera simultánea los desafíos climáticos, tecnológicos, sociales y económicos asociados a la movilidad contemporánea. Su alcance se proyecta sobre el corto, medio y largo plazo, y se articula en torno a seis grandes ámbitos: sostenibilidad ambiental, cohesión social, eficiencia operativa, competitividad económica, madurez tecnológica y fortalecimiento institucional.

En el **ámbito ambiental**, la agenda permitirá reducir de forma significativa las emisiones procedentes del transporte (responsable de cerca de un tercio de las emisiones totales a nivel europeo) mediante la electrificación progresiva de flotas urbanas e interurbanas, la ampliación del transporte público, el despliegue de infraestructuras ciclistas seguras y conectadas y la reorganización del espacio público hacia un uso más eficiente y con menor dependencia del vehículo privado. La integración de sistemas inteligentes de gestión energética, microrredes urbanas y soluciones V2G/V2X permitirá mejorar la estabilidad del sistema eléctrico y optimizar la demanda en tiempo real. Con ello, se avanzará hacia una reducción sustancial del ruido, la contaminación atmosférica y la ocupación del espacio urbano por vehículos estacionados a la vez que se cumplen los objetivos presentes en la Ley de Movilidad Sostenible, recientemente aprobada en el Congreso de los Diputados y en tramitación en el Senado.

En términos de **cohesión social y accesibilidad universal**, se espera que la modernización del transporte público, la digitalización inclusiva y la integración tarifaria refuercen el acceso equitativo a la movilidad. La simplificación del viaje puerta-a-puerta, la interoperabilidad entre modos, la accesibilidad total para personas con movilidad reducida, la personalización de la información al usuario y la reducción de costes operativos contribuirán a que más ciudadanos adopten modos sostenibles. Asimismo, el despliegue de soluciones de movilidad en zonas periurbanas y rurales reducirá la desigualdad territorial, permitiendo una movilidad más justa y conectando oportunidades laborales, educativas y sanitarias.

Desde el punto de vista **económico**, la agenda impulsará un ecosistema industrial y tecnológico capaz de generar empleo cualificado en ámbitos emergentes como inteligencia artificial aplicada al transporte, análisis de *big data*, ciberseguridad, automatización, mantenimiento predictivo, gestión inteligente de activos, electrificación

## 6. Impacto esperado

avanzada y diseño de infraestructuras inteligentes. El aumento de la eficiencia operativa permitirá a las administraciones optimizar recursos públicos, mientras que la reducción de tiempos de viaje y la mejora de la fiabilidad del transporte repercutirán positivamente en la productividad económica. El sector privado, por su parte, encontrará un entorno más favorable para la innovación, gracias a la existencia de marcos regulatorios flexibles, *sandboxes* urbanos y procedimientos ágiles de prueba e implementación.

En el plano **tecnológico**, la agenda fomentará una transición decidida hacia sistemas digitales interoperables capaces de integrar datos de operadores, administraciones y ciudadanos en espacios de datos seguros y estandarizados. Esto permitirá la automatización progresiva de procesos, la explotación de modelos predictivos, la monitorización en tiempo real de la movilidad y la planificación avanzada. La adopción de estándares europeos —como DATEX II, MDS o especificaciones NAP— garantizará la escalabilidad de soluciones y facilitará la cooperación entre territorios. Con ello, las ciudades podrán incorporar tecnologías emergentes, como vehículos autónomos de baja velocidad, señalización digital, sistemas cooperativos C-ITS y plataformas *MaaS* interoperables.

Por último, el impacto en la **gobernanza institucional** será determinante. La agenda promoverá estructuras de coordinación multinivel más estables y cooperativas, consolidará el papel de los Consorcios y Autoridades del Transporte como entidades estratégicas y reducirá las barreras legales entre transporte urbano y metropolitano. Esto favorecerá una gestión integrada de los flujos reales de movilidad, rompiendo fragmentaciones históricas y permitiendo que las áreas metropolitanas actúen como unidades funcionales en lugar de espacios divididos por límites administrativos. El resultado será un sistema de movilidad más comprensible para el usuario, más eficiente para los operadores y más coherente para las administraciones.

En resumen, el impacto esperado de la agenda es la transición hacia un nuevo paradigma de movilidad: más sostenible, más inteligente, más humana, más resiliente y, sobre todo, más integrada.

## 7. Gobernanza y seguimiento

## 7. Gobernanza y seguimiento

El éxito de esta Agenda Estratégica depende de un sistema de gobernanza robusto, colaborativo y adaptado a la complejidad de la movilidad contemporánea. Se propone un modelo que combina estructuras multinivel, instituciones consolidadas, espacios de coordinación técnica, mecanismos de evaluación continua y un papel central para las ciudades, los operadores y el sector tecnológico.

En primer lugar, la gobernanza se articula en torno a una **coordinación multinivel reforzada**, que conecte políticas locales, metropolitanas, autonómicas, estatales y europeas. Esta coordinación será permanente, estructurada y basada en evidencia, evitando solapamientos competenciales y permitiendo que cada nivel institucional aporte aquello para lo que está mejor capacitado. Para ello se fomentarán comités técnicos, plataformas comunes de intercambio de datos, guías y marcos regulatorios compartidos, y agendas comunes de inversión.

Un elemento clave es la **consolidación del papel de los Consorcios y Autoridades del Transporte (AT)** como modelo de referencia. Los Consorcios han demostrado ser herramientas eficaces para integrar sistemas de transporte, homogeneizar estándares tecnológicos, garantizar la imagen común del transporte público, coordinar operadores, unificar la información al usuario y establecer marcos tarifarios coherentes. La agenda aboga por reforzar su papel y ampliar sus competencias en áreas metropolitanas donde los flujos de movilidad superan ampliamente las fronteras administrativas. Ello requiere **revisar y actualizar la normativa para proporcionar seguridad jurídica**, especialmente en lo relativo a la intersección entre transporte urbano y metropolitano, eliminando barreras legales que dificultan la gestión integrada de la movilidad y que no responden a la lógica funcional del territorio.

En el plano europeo, se promueve la **creación de estructuras institucionales dedicadas a la movilidad urbana**, tales como direcciones generales, agencias especializadas o unidades transversales con competencias claras en regulación, financiación e implementación. Esto permitiría coordinar misiones urbanas, asegurar coherencia entre políticas climáticas, energéticas y de movilidad, y dotar a las ciudades de soporte técnico continuo. Estas estructuras deberán fomentar la estandarización, apoyar el despliegue de espacios de datos de movilidad, promover sistemas interoperables y coordinar la implementación del *Urban Mobility Framework (UMF)*.

## 7. Gobernanza y seguimiento

La gobernanza se apoyará también en la **digitalización como mecanismo de cohesión institucional**. Plataformas interoperables, modelos comunes de datos, sistemas C-ITS, herramientas de planificación avanzada y espacios de datos regulados permitirán que operadores, administraciones y ciudadanos interactúen en un entorno digital seguro, fiable y transparente. La automatización de procesos administrativos, como licencias digitales, autorizaciones de pilotos o el acceso a información en tiempo real, reducirá burocracia y acelerará la implementación de proyectos.

Asimismo, la agenda promueve un enfoque de **innovación regulatoria**, mediante sandboxes urbanos, marcos adaptativos y procedimientos experimentales que permitan probar tecnologías emergentes sin comprometer la seguridad ni la protección del usuario. Este enfoque permitirá incorporar rápidamente avances como vehículos autónomos, logística urbana inteligente o nuevos modelos de energía y movilidad compartida.

Por último, la gobernanza incorpora un componente de **participación ciudadana y co-creación**. La movilidad es un servicio público esencial y debe diseñarse desde la experiencia del usuario. La participación mediante consultas, laboratorios ciudadanos, observatorios de movilidad y herramientas digitales permitirá ajustar políticas a necesidades reales, mejorar su aceptación social y fortalecer la corresponsabilidad en la transición hacia modos sostenibles.

En conjunto, la gobernanza propuesta aspira a construir un sistema sólido, coherente y alineado con las tendencias europeas: un modelo que combine claridad regulatoria, estabilidad institucional, cooperación multinivel y capacidad de innovación, garantizando que la movilidad del futuro sea más integrada, más eficiente y humana. Para ello, es necesario llevar a cabo una actualización periódica de las necesidades del sector, así como de las novedades e implementación de soluciones. Este punto se plantea a continuación:

### Actualización continua de la Agenda: Revisión basada en evidencias, innovación y regulación

La naturaleza dinámica de la movilidad urbana y metropolitana exige que esta Agenda Estratégica sea concebida como un instrumento vivo, flexible y en permanente adaptación. Para ello, se establece un **mecanismo estructurado de revisión trienal**, concebido no como un ejercicio administrativo, sino como un proceso metodológico de ajuste, aprendizaje, actualización normativa e integración tecnológica. Este mecanismo permitirá incorporar las lecciones aprendidas de los proyectos piloto, anticipar

## 7. Gobernanza y seguimiento

tendencias emergentes, responder a cambios regulatorios y reforzar la coherencia con la evolución de políticas europeas y nacionales.

La revisión trienal se articulará sobre un ciclo completo de **evaluación, diagnóstico, deliberación, actualización y validación**, garantizando un proceso riguroso y transparente:

### 1. Evaluación ex post basada en pilotos, demostradores y pruebas controladas

Cada tres años se realizará una evaluación exhaustiva de los resultados de proyectos piloto, laboratorios urbanos, pruebas de concepto y experiencias de adopción inicial de nuevas tecnologías. Esta fase permitirá identificar qué soluciones han demostrado eficacia, escalabilidad y sostenibilidad económica; detectar barreras regulatorias, operativas o tecnológicas que hayan limitado su despliegue; evaluar la capacidad de replicación entre territorios y operadores; y estimar el retorno social, ambiental y económico de las iniciativas experimentales.

Los pilotos constituirán una fuente crítica de evidencia, especialmente en ámbitos emergentes como automatización de baja velocidad, gestión inteligente de logística urbana, espacios de datos, innovaciones en tarificación dinámica, sistemas C-ITS avanzados o movilidad aérea urbana.

### 2. Incorporación de nuevas normativas europeas, estatales y autonómicas

El ciclo trienal permitirá actualizar la Agenda a los cambios regulatorios derivados del Urban Mobility Framework y su desarrollo operativo, la evolución del Reglamento de Datos (Data Act) y los espacios de datos europeos, nuevas exigencias del paquete "Fit for 55", regulaciones sobre inteligencia artificial, ciberseguridad, automatización y vehículos conectados, o directivas nacionales o autonómicas en materia de transporte, energía o digitalización.

El proceso asegurará la **armonización regulatoria**, evitando disonancias normativas y garantizando seguridad jurídica a operadores, administraciones y ciudadanía.

### 3. Adaptación tecnológica y madurez de soluciones digitales

La revisión trienal evaluará la evolución tecnológica y el grado de madurez de soluciones que hoy se encuentran en desarrollo o adopción temprana, permitiendo incorporar tecnologías que hayan alcanzado niveles TRL o MRL adecuados, retirar o reemplazar enfoques obsoletos o no escalables, actualizar metodologías de análisis basadas en IA, big data o modelos multimodales, y reforzar la integración con estándares europeos de datos, interoperabilidad y seguridad.

## 7. Gobernanza y seguimiento

El objetivo es que la agenda mantenga siempre un **alineamiento dinámico** con el estado del arte, pero sin perder estabilidad ni generar incertidumbre para los operadores.

### 4. Evaluación estratégica de la implementación y utilidad de la Agenda

Este proceso incluirá el análisis de cumplimiento de objetivos, la evaluación del impacto real de cada línea estratégica, la identificación de áreas infra desarrolladas o sobredimensionadas, el análisis coste-beneficio de medidas implementadas, y el ajuste de metas cuantitativas y cualitativas a la situación socioeconómica actual.

### 5. Validación participada

El ciclo culminará con un proceso de validación que incluirá:

- administraciones públicas en todos los niveles,
- empresas operadoras,
- sector tecnológico e industrial,
- universidades y centros de investigación,
- plataformas ciudadanas,
- Consorcios y Autoridades del Transporte (AT).

Este enfoque participativo garantizará legitimidad democrática, estabilidad institucional y alineamiento entre todos los actores implicados.

En conjunto, la revisión trienal convertirá la Agenda en un **documento evolutivo**, capaz de adaptarse a la aceleración tecnológica, al cambio normativo, a las emergentes demandas ciudadanas y a la evolución de los territorios.

Para comprobar el grado de desarrollo de estos parámetros, se ha establecido un conjunto de indicadores que permitirá evaluar de forma sistemática el progreso de la Agenda, medir el impacto real de sus líneas estratégicas y orientar la toma de decisiones basada en evidencia.

Este sistema avanzado de indicadores de seguimiento (KPI), estructurado en torno a la eficiencia, la digitalización, la inclusión y la cooperación europea, servirá como herramienta central para garantizar una implementación transparente, medible y alineada con los objetivos de transformación de la movilidad inteligente, y se describe a continuación:



## 7. Gobernanza y seguimiento

### **Sistema avanzado de indicadores de seguimiento (KPI): eficiencia, digitalización, inclusión y cooperación europea**

La ejecución de la Agenda Estratégica se apoyará en un sistema avanzado de indicadores de seguimiento, concebido para medir resultados, guiar decisiones, reforzar la transparencia y asegurar la rendición de cuentas. Su diseño sigue buenas prácticas internacionales (ISO 37120/22, Sustainable Urban Mobility Indicators Framework, EIT Urban Mobility Impact Assessment, UITP Indicators, Mission Cities Monitoring Framework).

Estos indicadores se dividen en cuatro grandes dimensiones: eficiencia y sostenibilidad, digitalización, inclusión y accesibilidad, y participación en redes europeas.

#### **1. KPI de eficiencia y sostenibilidad**

Estos indicadores medirán el rendimiento del sistema de movilidad, su impacto ambiental y su eficiencia operativa. Incluirán, entre otros:

- Reducción de emisiones de GEI derivadas del transporte (CO<sub>2</sub>, NOx, PM2.5).
- Participación modal del transporte público, movilidad activa y vehículos de cero emisiones.
- Tiempos de viaje puerta-a-puerta y su variabilidad.
- Consumo energético por pasajero-km y por vehículo-km.
- Índice de ocupación del transporte público en hora punta y valle.
- Eficiencia del uso del espacio urbano, incluyendo ocupación viaria y asignación modal.
- Costes operativos por kilómetro o por viajero, comparativos entre modos.
- Disponibilidad y resiliencia del sistema ante eventos climáticos o fallos técnicos.

Estos KPI permitirán evaluar la eficacia real de las inversiones, los cambios normativos y las nuevas tecnologías.



## 7. Gobernanza y seguimiento

### 2. Nivel de digitalización

El avance de la movilidad inteligente se medirá mediante indicadores que reflejen el grado de integración digital del sistema:

- Interoperabilidad de datos entre operadores, administraciones y plataformas digitales.
- Implementación efectiva de C-ITS, V2X y sistemas cooperativos.
- Uso de datos en tiempo real para planificación, operación y comunicación con usuarios.
- Despliegue de ticketing inteligente y sistemas ABT / cEMV.
- Integración en espacios europeos de datos de movilidad.
- Automatización de procesos administrativos, como licencias, permisos y gestión operativa.
- Nivel de ciberseguridad, según estándares europeos y auditorías periódicas.

Estos indicadores medirán la transformación digital del sistema y la capacidad del territorio para adoptar nuevas tecnologías.

### 3. Accesibilidad e inclusión

La movilidad sostenible debe ser también justa e inclusiva. Para ello, la agenda medirá:

- Accesibilidad universal en infraestructuras, vehículos y plataformas digitales.
- Cobertura territorial real de los servicios de transporte y movilidad.
- Asequibilidad del transporte público, medida por relación coste/ingreso.
- Brecha digital, especialmente en colectivos vulnerables.
- Indicadores de género, seguridad percibida y uso nocturno del transporte.
- Satisfacción del usuario, mediante métricas estandarizadas.

Estos KPI permitirán detectar desigualdades, orientar inversiones inclusivas y garantizar el derecho a la movilidad.

## 7. Gobernanza y seguimiento

### 4. Participación en redes europeas y cooperación internacional

Un sistema de movilidad moderno depende de su capacidad para aprender, cooperar y compartir conocimiento. Por ello se incluirán indicadores como:

- Participación activa en redes europeas (POLIS, CIVITAS, EIT Urban Mobility, ERRIN, ELTIS, Mission Cities, UITP, Eurocities).
- Captación de financiación europea en programas como Horizon Europe, CEF Transport, LIFE o Digital Europe.
- Número de proyectos internacionales coordinados o con participación local.
- Contribución a estándares y marcos europeos de movilidad, incluyendo datos, seguridad y digitalización.

Esta dimensión garantizará que el sistema evolucione en consonancia con las tendencias europeas y globales.

## 8. Colaboración y ecosistema

## 8. Colaboración y ecosistema

El desarrollo de una movilidad moderna, eficiente y sostenible, depende de un ecosistema colaborativo capaz de integrar tecnología, planificación, investigación, gobernanza y financiación. La complejidad de los desafíos actuales (transición energética, gestión de datos, intermodalidad, seguridad vial, ordenación del espacio público, resiliencia climática o automatización) exige una interacción constante entre actores muy diversos. La calidad de esta colaboración determinará la capacidad del sistema para diseñar soluciones integrales y escalables a medio y largo plazo.

**Actores clave:****→ Industria tecnológica y automotriz**

Las empresas de tecnologías digitales, telecomunicaciones, movilidad conectada, energía, sensores, geodatos y la industria automotriz impulsan la innovación en múltiples ámbitos: gestión inteligente del tráfico, electrificación de flotas, movilidad compartida, automatización, infraestructuras conectadas, eficiencia energética, análisis avanzado de datos o plataformas de servicios multimodales. Su capacidad de desarrollo y escalabilidad es esencial para trasladar las innovaciones del laboratorio al territorio.

**→ Universidades y centros de I+D**

Aportan investigación aplicada, experimentación, prospectiva y metodologías robustas para anticipar escenarios de movilidad futura. Trabajan en algoritmos de gestión del tráfico, modelos de demanda multimodal, análisis energético, planificación urbana, optimización de rutas, sistemas C-ITS, simulación y comportamiento de usuarios. También forman perfiles técnicos que el sector necesita para hacer frente a la creciente complejidad de la movilidad.

**→ Gobiernos locales, regionales y nacionales**

Las administraciones públicas desempeñan un rol determinante, tanto en la planificación de la movilidad como en la regulación y financiación. Su intervención asegura la coherencia territorial, define prioridades estratégicas y establece criterios comunes para interoperabilidad, datos, accesibilidad y sostenibilidad. La coordinación entre niveles de gobierno —local, autonómico y estatal— influye directamente en la eficacia de los despliegues tecnológicos.

## 8. Colaboración y ecosistema

### → Plataformas europeas y redes de cooperación

Organismos y redes como POLIS, CIVITAS, UITP, ERTICO o PIARC favorecen la transferencia de conocimiento entre ciudades, operadores y expertos. Facilitan la creación de estándares, la participación en proyectos europeos, la difusión de buenas prácticas y el acceso a financiación internacional. Su papel es clave para alinear a las administraciones y al sector privado con las estrategias europeas de movilidad urbana y digitalización.

### → Mecanismos de colaboración y financiación

El ecosistema se articula mediante plataformas de innovación abierta, consorcios público-privados y espacios de experimentación como **living labs**, que permiten probar proyectos en entornos reales y ajustar su escalabilidad. La financiación conjunta —Horizon Europe, programas nacionales, fondos regionales o iniciativas piloto— permite que actores con distintos intereses converjan en soluciones compartidas, reduciendo barreras de riesgo y acelerando la adopción.

## 9. Conclusiones

## 9. Conclusiones

Tanto la movilidad urbana e interurbana como la gestión del transporte público se encuentran en un momento decisivo, marcado por la convergencia de desafíos tecnológicos, ambientales, sociales y económicos que obligan a replantear los modelos tradicionales de transporte. La Agenda Estratégica muestra con claridad que la transición hacia sistemas más sostenibles, inteligentes y resilientes solo será posible mediante una combinación equilibrada de innovación tecnológica, planificación integrada y cooperación institucional.

Del análisis realizado se desprende que los retos actuales —como la integración multimodal, la electrificación de flotas, la digitalización de los sistemas de transporte, la gobernanza del dato, la equidad en el acceso, la resiliencia ante crisis y la complejidad de la coordinación multinivel— requieren respuestas estructurales y no actuaciones aisladas. La movilidad del futuro dependerá de la capacidad de las ciudades y territorios para adoptar tecnologías emergentes, modernizar infraestructuras, armonizar estándares y fortalecer sus capacidades técnicas y regulatorias.

Las soluciones planteadas en el documento evidencian que existen herramientas concretas para dar respuesta a estos desafíos: plataformas MaaS que facilitan la integración y el acceso a los servicios; estándares comunes que aseguran interoperabilidad; microrredes y sistemas V2G que conectan movilidad y energía; ITS e inteligencia artificial capaces de optimizar el tráfico y la operación del transporte público; shuttles autónomos para cubrir la última milla; sistemas de simulación y DSS que permiten planificar con evidencia; y espacios de datos que abren la puerta a una cooperación segura entre actores públicos y privados. Todas estas soluciones apuntan hacia un ecosistema de movilidad más eficiente, accesible y orientado al usuario.

Un elemento clave es la centralidad de los datos y de la digitalización. La calidad, disponibilidad e interoperabilidad de la información determinan la capacidad de una ciudad para anticipar demanda, ajustar servicios, gestionar recursos y desplegar tecnologías avanzadas. Sin una adecuada gobernanza del dato, los sistemas autónomos, los modelos predictivos o los servicios integrados no podrán desarrollarse plenamente.

Asimismo, se evidencia la necesidad de marcos regulatorios adaptados, mecanismos de financiación más accesibles y estructuras institucionales que faciliten acompañamiento técnico y coordinación entre escalas de gobierno. La innovación por sí sola no es suficiente: requiere políticas coherentes, estructuras estables y una visión compartida que garantice continuidad y escalabilidad.

## 9. Conclusiones

En conjunto, la Agenda Estratégica señala que la movilidad debe concebirse como un servicio público inteligente, inclusivo y resiliente. Las ciudades que adopten este enfoque podrán avanzar hacia sistemas de transporte más sostenibles, mejorar la calidad de vida de la ciudadanía y contribuir de manera efectiva a los objetivos climáticos y sociales europeos. La clave será integrar tecnología, planificación y gobernanza en una estrategia coherente que permita convertir la movilidad en un motor de transformación territorial.

## 9. Conclusiones

### Fuentes:

1. **MOVINN.** Plataforma de innovación para la movilidad interurbana inteligente. Disponible en: [https://ctag.com/wp-content/uploads/2024/11/NP\\_MOVINN\\_201124.pdf](https://ctag.com/wp-content/uploads/2024/11/NP_MOVINN_201124.pdf)
2. **PIARC.** Plan Estratégico 2024–2027 para movilidad conectada y automatizada.
3. **MITMA/MITMS.** Ejes estratégicos para la movilidad digital y sostenible. Disponible en: <https://esmovilidad.transportes.gob.es/ejes-estrategicos>
4. **Horizon Europe.** Programas I+D europeos sobre movilidad urbana, CCAM y ciudades climáticamente neutras.
5. **Polis Network.** Urban Mobility Framework & Position Papers 2025. Disponible en: <https://www.polisnetwork.eu>
6. **MaaS Alliance.** Estudios sobre plataformas digitales abiertas e interoperabilidad multimodal.
7. **DGT – Plan ITS.** Transformación digital y conectividad en la red viaria. Disponible en: <https://www.dgt.es>
8. **NetZeroCities.** Agenda europea de innovación climática urbana