

HOJA DE RUTA PARA LA ADAPTACIÓN DIGITAL DE LAS CARRETERAS LOCALES

ÍNDICE

RESUMEN.	5
1. INTRODUCCIÓN.	12
2. OBJETIVOS.	14
3. CONTEXTO.	16
3.1. EUROPEO.	16
3.2. ESPAÑOL.	21
4. VISIÓN GLOBAL DE LA ADAPTACIÓN DIGITAL DE LAS CARRETERAS.	27
4.1. FASES DE LA ADAPTACIÓN DIGITAL.	27
4.2. LOS DATOS, EN EL CENTRO DE LA ADAPTACIÓN DIGITAL.	29
4.2.1. CUESTIONES PREVIAS.	29
4.2.2. TIPOS DE DATOS Y ALMACENAMIENTO.	30
4.2.3. CICLO DE VIDA DE LOS DATOS.	34
4.2.4. GOBERNANZA DE LOS DATOS.	35
4.3. ADAPTACIÓN DIGITAL INTERNA Y EXTERNA.	37
5. ADAPTACIÓN DIGITAL INTERNA DE LA RED LOCAL DE CARRETERAS.	40
5.1. LA ADAPTACIÓN DIGITAL INTERNA DE LA INFRAESTRUCTURA.	40
5.1.1. DIGITALIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA Y SU EQUIPAMIENTO.	41
5.1.2. DIGITALIZACIÓN DEL DOMINIO PÚBLICO VIARIO.	47
5.1.3. DESARROLLO DE PLATAFORMA DE GESTIÓN INTERNA DE LA RED VIARIA.	49
5.2. LA ADAPTACIÓN DIGITAL INTERNA COMO MEJORA DE LOS PROCESOS DE GESTIÓN.	55
5.2.1. DIGITALIZACIÓN DE PROCESOS INTERNOS.	55
5.2.2. DIGITALIZACIÓN DE PROCESOS CON OTROS IMPLICADOS.	60
6. LA ADAPTACIÓN DIGITAL EXTERNA DE LA RED LOCAL DE CARRETERAS.	62
6.1. LA ADAPTACIÓN DIGITAL EXTERNA COMO MEJORA DE LOS SERVICIOS A LOS USUARIOS.	62
6.1.1. CAPTACIÓN Y TRANSMISIÓN DE NUEVOS DATOS.	64
6.1.1.1. Inspecciones con tecnología en vehículos.	65
6.1.1.2. Infraestructura inteligente (internet de las cosas).	67
6.1.1.3. Big Data.	70
6.1.1.4. Control en remoto con drones o satélites.	73
6.1.2. DESPLIEGUE DE REDES DE COMUNICACIONES.	76
6.1.2.1. Fibra óptica.	76
6.1.2.2. 4G y 5G.	80

6.1.3. GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN.	84
6.1.4. OPTIMIZACIÓN DE SERVICIOS POR MEDIO DE SOLUCIONES DIGITALES.	87
6.2. LA ADAPTACIÓN DIGITAL EXTERNA ANTE NUEVOS MODELOS DE MOVILIDAD.	96
6.2.1. DEFINICIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE NUEVOS SERVICIOS.	97
6.2.2. PROGRAMACIÓN Y DESARROLLO DE ENSAYOS – LIVING LABS.	99
6.2.3. CARRETERAS LOCALES PARA LA MOVILIDAD CONECTADA Y AUTÓNOMA.	101
7. RECOMENDACIONES PARA LA ACELERACIÓN DE LA ADAPTACIÓN DIGITAL DE LAS CARRETERAS LOCALES.	102
7.1. RECOMENDACIONES PARA EL GOBIERNO CENTRAL Y AUTONÓMICOS Y FORALES.	102
7.2. RECOMENDACIONES PARA DIPUTACIONES PROVINCIALES, CABILDOS Y CONSELLS.	104
7.3. RECOMENDACIONES PARA EL SECTOR PRIVADO.	105
8. PROPUESTA PARA DISEÑAR UN PLAN DE ADAPTACIÓN DIGITAL DE LAS CARRETERAS LOCALES.	106
BIBLIOGRAFÍA.	111
ACRÓNIMOS.	116
ANEXO 1: LIDAR (<i>LIGHT DETECTION AND RANGING</i>).	119
ANEXO 2: BIM (<i>BUILDING INFORMATION MODELING</i>).	121
ANEXO 3: GEMELO DIGITAL.	124



RESUMEN

Introducción, objetivos y contexto.

La carretera desempeña un papel prioritario en la adaptación digital de la movilidad. La Comisión Europea, a través de su Estrategia Digital, reconoce la importancia de avanzar en una transición hacia una movilidad inteligente y sostenible, destaca el papel de la digitalización para conseguir que la movilidad sea más limpia, segura y efectiva, al tiempo que hace hincapié en el potencial de tecnologías como la Inteligencia Artificial, Internet de las cosas, programación en la nube o las redes 5G.

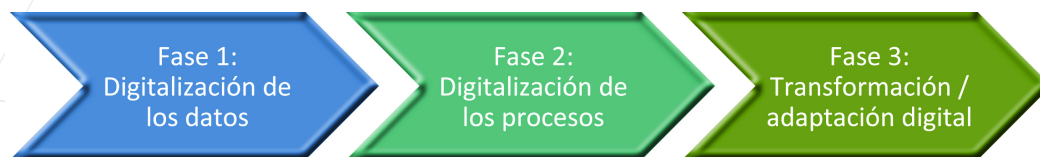
En España, el **Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia “España Puede” (PRTR)** (Gobierno de España, 2021) incluye, entre otras, inversiones para la digitalización completa de la Red de Carreteras del Estado, tanto de su realidad física como de su gestión. El Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible (MITMS), para afrontar los retos y acelerar la transformación digital y sostenible en materia de movilidad y transportes se ha provisto de tres importantes herramientas: la Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030, la Ley de Movilidad Sostenible y los Fondos del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

Para avanzar en un modelo de movilidad segura, sostenible y conectada es fundamental plantear una verdadera transformación digital y ecológica del sector de la carretera. Es esencial destacar el gran potencial que la red local de carreteras tiene para poder desarrollar soluciones basadas en la tecnología para sus procesos internos y para la gestión de la infraestructura y la movilidad.

En este contexto, el Foro de Gestores de Carreteras de Diputaciones Provinciales, Cabildos y Consells ha desarrollado esta **“Hoja de ruta para la adaptación digital de las carreteras locales”**, a través de un grupo de trabajo específico de “Digitalización” y con el apoyo de otras entidades públicas y privadas, con el objetivo de proporcionar a los responsables de esta red de carreteras de carácter local, un documento de referencia que les permita avanzar en la mejora de sus procesos internos de gestión por medio del uso de la tecnología, así como en la optimización de la programación y seguimiento de las actuaciones de mejora de la infraestructura y en la provisión del servicio de movilidad a los usuarios.

Visión global de la adaptación digital de las carreteras

La aspiración de la red de carreteras debería ser alcanzar, progresivamente, la transformación digital siguiendo un proceso en 3 fases: (1) digitalización de los datos (digitalización), (2) digitalización de los procesos y (3) transformación / adaptación digital.



La digitalización de las carreteras está estrechamente relacionada con la disponibilidad de datos, así como con los sistemas de comunicación y gestión de los mismos para la creación de nuevos servicios o mejora de los existentes. La definición de los datos, su compatibilidad y almacenamiento son esenciales. Es fundamental que los datos obtenidos mediante distintos procesos sean compatibles entre sí para su explotación y análisis, minimizando los procesos intermedios.



Los datos y su correcta explotación pueden generar un gran valor para las organizaciones, siendo por ello esencial gestionarlos de forma efectiva y eficiente. La gobernanza de datos es el conjunto de políticas y buenas prácticas que habilitan procesos cuyo fin es promocionar los datos como activos dentro de la organización para mejorar la toma de decisiones. La gobernanza de datos instaaura políticas que establecen la confidencialidad, disponibilidad, resiliencia y transparencia de los datos, siendo la administración de dichos datos la implementación de estos procedimientos.

Con vistas a la digitalización de las infraestructuras y de la movilidad en las carreteras locales, cabe distinguir dos ámbitos de trabajo complementarios entre sí:

- A - **Adaptación digital de los procesos de la gestión viaria (adaptación digital “interna”)**. La utilización de datos digitales y tecnología supone una optimización de los procesos ya implantados, facilitando su desarrollo y reduciendo las posibilidades de error, al tiempo que se disminuyen los costes y el tiempo y se permite generar oportunidades de mejora a través de nuevos procesos, de acuerdo con las necesidades de la gestión viaria. Es en este ámbito donde más se ha avanzado en los últimos años.
- B - **Adaptación digital de la carretera (adaptación digital “externa”)**, entendida como la utilización de la tecnología para mejorar los servicios a los usuarios de la vía, para la creación de nuevos servicios y para el desarrollo de nuevos servicios no relacionados con los usos tradicionales de las carreteras. Se amplía la consideración tradicional de la carretera como una infraestructura que permite la movilidad, para considerar la vía, de manera complementaria, como soporte de datos.

En la adaptación digital interna y externa, resulta primordial garantizar la adecuada formación de los implicados para dar respuesta a los retos de una nueva forma de

gestión viaria y optimizar los beneficios que se pueden conseguir con estas nuevas herramientas.

A- Adaptación digital interna

En el ámbito de la adaptación digital “interna” de la red local de carreteras, la Hoja de Ruta diferencia entre las necesidades para adaptar la infraestructura y su entorno, y la mejora de los procesos de gestión propios de las administraciones.

A.1- Adaptación digital interna de la infraestructura.



- A.1.1- El primer paso es disponer de una cartografía digitalizada de la red viaria y sus elementos principales, que sirva como base para la digitalización de los procesos de la administración: *Digitalización de la infraestructura y su equipamiento*.
- A.1.2- Es interesante aprovechar la toma de datos para digitalizar el dominio público viario y las zonas de limitación de la propiedad reguladas en la legislación de carreteras pertinente, así como en cualquier otro expediente o información adicional que sea de interés: *Digitalización del dominio público viario*.
- A.1.3- La cartografía digitalizada de la red viaria, su equipamiento y del dominio público, deben integrarse en una plataforma que facilite la gestión de los activos y la incorporación de funcionalidades de interés para la administración gestora: *Desarrollo de plataforma de gestión interna de la red viaria*.

A.2- Adaptación digital interna como mejora de los procesos de gestión.



- A.2.1- El proceso de adaptación digital debe contemplar la sistematización de todos los procesos administrativos que se realizan de manera habitual en la administración de carreteras, de manera que todos ellos se gestionen a través de medios digitales (*Digitalización de procesos internos*).
- A.2.2- Es, además, importante avanzar en la *digitalización de procesos con otros implicados*, ya sean del sector público o privado, nacionales o internacionales, para conseguir la máxima coordinación en tiempo real con otros actores participantes en la gestión viaria.

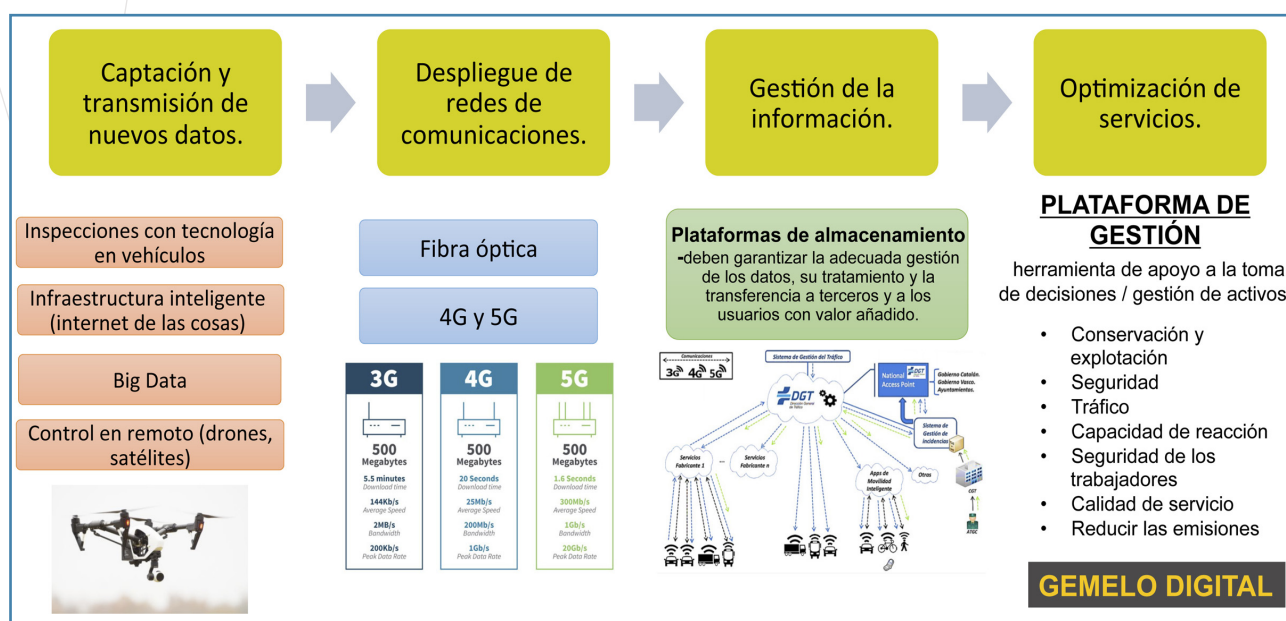


B- Adaptación digital externa

Una vez alcanzado un cierto nivel de madurez en la adaptación digital interna, es el momento de avanzar en los procesos relacionados con la digitalización de la gestión de las infraestructuras orientada a los servicios a los usuarios (**adaptación digital “externa”**). Con esto, se persigue mejorar la calidad del servicio de movilidad que proporciona la red local de carreteras, así como sentar las bases para una movilidad conectada y autónoma. La Hoja de Ruta incluye propuestas para avanzar tanto en la adaptación digital de los servicios que actualmente se proporcionan a los usuarios, como para afrontar el reto de las nuevas necesidades de movilidad en la red local de carreteras.

B.1- La adaptación digital externa como mejora de los servicios a los usuarios.

La aparición, en los últimos años, de nuevas opciones para la captación y transmisión de datos, así como para su almacenamiento y uso, ha posibilitado la mejora progresiva de los servicios relacionados con la gestión de la red de carreteras y de la movilidad.



B.1.1- *Captación y transmisión de nuevos datos.* La digitalización de la sociedad – proliferación de dispositivos de información y comunicación, IoT, etc. – ha generado un conjunto de fuentes de datos de carácter masivo y frecuentes (Big Data) de gran valor para el estudio de la movilidad. En el modelo tradicional, los sistemas de recopilación de datos de carreteras estaban orientados a resultados, proporcionando datos en formatos estandarizados según los requisitos de los sistemas de gestión para respaldar las decisiones. Los modelos actuales consideran que se pueden obtener nuevos tipos de datos de muchas fuentes diferentes, que sirvan para respaldar una amplia gama de decisiones. Entre estas nuevas fuentes de información, se encuentran las inspecciones con tecnología en el vehículo, los vehículos conectados con visión artificial, el

seguimiento por satélite, control con drones, redes de sensores conectados en las infraestructuras, datos de sensores en vehículos conectados, datos de teléfonos de los usuarios, etc.

B.1.2- *Despliegue de redes de comunicaciones.* Las carreteras son infraestructuras de comunicación que enlazan todas las poblaciones de un territorio. Desde hace tiempo se está ejecutando el despliegue de fibra óptica a lo largo de carreteras, facilitando así la velocidad en su implantación y el acceso a internet en banda ancha de alta calidad y velocidad de conexión a todos los habitantes. Las redes 5G van a permitir el desarrollo de nuevos servicios. Si bien es imposible prever todas las aplicaciones potenciales del 5G, hay tres cambios probables y significativos: (1) el auge de los vehículos autónomos y conectados, (2) una logística cada vez más inteligente y eficiente, y (3) un transporte urbano mejorado con la implementación de plataformas MaaS (Mobility as a Service).

B.1.3- *La Gestión de la información,* gestión del dato, constituye una de las actividades más importantes del proceso de digitalización. Para ello, se deben desarrollar repositorios de almacenamiento que garanticen la seguridad del almacenamiento de los datos, su tratamiento y la transferencia a terceros y a los usuarios con valor añadido. En este punto, la protección de los datos y la privacidad son prioritarios.

La plataforma (o plataformas) de gestión deberá tener capacidades de extracción, transformación y carga para la captura de información, capacidades predictivas para la provisión de información a los diferentes servicios digitales que se vayan a implantar, y capacidades analíticas para el seguimiento de la operativa, análisis estadístico y obtención de información con valor añadido. La seguridad debe ser un valor esencial siendo conveniente implementar todos aquellos mecanismos de ciberseguridad que garanticen su invulnerabilidad frente a las crecientes amenazas. Por último, la plataforma deberá ser disponible y robusta, así como escalable, para atender con eficiencia la variabilidad de la demanda.

B.1.4- *Optimización de servicios por medio de soluciones digitales.* La combinación entre los nuevos datos y las nuevas opciones de comunicación permiten el manejo de una gran cantidad de datos que se pueden incorporar a la gestión de las carreteras locales. La plataforma de gestión se convierte en una herramienta de apoyo a la toma de decisiones y sería la base de un gemelo digital, entendido como una representación virtual de la red local de carreteras que incorpora multitud de datos y permite optimizar todas las operaciones y servicios que realiza la administración local.

B.2- *La adaptación digital externa ante nuevos modelos de movilidad.*

En el futuro cercano será necesaria una mayor digitalización de las infraestructuras de carretera con el fin de dar soporte a las nuevas necesidades emergentes asociadas a la movilidad conectada y automatizada.

B.2.1- *Definición y caracterización de nuevos servicios.* La Hoja de Ruta expone nuevos servicios que se pueden proporcionar en la red local de carreteras, rela-



cionados con la sostenibilidad ambiental, la seguridad, la gestión de la infraestructura y el tráfico y la movilidad conectada y autónoma.

B.2.2- *Programación y desarrollo de ensayos – living labs.* Con el fin de tener áreas de prueba y demostración de los resultados obtenidos en la línea de actuación de carreteras digitales, se propone definir “living-labs” en los que se puedan instalar las adaptaciones y nuevos elementos propuestos en la infraestructura y realizar pruebas con vehículos prototipo conectados y autónomos.

B.2.3- *Carreteras locales para la movilidad autónoma y conectada.* Sin pretender hacer un análisis exhaustivo de la predisposición de la red local para dar soporte a la movilidad autónoma, se ha querido hacer una reflexión sobre cómo las particularidades de esta red viaria pueden afectar a su despliegue, en el ámbito de las necesidades de espacio físico, equipamiento, y coexistencia con otros tráficos.

Recomendaciones

La Hoja de Ruta sugiere un conjunto de recomendaciones que favorecerían la aceleración de la adaptación digital de las carreteras locales, desde la perspectiva de las distintas entidades implicadas.

- *Recomendaciones para el Gobierno Central y Autonómicos:* ejercer una posición de liderazgo y guía, sentar la base de un desarrollo homogéneo en la adaptación digital de las carreteras evitando la proliferación de modelos diferentes en cada territorio, dotar presupuestariamente estas líneas de trabajo, implantar un modelo global que garantice la ciberseguridad de las comunicaciones, etc.
- *Recomendaciones para Diputaciones Provinciales, Cabildos y Consells.* Priorizar la implantación de soluciones de digitalización en las propias administraciones, compartir experiencias y buenas prácticas de manera que se favorezca la implantación de soluciones homogéneas, favorecer la realización de proyectos piloto de la utilización de nuevas tecnologías en los que se puedan extraer conclusiones para generalizar soluciones de mejora de la gestión de las carreteras y la movilidad, incorporar componentes atractivos para el sector privado en las licitaciones, favoreciendo soluciones de digitalización, etc.
- *Recomendaciones para el sector privado.* Su colaboración es fundamental por lo que se le sugiere: implicarse en la generación de soluciones específicas para las carreteras locales, colaborar en el desarrollo e implementación de estándares, planes y soluciones homogéneas, así como implicarse en grupos de trabajo y foros de discusión.

Propuesta para diseñar un Plan de Adaptación Digital de las carreteras locales

Para finalizar, la Hoja de Ruta recoge un conjunto de pasos que sería necesario poner en marcha para generar un contexto institucional adecuado de cara a afrontar los retos

de la adaptación digital de la red local de carreteras. Se trata de una propuesta para diseñar un plan de adaptación digital de las carreteras locales en 5 pasos:

- **Paso 1: Constituir un equipo de trabajo que lidere la adaptación digital.** Se sugiere la incorporación de perfiles tecnológicos, técnicos expertos en carreteras y movilidad y responsables de las administraciones locales.
- **Paso 2: Realizar un diagnóstico de la situación actual.** Como resultado debería elaborarse un mapa de necesidades y prioridades.
- **Paso 3: Desarrollar un plan de adaptación digital de la red local de carreteras y su gestión** en el que se establezcan objetivos a alcanzar, prioridades, acciones a llevar a cabo, plazos previstos, implicados, presupuesto, etc.
- **Paso 4: Diseñar un plan de formación,** tanto de formación inicial y específica de los técnicos que vayan a participar de manera directa en el proceso de adaptación digital, como de formación continua como garantía para la optimización de los beneficios de la adaptación digital.
- **Paso 5: Evaluación continua a lo largo del desarrollo del plan,** de manera que se puedan corregir tendencias, potenciar áreas de acción, incorporar nuevas necesidades, etc.
- **Paso 6: Difusión de información y participación pública,** de cara a conseguir el máximo apoyo interno e involucrar al sector privado y a la ciudadanía en una nueva forma de trabajo.