

# M2F

Move to Future

## Área 3 – Movilidad conectada, cooperativa y autónoma (CCAM)



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE CIENCIA  
E INNOVACIÓN



AGENCIA  
ESPAÑOLA DE  
INVESTIGACIÓN

## Contenido

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | Factores que afectan a la Movilidad Conectada, Cooperativa y Autónoma (CCAM). Tendencias 2030.....   | 3  |
| 2     | Visión y Objetivos.....  | 7  |
| 3     | Prioridades Estratégicas y Tecnologías Facilitadoras.....  | 9  |
| 3.1.  | ADAS y conducción autónoma .....   | 9  |
| 3.1.1 | Nuevas arquitecturas para vehículos inteligentes (Software Defined Vehicles) .   | 9  |
| 3.1.2 | Definición de ODDs para la aplicación de los diferentes sistemas de autonomía .....  | 10 |
| 3.1.3 | Sistemas de conducción autónoma en entornos controlados sin personas a bordo (i.e. valet parking, entornos logísticos, etc.).....                    | 11 |
| 3.1.4 | Sistemas de navegación y control cooperativos y adaptativos a cualquier vehículo y condición (i.e. meteorológica, de tráfico o infraestructura)..... | 12 |
| 3.1.5 | Sistemas avanzados basados en IA para comprensión de entornos.....   | 14 |
| 3.1.6 | Sistemas de interacción hombre máquina para supervisar y ayudar al conductor y mejorar la experiencia de usuario .....                               | 15 |
| 3.1.7 | Definición de framework para validación y verificación de sistemas de ayuda a la conducción.....   | 15 |
| 3.1.8 | Seguridad funcional (safety) en el desarrollo SW .....   | 15 |
| 3.1.9 | Ciberseguridad y supervisión para garantizar condiciones de mínimo riesgo... ..  | 17 |
| 3.2   | Conectividad e infraestructura inteligente .....   | 18 |
| 3.2.1 | Uso y aplicaciones del 5G para soluciones CCAM .....   | 18 |
| 3.2.2 | Estándares de comunicación de corto alcance .....  | 20 |
| 3.2.3 | Interoperabilidad entre distintos sistemas (embarcados/infraestructura) .....  | 21 |
| 3.2.4 | Creación circuitos experimentación V2X carretera abierta. Sandbox.....   | 22 |
| 3.2.5 | National Access Point para publicación de eventos V2X .....  | 23 |
| 3.2.6 | Uso del vehículo como nodo sensorial para suministrar información de seguridad y condiciones de tráfico.....   | 24 |
| 3.2.8 | Despliegue casos de uso enfocados a la protección de usuarios vulnerables ... ..   | 26 |
| 3.3.  | Gestión de movilidad: urbana, interurbana, transporte público y MaaS.....  | 27 |
| 3.3.1 | Gestión de datos.....  | 27 |

|   |           |
|---|-----------|
| 3.3.2 Adaptación de espacios y servicios en entornos urbanos..... | 29        |
| 3.3.3 Nuevos conceptos de movilidad .....                         | 30        |
| 3.3.4 Nuevos servicios de movilidad/modelos de negocio .....      | 31        |
| <b>4 Impactos esperados .....</b>                                 | <b>33</b> |



## 1 Factores que afectan a la Movilidad Conectada, Cooperativa y Autónoma (CCAM). Tendencias 2030

El **vehículo del futuro** deberá ser rediseñado para albergar nuevas tecnologías, componentes inteligentes y funcionalidades que modifiquen la experiencia de usuario gracias a la conectividad y la automatización, incrementen el confort y la seguridad de los ocupantes y todo ello de forma medioambientalmente sostenible.

La **Movilidad Cooperativa, Conectada y Automatizada**, en adelante **CCAM**, es un **enfoque integrado de la movilidad** que combina la cooperación entre vehículos, la conectividad a través de las tecnologías de comunicación y la automatización de funciones de conducción, reconfigurando nuestra forma actual de viajar y movernos. Esto implica que los vehículos se comuniquen entre sí, con la infraestructura vial y con otros usuarios, permitiendo una nueva forma de coordinar y cooperar la gestión del tráfico y la movilidad.

La automoción se encuentra inmersa en un **profundo proceso de transformación** en el cual las nuevas soluciones de movilidad impulsadas por la CCAM traerán numerosos **beneficios** para toda la ciudadanía:

- **Seguridad:** reducirá el número de muertes en carretera y accidentes causados por errores humanos, contribuyendo a la “Visión cero” de la UE que pretende conseguir para el año 2050 que haya cero víctimas mortales y cero heridos graves en accidentes.
- **Medioambiente:** reducirá las emisiones contaminantes y la congestión del tráfico.
- **Inclusión:** garantizará una movilidad inclusiva y un acceso equitativo a las mercancías.
- **Competitividad:** reforzará la competitividad de la industria europea a través del liderazgo tecnológico y la creación de empleo.

Actualmente ya existen vehículos con sistemas avanzados de asistencia a la conducción (ADAS) que intervienen en situaciones de peligro, pero en el futuro estos sistemas tendrán una visión 360º del entorno que les rodea, lo que permitirá reducir considerablemente los tiempos de reacción y tomar el control del vehículo durante periodos prolongados, o incluso en algún momento, no necesitar intervención humana.

Entre los beneficios y aplicaciones de la CCAM destaca que la **conducción automatizada** puede llegar a duplicar la capacidad de las infraestructuras viales, suavizar el flujo de tráfico y permitir el uso de las carreteras en horas no punta para el transporte de mercancías.

Por otra parte, la CCAM facilitará la integración de los **servicios de movilidad compartida** con el transporte público y las plataformas de movilidad como servicio (MaaS). Esto proporcionará movilidad accesible a las personas discapacitadas o que no pueden o no desean conducir, además de ofrecer soluciones de transporte y entrega de mercancías de bajo riesgo para la salud, especialmente importante en situaciones epidémicas como la pandemia de COVID-19.

Se espera que el uso de CCAM compartidos aporte múltiples beneficios, entre ellos: servicios flexibles, personalizables, más extendidos y accesibles, reducción de la contaminación acústica

y atmosférica y mejor uso del espacio urbano, al tiempo que proporciona una experiencia de viaje más segura, cómoda e integrada.

En cuanto **al transporte de mercancías**, actualmente existen problemas debido a la escasez de conductores y la demanda de mejores condiciones de trabajo. En este sentido, la automatización en el transporte de mercancías puede aumentar la productividad y mejorar la eficiencia, permitiendo el transporte de mayores cantidades de mercancías con el mismo tiempo de tránsito e incluso ahorrando energía. El “platooning” y niveles más altos de automatización pueden aumentar la resistencia de las cadenas de suministro al requerir menos intervención humana.

También se espera que la CCAM mejore la **eficiencia operativa de los nodos logísticos**, integrando el transporte por carretera con otras operaciones logísticas; por ejemplo, si se conoce de antemano la llegada de camiones a una terminal, la planificación puede ser más eficiente al evitar la congestión. Además, los sistemas autónomos podrían facilitar las **operaciones de última milla** entre los centros logísticos y las terminales portuarias, lo que reduciría las barreras actuales para el transporte intermodal.

Europa tiene una oportunidad única de consolidar su papel de liderazgo en la movilidad conectada, cooperativa y automatizada frente a la creciente competencia en las cadenas de valor y los mercados mundiales. La **Oficina Europea de Patentes (OEP)** afirmó en un informe reciente que el número de solicitudes de patentes europeas relacionadas en el área de CCAM está creciendo 20 veces más rápido que para otras tecnologías. El estudio muestra que **Europa representó el 37,2% de todas las solicitudes de patentes** relacionadas con tecnologías de vehículos de autónomos en la OEP entre 2011 y 2017, por delante de China (3%), Japón (13%) y Estados Unidos (33,7%).

#### Factores clave

A pesar del impacto positivo de la implementación de la CCAM, su despliegue todavía no se ha producido debido a que existen factores, más allá de los retos tecnológicos, que no lo permiten y en los que es necesario realizar un mayor esfuerzo:

- **Demanda insuficiente** debido al desconocimiento por parte de la sociedad de los beneficios potenciales de la movilidad basada en CCAM.
- **Bajos niveles de inversión en I+D** ya que la financiación pública en I+D y la inversión privada en tecnologías CCAM están fragmentadas y resultan insuficientes para mantener e incrementar el liderazgo en el despliegue de CCAM. El conocimiento de estas tecnologías, su validación, evaluación del impacto y valoración por parte de los usuarios permitirá mejorar la competitividad a nivel internacional.
- **Madurez tecnológica insuficiente** de las soluciones CCAM para su transferencia al mercado y adopción generalizada. Esto depende de dos factores principales de complejidad: el tráfico y la velocidad del vehículo. Es necesario abordar formas de tráfico complejas a velocidades menores para limitar el riesgo de accidentes.
- **Falta de una visión y estrategia común** y a largo plazo que tenga en cuenta a todos los agentes implicados. Es fundamental que los esfuerzos de I+D se coordinen y orienten hacia el ecosistema en su conjunto, a la vez que cumplen con una visión a largo plazo en la que el valor principal se orienta a los beneficios sociales de la CCAM.

- **Limitadas acciones piloto y de demostración**, debido a la necesidad de una cadena de valor intersectorial amplia y bien coordinada, que requiere de una gran interacción entre las partes interesadas públicas y privadas. Es obligatorio crear entornos de cooperación eficientes, económicamente rentables y transparentes entre las autoridades locales y regionales, y el sector privado para desarrollar sistemas interoperables y condiciones de operación inclusivas y accesibles.

Para lograr vencer estos factores y conseguir acelerar el despliegue de la CCAM es necesaria la **coordinación** entre todos los agentes y usuarios implicados en **la I+D+i, la normalización y la reglamentación**, asegurando que las inversiones a nivel local, regional, nacional y de la UE, tanto de naturaleza pública como privada, se complementen entre sí.

Cabe destacar la importancia de la **creación de entornos de referencia en carretera abierta** que permitan diseñar, ensayar y desplegar las diferentes tecnologías y funcionalidades asociadas, que incluyen tanto las tecnologías embarcadas en los vehículos, como las tecnologías asociadas a las nuevas infraestructuras de carreteras inteligentes y conectadas. Estos entornos se deben complementar con laboratorios y herramientas de simulación que permitan probar la enorme variedad de tecnologías y escenarios a contemplar.

### Tendencias 2030

La digitalización, y en particular, tecnologías como ITS-G5, las redes 5G y su evolución hacia 6 y 7G, la Inteligencia Artificial, el IoT, y los componentes y sistemas electrónicos, desempeñarán un papel fundamental en el desarrollo de la CCAM. Con los nuevos participantes de la industria de la digitalización en el mercado de la movilidad, las reglas del mercado podrían cambiar drásticamente y obligar a los actores industriales más consolidados a emprender cambios radicales con lo que esto repercute en la mano de obra, las inversiones y los modelos empresariales.

Para mantener los beneficios económicos a largo plazo en este ámbito, es obligatorio mantenerse a la vanguardia de la innovación. Esto cobra especial relevancia para conseguir mantener el posicionamiento por delante de, por ejemplo, EE. UU. y China como principales competidores de Europa.

A continuación, se resumen 3 de las principales tecnologías cuyos avances están permitiendo el despliegue de soluciones basadas en CCAM:

- **La conectividad**, con la implantación del 5G: los futuros avances en este campo, incluida la evolución (tecnológica y social) hacia el 6G y, más adelante, el 7G, serán esenciales para un uso eficaz y eficiente de las tecnologías CCAM. Las comunicaciones V2V y V2I fiables, basadas en 5-7G, son requisitos clave para la CCAM. Esto está vinculado a la eminente necesidad de disponer de mapas HD precisos, disponibles y actualizados.
- **La Inteligencia Artificial (IA)**: que puede facilitar un mayor desarrollo de la CCAM. Especialmente cuando se aprovechan las oportunidades que ofrece la IA para avanzar en el enfoque de nuevos algoritmos y optimización de sistemas, teniendo en cuenta la seguridad, la comodidad, la eficiencia del transporte y el consumo de energía. La interacción con el usuario utilizando inteligencia artificial, por ejemplo,

mediante lenguaje natural, también tendrá un papel importante. Gracias a esta tecnología la adopción de soluciones de movilidad habilitadas para CCAM puede aumentar en gran medida.

- **La puesta en común de datos** en toda Europa y entre los distintos agentes de la industria es un factor clave para la CCAM. Se están dando pasos hacia la aplicación práctica, con proyectos financiados por la UE como L3-Pilot y Hi-Drive. Se está trabajando para determinar qué intercambio de información es absolutamente necesario para garantizar el intercambio de datos para un fin determinado. La privacidad, la protección y la gobernanza de los datos, así como el desarrollo de un enfoque conjunto para hacer frente a las ciberamenazas, desempeñarán un papel importante en el futuro de la CCAM.

Existe, además, un trabajo por hacer en el ámbito de la regulación. ¿Quién es responsable en caso de accidente, el vehículo o el conductor? ¿Cómo se combinan en el tráfico vehículos autónomos conectados con convencionales? El hecho de que el software sea vital para el funcionamiento adecuado de cientos de sistemas y el encargado de definir y diferenciar la experiencia de cliente hace que los fabricantes tradicionales se integren verticalmente y tomen el control sobre desarrollos que antes se encargaba a proveedores.

El punto de partida para el despliegue de CCAM debe ser la comprensión de las necesidades de los usuarios y los aspectos sociales de la movilidad, junto al avance de las tecnologías y la demostración de la madurez a gran escala.

También son necesarias las Tecnologías Clave Facilitadoras (KEY – Key Enabling Technologies) para mejorar las soluciones, aplicadas a aspectos como la detección, la fusión de sensores y la mejora de los sistemas de seguridad.

La integración global del sistema de transporte complementa la interacción segura entre las personas y las máquinas y las necesidades de la gestión del tráfico y las flotas para proporcionar apoyo a las infraestructuras físicas y digitales. Además, antes de realizar demostraciones a gran escala, es necesario validar el funcionamiento seguro y resistente de los sistemas. Para ello, es fundamental disponer de laboratorios y entornos de referencia adecuados y de último nivel.

Por último, todas las actividades deberán estar vinculadas a través de la coordinación de todas las partes interesadas, lo que garantiza la alineación, la interoperabilidad y la aceleración de la adopción de la innovación, un ejemplo de esta coordinación son los grupos de trabajo (Clústeres) definidos por el Partenariado europeo CCAM.

### Tejido nacional

En este proceso de transformación en el que se encuentra todo el sector de automoción, tanto de Europa como del resto del mundo, la industria española juega un papel relevante, y se enfrenta a una transformación radical derivada de los nuevos esquemas de movilidad, las exigencias medioambientales, la necesidad de digitalización y el cambio en la demanda de los usuarios.

Para que la industria de automoción española siga siendo competitiva en los mercados globales, es necesario invertir en I+D+i en aquellos ámbitos que resulten diferenciadores para la atracción de futuros proyectos y apostar por los nuevos esquemas de movilidad, invirtiendo en proyectos colaborativos con participación de las administraciones públicas y con agentes de otras cadenas de valor (TICs, Infraestructuras, logística, etc.).

Afortunadamente, **en España existen las condiciones favorables** para abordar estos retos y responder a las necesidades de la movilidad del futuro:

- Un **sector de automoción fuerte**, ya que el sector español representa el 10% del PIB nacional y el 18% de las exportaciones, situándose actualmente en la 2ª posición en Europa y la 9ª mundial en fabricación de vehículos.
- **Compañías multinacionales líderes** en innovación, desarrollo y fabricación de componentes para automoción, con sus sedes y centros de decisión e I+D en España.
- Alrededor de estas compañías tractoras se encuentra un **rico ecosistema** compuesto por pymes proveedoras de tecnologías y start-ups, universidades y centros tecnológicos punteros, etc.
- El **territorio español ofrece una amplia diversidad de condiciones**, de conducción, combinando ciudades de diferente dimensión con entornos rurales, entornos con diferentes condiciones atmosféricas y físicas de terreno, y áreas transfronterizas con Portugal y Francia para aspectos de interoperabilidad.
- Presencia de entidades relevantes, muy activas en innovación y tecnologías emergentes en **cadenas de valor** relacionadas como son logística, energía, TICs, infraestructuras, etc.
- Experiencias previas exitosas de colaboración con las Administraciones competentes en materia de movilidad inteligente.

## 2 Visión y Objetivos

Con la elaboración de esta Agenda de Prioridades Estratégicas en relación con la Movilidad Cooperativa, Conectada y Autónoma se persiguen los siguientes objetivos estratégicos:

- **Impulsar la innovación y la competitividad del sector:** Establecer una agenda de prioridades estratégicas permite impulsar la innovación en el sector de automoción español, fomentando el desarrollo de tecnologías avanzadas en conducción autónoma y conectada. Esto contribuirá a mantener la competitividad de la industria de automoción y movilidad en el contexto global y promover el liderazgo tecnológico, atrayendo nuevos proyectos.
- **Estimular la colaboración y la cooperación a lo largo de toda la cadena de valor:** identificando áreas relevantes de colaboración entre fabricantes de vehículos, proveedores de componentes y de tecnología, centros tecnológicos, universidades, administraciones, etc. y extendiendo esta colaboración a otros sectores como infraestructuras, TICs, logística, energía, etc. sin los cuales el despliegue de CCAM no podrá hacerse efectivo.



- **Contribuir al establecimiento de marcos regulatorios adecuados**, gracias a la identificación de los desafíos regulatorios y legales que deben abordarse para el despliegue exitoso de la conducción autónoma y conectada. Se busca establecer marcos normativos claros y adaptados, considerando aspectos como la responsabilidad legal, la protección de datos y la ciberseguridad.
- **Generar conocimiento en torno a tecnologías esenciales** en la conducción autónoma y conectada, tales como inteligencia artificial, algoritmos, metodologías de test y validación, fusión de datos, sensorica, tecnologías de comunicación, etc.
- **Impulsar la formación y el empleo**: La conducción autónoma y conectada requiere nuevos perfiles profesionales y habilidades específicas. Al establecer una agenda de prioridades, se pueden identificar las necesidades de formación y capacitación en el sector de automoción español, promoviendo programas educativos y de formación para preparar a los trabajadores y aprovechar las oportunidades de empleo generadas por estas tecnologías.
- **Mejorar la seguridad vial y la eficiencia en el tráfico**: La conducción autónoma y conectada tiene un impacto significativo en la sociedad gracias a la reducción de los accidentes de tráfico y a la mejora del confort en la conducción, que lleva asociada también una mejora desde el punto de vista medioambiental.

En definitiva, la elaboración de esta agenda de prioridades estratégicas busca identificar y potenciar aquellos aspectos diferenciadores del ecosistema de automoción y movilidad español para lograr un posicionamiento destacado. Se pretende impulsar la colaboración y la innovación, aprovechando las fortalezas y capacidades del sector español, para el desarrollo y lanzamiento de nuevos proyectos en el ámbito de la CCAM. Esto permitirá no solo avanzar en la transformación de la movilidad y el despliegue de la conducción autónoma y conectada, sino también fortalecer la posición de España como un actor relevante en este campo, generando oportunidades de crecimiento económico y empleo en el sector de la automoción y la movilidad.

Para la identificación de las prioridades estratégicas, se establecen tres ámbitos:

- **ADAS y Conducción Autónoma**

Se centra en ampliar y mejorar los sistemas ADAS y la conducción autónoma. Se busca desarrollar nuevas arquitecturas que permitan una mayor integración y procesamiento de datos en tiempo real, optimizando así la toma de decisiones y la ejecución de acciones en los vehículos autónomos. Además, se propone trabajar en la ampliación de los Operational Design Domains (ODD), definiendo las condiciones en las cuales los vehículos pueden operar de manera segura y eficiente. Asimismo, se enfoca en el desarrollo de sistemas avanzados basados en inteligencia artificial, como el aprendizaje profundo, para una mejor comprensión de los entornos de conducción. También se buscan sistemas de interacción hombre-máquina más sofisticados y se propone establecer frameworks para la validación y verificación de los sistemas de ayuda a la conducción, garantizando la seguridad funcional y la ciberseguridad.

- **Conectividad e Infraestructura Inteligente**

Se proponen tecnologías de comunicación avanzadas, como el 5G y siguientes 6 y 7G, para facilitar una comunicación segura y confiable entre los vehículos, las infraestructuras y los servicios externos. Asimismo, se propone adaptar las

infraestructuras viales para ser más compatibles con la conducción autónoma, instalando sensores y sistemas de gestión del tráfico que optimizan el flujo vehicular. Además, se proponen nuevos servicios y aplicaciones relacionados con la movilidad, que mejoren la experiencia del usuario, promoviendo una movilidad más eficiente y confortable.

- **Gestión de la movilidad**

En este ámbito se proponen soluciones para una gestión eficiente de las flotas de vehículos autónomos, desarrollando soluciones de seguimiento, control y planificación de rutas optimizadas. También se promueven modelos de movilidad compartida, como el carsharing, que reducen la necesidad de posesión individual de automóviles y contribuyen a una movilidad más sostenible y a la reducción de la congestión en las ciudades. Además, se busca la integración de diferentes modos de transporte en plataformas y aplicaciones, facilitando la planificación y reserva de viajes multimodales. De esta manera, se promueve una mayor eficiencia en el uso de los vehículos y una transición más fluida entre diferentes modos de transporte.

## 3 Prioridades Estratégicas y Tecnologías Facilitadoras

A continuación, se detallan las prioridades establecidas en cada uno de los bloques indicados anteriormente, incluyendo una descripción, ámbitos de desarrollo, listado de posibles casos de uso, cuando aplique, y tecnologías habilitadoras.

### 3.1. ADAS y conducción autónoma

#### 3.1.1 Nuevas arquitecturas para vehículos inteligentes (Software Defined Vehicles)

El Software Defined Vehicle (SDV, por sus siglas en inglés) representa la consecuencia de la continua transformación del automóvil, que ha evolucionado de ser principalmente un producto basado en hardware a convertirse en un dispositivo electrónico sobre ruedas centrado en el software. Esta transición es la respuesta a la creciente demanda de flexibilidad y adaptabilidad en la industria automotriz. Los vehículos ya no son simplemente máquinas mecánicas, sino plataformas tecnológicas altamente sofisticadas

Una de las características principales del SDV es su capacidad para activar nuevas funciones de manera individual, ajustándose a las necesidades específicas de cada conductor. Esto significa que, en el futuro, los propietarios de vehículos podrán personalizar su experiencia de conducción mediante la adición de características y mejoras a medida que estén disponibles. Esta flexibilidad representa un cambio radical en la forma en que percibimos y utilizamos nuestros automóviles, convirtiéndolos en productos altamente adaptables

Las ventajas del SDV son numerosas y significativas. En primer lugar, al tratarse de un enfoque basado en software, los automóviles se vuelven más inteligentes y conectados, lo que permite una mayor interacción con el entorno y otros vehículos. Además, los propietarios podrán recibir actualizaciones a través de la transmisión inalámbrica (OTA), que abarcan desde parches de seguridad hasta mejoras en el sistema de entretenimiento, así como ajustes y monitorización de las capacidades esenciales del vehículo, como el tren motriz y la dinámica del automóvil. Esta capacidad de mantenerse actualizado sin requerir visitas al taller aumenta la comodidad y la seguridad del conductor

Sin embargo, no debemos pasar por alto los desafíos que plantea la implementación del SDV. La creciente dependencia del software conlleva riesgos en cuanto a la ciberseguridad y la privacidad de los datos, que deben abordarse de manera exhaustiva. Además, la transición hacia un enfoque más centrado en el software requiere una adaptación significativa tanto en la industria como en la regulación, lo que puede ser un proceso complejo. A pesar de estos desafíos, el SDV promete revolucionar la forma en que percibimos y utilizamos nuestros vehículos, brindando una mayor flexibilidad y personalización a los conductores mientras avanzamos hacia una movilidad más conectada y eficiente.

### 3.1.2 Definición de ODDs para la aplicación de los diferentes sistemas de autonomía

La Sociedad de Ingenieros automovilísticos (SAE, en inglés), revisó en 2021 los distintos niveles de autonomía para sistemas ADAS y de conducción autónoma, permitiendo que el desarrollo y comercialización de este tipo de sistemas se realiza por fases.

La mayoría de los sistemas existentes se encuentran en un nivel 2 de automatización, con algunos más avanzados en niveles 3 y 4, pero aún existen muchas limitaciones técnicas que restringen las capacidades de dichos sistemas. Debido a estas limitaciones, es necesario definir un dominio operacional de diseño (ODD, en inglés), esto es definir bajo qué condiciones estos sistemas están diseñados para funcionar. Sin embargo, no existe aún una estandarización de dicho proceso, siendo necesario desarrollar una metodología que permita definir ODDs con métricas representativas que permiten tanto a reguladores como clientes finales evaluar o comprender el comportamiento de estos sistemas.

La importancia de los ODD radica en su capacidad para establecer límites y restricciones claros. Al definir los ODD, podemos delimitar los escenarios de conducción en los que los vehículos autónomos pueden funcionar sin problemas. Esto nos permite desarrollar algoritmos y sistemas de control específicos que se adapten a esas condiciones y tomen decisiones coherentes y seguras.

Los ODD también son cruciales para la validación y pruebas de los sistemas autónomos. Al tener una comprensión clara de los escenarios en los que el vehículo operará, podemos diseñar pruebas exhaustivas y realistas para verificar el rendimiento y la seguridad de los sistemas autónomos en situaciones reales.

Además, los ODD son esenciales para establecer expectativas realistas sobre las capacidades de los vehículos autónomos. Al definir claramente los límites y restricciones de los ODD, podemos evitar expectativas excesivas o peligrosas de los conductores y garantizar una transición segura entre la conducción autónoma y la conducción manual.

Una vez un ODD esté definido, éste debe ser utilizado para controlar que los sistemas no se utilicen fuera de su ODD. Habría que observar la información disponible y determinar si estamos dentro o fuera del ODD. Esto se haría de forma automática para sistemas de nivel 3 y 4, y por el conductor para niveles 1 y 2. El trabajo y la definición adecuada de estos ODD será fundamental para el avance en sistemas más avanzados de seguridad y ayuda a la conducción en la próxima década, permitiendo la inclusión de funciones más automatizadas en entornos más restringidos.

### 3.1.3 Sistemas de conducción autónoma en entornos controlados sin personas a bordo (i.e. valet parking, entornos logísticos, etc.)

La implementación de sistemas de conducción autónoma en entornos controlados sin personas a bordo marca un paso inicial fundamental en la adopción de vehículos autónomos. Uno de los primeros pasos en la adopción de vehículos autónomos puede ser la automatización del transporte de mercancías, eliminando por completo la necesidad de intervención humana en la operación. Esto no solo representa un avance tecnológico, sino también una solución eficiente para la logística y el transporte en entornos específicos.

En entornos logísticos o controlados, tales como zonas de parking, almacenes o instalaciones industriales, la ventaja de implementar vehículos autónomos radica en la limitación de situaciones variables y complejas que pueden ocurrir en comparación con el tráfico abierto en las carreteras. Aquí, la previsibilidad es alta y las condiciones son más estables, lo que facilita la programación y anticipación de las acciones del vehículo autónomo.

La automatización del transporte de mercancías en entornos industriales, además de brindar eficiencia y precisión, mejora significativamente la seguridad en estas instalaciones. La manipulación y movimiento de materiales dentro de un entorno industrial puede representar un riesgo para la salud de los operadores humanos en caso de accidente. La adopción de vehículos autónomos reduce este riesgo al mínimo, garantizando una operación más segura y eficaz en estas áreas críticas de producción y logística.

Además, la capacidad de realizar tareas como el estacionamiento autónomo de vehículos en espacios reducidos contribuye a optimizar la gestión de recursos y espacios en instalaciones industriales, en parkings públicos o en espacios multitudinarios, mejorando la eficiencia y la seguridad en general.

Algunos ejemplos de casos de uso con niveles altos de automatización tales como Automated Valet Parking, Platooning, Shuttles de última milla, etc. han sido demostrados

en proyectos financiados por la Comisión Europea como AUTOPILOT<sup>1</sup> o L3PILOT<sup>2</sup>, entre otros.

Por último, cabe mencionar la importancia de regulación por parte de la Comisión Europea y de los Estados Miembros que requiere el despliegue de estos servicios<sup>3</sup>. En este sentido se están realizando avances, como la aprobación en 2022 del reglamento EU2019/2144 que introduce una serie de sistemas avanzados obligatorios de asistencia al conductor y establece el marco jurídico para la homologación de vehículos automatizados y totalmente sin conductor en la UE (L3 y L4)<sup>4</sup> y que se introducirá progresivamente entre 2024 y 2029.

Las actuaciones propuestas en este ámbito teniendo en cuenta las prioridades para los próximos años y la evolución de la normativa, son las siguientes:

- Desarrollo y validación de funciones para casos de uso como los mencionados anteriormente, que permitan desplegar los servicios cuando la normativa se apruebe.
- Investigación y desarrollo de nuevas funcionalidades en entornos logísticos que respondan a las necesidades de seguridad, eficiencia y productividad, aprovechando las capacidades que ofrece la conectividad y la automatización.
- Realización de pilotos en entornos controlados que permitan garantizar la robustez de los sistemas y funcionalidades desarrollados.

### 3.1.4 Sistemas de navegación y control cooperativos y adaptativos a cualquier vehículo y condición (i.e. meteorológica, de tráfico o infraestructura)

La variabilidad de las condiciones de circulación y los posibles problemas de deterioros o falta de disponibilidad de las infraestructuras suponen otro gran reto para los sistemas ADAS, al aumentar la complejidad a la hora de diseñar y actuar en los distintos ODD posibles.

Si hablamos de circulación, poder intercambiar información con los vehículos del entorno gracias al V2V, tales como ruta a seguir, intención de tomar salidas, cambios carril o de velocidad, averías, detección de accidentes, deterioros en el pavimento, etc, puede ayudar a mejorar la fluidez del tráfico y reducir el número de accidentes al tener un conocimiento del entorno y de su evolución en tiempo real. Además, ayudará a los servicios implicados para actuar lo más rápida y eficientemente posible de cara a restaurar las condiciones de circulación normales. De igual manera, el hecho de disponer de esta información por la parte de la infraestructura ayudará a la toma de decisiones, mejorando así la circulación. Un ejemplo es el de no tomar la decisión de poner un semáforo en rojo si no hay ningún

---

<sup>1</sup> <https://autopilot-project.eu/>

<sup>2</sup> <https://l3pilot.eu/>

<sup>3</sup> <https://www.ccam.eu/paving-the-way-to-driving-automation-in-eu/>

<sup>4</sup> [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP\\_22\\_4312](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_22_4312)

vehículo ni peatón que necesite paso, lo que agilizaría la gestión del tráfico haciendo de una manera inteligente.

Las condiciones del entorno son fundamentales a la hora de conducir. No es lo mismo circular en un día sin nubes, con el suelo seco y una visibilidad perfecta, que hacerlo un día muy lluvioso, donde tendremos que extremar las precauciones debido a que la maniobrabilidad del vehículo se puede ver comprometida al igual que la visión. Para ello, contar con un posicionamiento GPS preciso en unos mapas con la resolución necesaria (mapa HD), y disponer de información meteorológica actualizada podrá ayudar a ir variando las condiciones de circulación (adaptando la velocidad, por ejemplo) lo que puede mejorar la gestión del tráfico en este tipo de circunstancias. Por otro lado, la inclusión de sensores en los vehículos a los que les sean transparentes este tipo de condiciones meteorológicas adversas, unido a los nuevos algoritmos de fusión sensorial, hará que la percepción siga siendo óptima y se puedan evitar situaciones de riesgo.

Es muy importante disponer de unos mapas correctamente actualizados donde la información sobre límites de velocidad, peligrosidad de giros, proximidad de rotondas, cruces, peajes, colegios y de demás elementos estén correctamente localizados e identificados para que la información esté disponible de forma veraz, la adaptación del vehículo a dichas situaciones y adapte la toma de decisiones.

Si hablamos de sistemas de conducción autónomo nivel 3, 4 y 5 también debemos adaptar los distintos sistemas a cualquier vehículo y condición. Concretamente aquí nos centramos sobre los sistemas de navegación y control que se encarga de la toma de decisiones y actuación sobre el vehículo. Este tipo de sistemas tienen como información lo siguiente: Localización y estado actual del vehículo, identificación y predicción del comportamiento de los distintos obstáculos, así como información topográfica, vial, límites de velocidad a través de un mapa digital.

La planificación es capaz de determinar la trayectoria más adecuada y segura para llevar un coche desde su ubicación actual hasta su destino deseado. Esta trayectoria incluye tanto el camino a seguir como la velocidad asociada a cada uno de los puntos de dicha trayectoria, y varía en tiempo real según cambia el tráfico o situación alrededor del vehículo. Es una parte esencial del sistema de conducción autónoma que permite que el vehículo tome decisiones informadas sobre cómo moverse en el entorno en el que se encuentra de forma eficiente y segura.

Control, por otro lado, toma dicha trayectoria de referencia (posición y velocidad deseadas) y lo traduce en distintas señales de actuación. Son los algoritmos encargados de actuar sobre los actuadores del vehículo (volante, freno y acelerador) de forma que la trayectoria deseada se siga con el menor error posible. Este a su vez, se divide en control longitudinal y lateral.

Ambos sistemas, navegación y control, deben ser adaptables tanto a las distintas necesidades del cliente, condiciones de tráfico/meteorológicas, así como a los distintos tipos de vehículos. El sistema de planificación debe ser capaz de gestionar la gran multitud de situaciones de tráfico que podría encontrar, decidir la maniobra más adecuada en cada momento y planificar la trayectoria y velocidad más óptima a seguir por el control. Además,

debe tener en cuenta distintos objetivos/preferencias definidas por el propio cliente o por identificación de distintas situaciones de tráfico. El control, por su parte, deben ser robustos y adaptables a la cantidad de situaciones en las que se puede encontrar el vehículo; tanto meteorológica, como de tráfico o distintas preferencias de conducción del cliente. Además, debe ser capaz de autocalibrar los algoritmos de control según las dinámicas de los distintos vehículos, permitiendo la generalización de dichos algoritmos para cualquier tipo de vehículo

### 3.1.5 Sistemas avanzados basados en IA para comprensión de entornos

En los últimos tiempos, hemos sido testigos de un avance sin precedentes en el ámbito de la inteligencia artificial. En especial, los sistemas avanzados basados en IA para la comprensión de entornos han emergido como una pieza clave en el desarrollo de tecnologías que prometen revolucionar múltiples sectores, siendo uno de los más destacados el de los sistemas inteligentes de transporte.

El papel de la tecnología en el mundo del transporte ha sido innegable, y hoy, gracias a una variedad de sensores avanzados, los vehículos están equipados con la capacidad de captar y procesar información de su entorno en tiempo real. Sensores de imagen, radares, lidar y ultrasonidos, entre otros, permiten a los vehículos construir un mapa detallado de su entorno, detectando desde obstáculos inmediatos hasta condiciones climáticas adversas.

Este entendimiento del entorno se potencia, en gran medida, por el auge del deep learning y otros modelos avanzados de IA. Estas técnicas permiten a las máquinas aprender y discernir patrones complejos basados en enormes volúmenes de datos, simular el razonamiento humano y tomar decisiones en milisegundos. Y, sin duda, este progreso en inteligencia artificial va de la mano con los avances en capacidad de computación, lo que posibilita procesar y analizar estos grandes conjuntos de datos de manera eficiente.

Para que estos sistemas de IA sean efectivos, es crucial entrenarlos con bases de datos extensas y variadas. Estas bases de datos, compuestas por miles de horas de grabación de carreteras, situaciones de tráfico y condiciones climáticas, permiten que los modelos de IA aprendan a reconocer y reaccionar adecuadamente ante cualquier eventualidad.

Hoy, existen prototipos de vehículos que no solo son capaces de reconocer su entorno, sino también de navegar por él de manera autónoma. Esta realidad anticipa una inminente revolución en la manera en que nos desplazamos y transportamos mercancías. Si bien el objetivo final es el coche autónomo generalista, capaz de operar de manera segura en cualquier contexto, ya estamos viendo la implantación de vehículos sin conductor en entornos más controlados o para situaciones específicas, lo que nos acerca cada vez más a ese futuro deseado.

### 3.1.6 Sistemas de interacción hombre máquina para supervisar y ayudar al conductor y mejorar la experiencia de usuario

En este tipo de sistemas es necesario la existencia de una interfaz hombre máquina que supervise tanto al conductor como al vehículo, para mejorar la seguridad, eficiencia y experiencia del usuario. Dicho supervisor debe disponer de una interfaz gráfica a través de la cual el usuario tendrá opción de elegir distintas opciones de conducción y consumo. Un modo suave por ejemplo conllevaría una conducción más confortable y un consumo más moderado, mientras un modo sport pues tiene un comportamiento más agresivo y consecuentemente consume más. Dicho modos o parámetros suponen cambios en los algoritmos que componen los sistemas ADAS y de conducción autónoma

La intervención o no del conductor viene determinada por dicho supervisor según sea la situación y el nivel de automatización del vehículo. Los modos auto, alerta o emergencia definen el nivel de atención necesario por parte del conductor dentro del vehículo. Un sistema capaz de detectar el comportamiento del conductor dentro del vehículo es necesario para comprobar si la atención necesaria se da o es necesario activar algún otro sistema de alerta.

### 3.1.7 Definición de framework para validación y verificación de sistemas de ayuda a la conducción

Todos los datos extraídos durante los rodajes en carretera abierta son utilizados como input para los distintos medios de validación y verificación para los sistemas de ayuda a la conducción. De esta manera, los casos de uso empleados en la validación de los sistemas de ayuda a la conducción que se extraen de dichos rodajes aumentan significativamente. Esto se hace aún más relevante en las plataformas de integración electrónica, donde se es capaz de llevar a cabo validaciones con la mayoría de los componentes, tanto a nivel HW como a nivel SW del vehículo.

La motivación principal de este nuevo framework para validación y verificación es conseguir que los sistemas sean cada vez más robustos, desde un punto de vista de la seguridad funcional (ISO26262) como de las limitaciones propias de los sistemas de ayuda a la conducción (SOTIF ISO21448)

### 3.1.8 Seguridad funcional (safety) en el desarrollo SW

La seguridad funcional en el sector de automoción es la implementación de medidas de protección para eliminar o mitigar los peligros causados por los fallos o el comportamiento no deseado de un sistema a nivel de vehículo.

La norma ISO 26262 proporciona a los fabricantes de automóviles y a sus proveedores una serie prácticas y guías para ayudar a garantizar que la seguridad funcional se logre en cada paso del diseño del producto. Otras normas como la ISO 21448 (SOTIF) complementan la



primera ampliando el número de requisitos por medio del análisis del sistema y la reducción de los estados no seguros y/o desconocidos, y resulta un elemento clave a la hora de establecer los requisitos de seguridad en conducción autónoma.

Sin embargo, a pesar de que la seguridad funcional en el desarrollo software en la industria está, como vemos, bastante bien establecida, las nuevas tendencias que afronta el sector (algunas de las cuales listamos en este mismo documento) provocan que sea necesario revisar la aproximación que se sigue en la misma. La evolución de las arquitecturas vehiculares hacia un modelo en el que el SW y el HW están cada día más desacoplados, tal y como hemos visto en 3.1.1, o la introducción de manera masiva de algoritmos de inteligencia artificial y autoaprendizaje, sistemas cooperativos, sistemas predictivos, etc. plantea como hemos dicho una serie de desafíos entre los que podemos encontrar los siguientes, sin limitarnos a ellos:

- Aislamiento y planificación de la ejecución de aplicaciones críticas y no críticas conviviendo en sistemas embarcados comunes (SoC). Arquitecturas SW robustas, máquinas virtuales, hipervisores, etc.
- Coexistencia de seguridad funcional con algoritmos de inteligencia artificial y sistemas de autoaprendizaje o *machine learning*. Los estándares actuales plantean una metodología donde los requisitos y los diseños de los elementos HW y SW del vehículo tienen un comportamiento que puede modelarse en forma de requisitos y la respuesta que dará ante ciertos estímulos puede predecirse. Sin embargo, los algoritmos de toma de decisiones basados en IA y/o ML requieren un proceso de validación mucho más amplio ya que la respuesta del sistema varían en función de mínimas variaciones en los estímulos de entrada, el histórico, etc.
- Determinación de una base de datos de ODDs (*Operational Design Domains*) diseñados y definidos con un nivel de detalle suficiente que se minimicen el número de eventos y estados desconocidos que puedan impactar la seguridad funcional del software desarrollado (tal cual se indica en la ISO 21448 o SOTIF), tanto a la hora de diseñar el sistema como, sobre todo, a la hora de validarlo.
- Actividades y entornos de validación y simuladores capaces de entregar las herramientas necesarias que permitan verificar que los exigentes requisitos de seguridad que las aplicaciones de los vehículos conectados y autónomos requieren pueden cumplirse antes de lanzarse al mercado. La complejidad de los sistemas de CCAM y la prueba y validación de dichos sistemas supone el mayor desafío para la industria, de acuerdo a recientes encuestas. Realizar una validación únicamente basada en *driving tests* no es suficiente y por tanto se precisa una combinación de los mismos y simulaciones y validaciones estadísticas. De ahí que sea tan importante la definición de ODDs. Este punto está íntimamente ligado a lo explicado en el apartado 3.1.7.
- Aseguramiento de la seguridad funcional del vehículo como sistema completo a lo largo de su ciclo de vida, frente a las actualizaciones (tanto funcionales como de seguridad) de cada uno de los elementos que forman el mismo.
- 

Durante los próximos años el sector deberá dar soluciones a estos y otros retos por medio de nuevos estándares y soluciones técnicas y estratégicas.

### 3.1.9 Ciberseguridad y supervisión para garantizar condiciones de mínimo riesgo

En los últimos años, con el auge de la conectividad, la movilidad y las experiencias de trabajo remoto la ciberseguridad ha cobrado cada vez más importancia en diferentes ámbitos. El sector de automoción no es diferente, y en el mismo ha habido un progreso sustancial a nivel de regulaciones y recomendaciones. En marzo de 2021, UNECE WP.29 aprobó la regulación 155 sobre ciberseguridad en el vehículo y la gestión de la ciberseguridad en las empresas del sector. Ese mismo año se liberó la primera versión de la ISO/SAE 21434 que proporciona las recomendaciones necesarias tanto a nivel de políticas y procedimientos como de desarrollo de productos para cumplimiento de la regulación.

Hay una serie de factores que hacen que la ciberseguridad vaya a cobrar aún más importancia en los años venideros dentro de este sector. Especialmente relevante es la paulatina migración hacia el paradigma de *Software Define Vehicle*. Esto implica mayor cantidad de SW en los vehículos, coexistencia en el mismo SoC de sistemas safety critical con otros sin requisitos de safety, aumento de funciones de conectividad (tanto con la nube como con otros vehículos e infraestructura), mayor número de sensores (ADAS o de otro tipo) y por tanto mayor número de elementos que interactúan con el exterior del vehículo y en consecuencia mayor número de vectores de ataque. Asimismo, la posibilidad de añadir funcionalidades nuevas en los vehículos durante su ciclo de vida, lo que puede añadir nuevas vulnerabilidades al sistema, implica que la ciberseguridad deba tenerse en cuenta de forma global y durante todo el ciclo de vida del vehículo. Del mismo modo aumentan el número de datos que se manejan, y la posibilidad de enlazar esos datos con un PII principal hace que sea más necesario reforzar los mecanismos de ciberseguridad del vehículo.

Las prioridades estratégicas giran en torno a unos elementos principales que se enumeran a continuación:

- Establecimiento de sistemas de gestión de la ciberseguridad (CSMS) en las empresas del sector, con una serie de políticas, responsabilidades y roles bien definidos y que se apliquen de forma transversal.
- Cumplimiento con las normativas y regulaciones relativas a ciberseguridad a la hora del diseño, desarrollo y validación y verificación de los sistemas. Esto implica la realización de análisis de riesgos, escaneo de vulnerabilidades, test de penetración, etc. La incorporación de mecanismos y herramientas que favorezcan la eficiencia de estas actividades debería ser prioridad de cualquier empresa del sector, de forma que se pueda contar con herramientas de gestión de las vulnerabilidades transversalmente a los diferentes proyectos, catálogos de amenazas, kits de pentesting, etc.
- Mantenimiento y supervisión de la ciberseguridad del vehículo durante todo su ciclo de vida, como hemos mencionado anteriormente, en estrecha cooperación con la cadena de proveedores. Dicha actividad implica el establecimiento de centros de operación de ciberseguridad (SOCs), equipos de respuesta a incidentes de ciberseguridad de producto (PSIRT) que sean capaces de detectar y dar respuesta a incidentes de ciberseguridad de la manera más rápida posible. Y por

supuesto, realizar las actualizaciones de seguridad pertinentes de forma remota y segura (Secure OTA) durante todo el ciclo de vida del vehículo.

- A nivel de tecnologías, para hacer frente al entorno cambiante y la gran cantidad de datos y servicios que se ejecutan y procesan dentro del vehículo, se hacen necesarios sistemas de detección y prevención de anomalías basadas en IA y ML. De la misma manera, la coexistencia de múltiples aplicaciones y sistemas operativos dentro del mismo SoC implica que, al igual que en el caso de safety, el asilamiento resulta primordial. Para ello se necesitarán técnicas de seguridad por capas o Defense-in-Depth.

## 3.2 Conectividad e infraestructura inteligente

### 3.2.1 Uso y aplicaciones del 5G para soluciones CCAM

El organismo encargado de los estándares de las tecnologías de redes de comunicaciones móviles celulares, el 3GPP<sup>5</sup>, empezó (desde 2017) a desarrollar tecnologías especialmente diseñadas para las comunicaciones en vehículos y, de hecho, en las especificaciones 5G, el vehículo conectado es un objetivo prioritario para poder proporcionar los servicios necesarios con la calidad requerida.

Las redes 5G no solo definen nuevas soluciones para la interfaz radio, sino que se apoyan y desarrollan tecnologías de “softwarización” de la red que representan, probablemente, la mayor revolución en las redes desde el nacimiento de Internet. Estas tecnologías complementarias: **SDN (Software Defined Networking)** [Xia2015] que consiste en separar el plano de control y el plano de datos de la red en nodos físicos distintos. La función de control se centraliza en nodos llamados controladores de red, que ofrecen interfaces de programación que permiten a las aplicaciones SDN configurar la red. Con SDN, la red es mucho más flexible y adaptable a necesidades que cambian con el tiempo; **NFV (Network Function Virtualization)** [Mijumbi2016] que traslada funciones de red de dispositivos hardware dedicados a funciones virtualizadas que se ejecutan en hardware de propósito general. Esto proporciona una gran flexibilidad en cuanto a cuándo, dónde, y cómo desplegar las funciones (servicios de red) necesarias en la red; **Segmentación de red o “network slicing”** [Campolo2017] que permite ofrecer diferentes servicios de red (o diferentes redes lógicas) utilizando la misma infraestructura de red física, por lo que es posible proporcionar un servicio de red personalizado para satisfacer distintas necesidades. Con “network slicing” la red puede garantizar requisitos de baja latencia a algunas aplicaciones al tiempo que sirve a las demandas de gran ancho de banda de otras aplicaciones, y sin desperdiciar recursos de red. SDN y NFV son tecnologías habilitadoras para implementar “network slicing” en la red; Soluciones **Muti-access Edge Computing (MEC)** [Spinelli2021] que despliegan una infraestructura TI (Tecnologías de la Información) con capacidades de virtualización en el borde de la red. Esta infraestructura permite desplegar funciones de red virtualizadas y aplicaciones en el borde de la red. Sin embargo,

---

<sup>5</sup> 3GPP – The 3rd Generation Partnership Project (3GPP) - <https://www.3gpp.org/>

debido a que todas estas tecnologías son recientes y están en continua evolución, existen todavía muchos retos en su aplicación para proporcionar servicios basados en comunicaciones a la movilidad conectada, cooperativa y autónoma.

Las soluciones planteadas por el 3GPP para proporcionar los niveles de acceso de las comunicaciones del vehículo conectado con tecnologías celulares, son conocidas de forma conjunta con el nombre de **C-V2X** (Cellular Vehicle-to-Everything): comunicaciones celulares para las comunicaciones entre vehículos y otros actores (otros vehículos, peatones, la infraestructura, o servidores en la red).

Estas comunicaciones C-V2X pueden utilizar la infraestructura a través de la interfaz denominada **5G Uu** o permitir la **comunicación directa** entre vehículos. La *Release 14* del 3GPP (de mediados de 2017) introdujo, por primera vez, comunicaciones D2D (directas) entre terminales específicamente pensadas para la comunicación entre vehículos, mediante la llamada interfaz PC5, y que permiten a los vehículos operar de manera distribuida en ausencia de infraestructura celular (estaciones base) y comunicarse sin transferir los datos sobre la red celular.

El 3GPP está en un proceso constante de mejora de las soluciones C-V2X, teniendo en cuenta los requisitos de servicios cada vez más avanzados. Un hito importante, ha sido el desarrollo de un nuevo estándar C-V2X (*Release 16*) basado en 5G NR (New radio) air interface [Castañeda2021]. **5G NR V2X** introduce funcionalidades avanzadas sobre la interfaz radio 5G NR para soportar casos de uso de conducción conectada y automatizada con estrictos requisitos. Por otro lado, las *releases* más recientes han ido mejorando, entre otros aspectos, el algoritmo de asignación autónoma de recursos radioeléctricos utilizado para las comunicaciones directas entre vehículos (*sidelink communications*) tanto para el modo 4 de LTE PC5 (*Release 15*) como para el modo 2 de 5G NR New radio) PC5 (*Release 16*).

#### Posibles casos de uso:

- Uno de los objetivos de C-V2X es hacer posibles servicios más allá de los básicos (servicios Day 1) considerados en las redes de corto alcance (802.11p). La combinación de los servicios de comunicación D2D entre vehículos, con servicios URLLC (de ultra-fiabilidad y baja latencia) y servicios con alta demanda de ancho de banda proporcionados desde la infraestructura en redes 5G, abren posibilidades a servicios como la conducción remota (servicio Day 3), asistencia remota en carretera, y muchos otros. Sin embargo, es necesario más trabajo para explorar cómo usar las versiones más recientes de las tecnologías C-V2X para proporcionar estos servicios.
- Servicios de vídeo: Entre los ejemplos de servicios avanzados están los servicios basados en vídeo. El servicio inicial más interesante de vídeo es el de “See-through” (mirar-a-través) en el que un vehículo comparte vídeo con otro, para permitirle “ver” una parte de la carretera que le está oculta (posiblemente por el propio vehículo que envía el vídeo). Muchas técnicas para el envío eficiente de vídeo pueden ser reaprovechadas y adaptadas a estos servicios en redes vehiculares.
-

Aspectos abiertos:

- Desarrollo de tecnologías para la provisión de servicios URLLC (de ultra-fiabilidad y baja latencia) necesarios para casos de uso de día 2 y día 2,5 con estrictos requisitos de comunicaciones (KPIs).
- Diseño de una nueva generación de algoritmos de asignación autónoma de recursos utilizados para las comunicaciones directas entre vehículos (sin pasar por la infraestructura) y que permitan de forma eficiente el envío de tráfico aperiódico con mensajes de longitud variable.
- Explorar el papel en la provisión de servicios de las distintas interfaces: LTE PC5, NR PC5, y NR Uu, y como pueden combinarse para la provisión de distintos servicios.
- La computación multiacceso en el borde (MEC) ha liberado el potencial de apoyo a los vehículos conectados a través de servicios de coordinación centralizados que se ejecutan cerca del borde de la red, normalmente en centros de datos a pequeña escala que dan servicio a una o varias estaciones base 5G (gNB). La disponibilidad de recursos informáticos en el borde de la red, junto con la baja latencia que ofrecen las redes 5G/6G NR, han demostrado ser adecuadas para aplicaciones de vehículos cooperativos como el platooning.

### 3.2.2 Estándares de comunicación de corto alcance

Para implementar las comunicaciones en vehículos se han especificado torres de protocolos y arquitecturas. Las torres de protocolos originales estaban basadas en comunicaciones IEEE 802.11p (IEEE 802.11 OCB –“Outside the Context of a Basic service set”-), un modo de funcionamiento del estándar IEEE 802.11 adaptado a las necesidades de las comunicaciones de vehículos.

El Instituto Europeo de Estándares de Telecomunicaciones (ETSI), a través de su comité técnico ITS (“Intelligent Transport System”), se encarga de especificar las normas que definen las tecnologías para las soluciones CCAM y, en concreto, ha desarrollado la torre de protocolos ITS-G5, una torre de protocolos para redes de vehículos, habilitando las comunicaciones directas entre vehículos, y entre vehículos y nodos en la infraestructura (RSUs o “RoadSide Units”). Esfuerzos similares han tenido lugar en otras regiones del mundo, como la torre de protocolos DSRC (“Dedicated Short Range Communications”) basada en estándares del IEEE<sup>6</sup> y de SAE International<sup>7</sup> en Estados Unidos. Tanto la FCC<sup>8</sup> como el ETSI reservaron espectro en la banda de 5,9GHz para servicios de comunicaciones en el vehículo conectado.

Dado el interés creciente en servicios de vehículo conectado y autónomo, con requisitos cada vez más estrictos de calidad (fiabilidad, latencia, ancho de banda) los estándares están evolucionando con la introducción de numerosas mejoras (segunda generación de comunicaciones V2X). Es reciente la publicación en el 2022 del estándar IEEE 802.11bd,

---

<sup>6</sup> IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers – <https://www.ieee.org>

<sup>7</sup> SAE international – <https://www.sae.org>

<sup>8</sup> FCC – Federal Communications Commission – <https://www.fcc.gov/>

evolución del 802.11p, que ha sido incorporado como ETSI EN 303 797 por el ITS-G5 y que busca introducir mejoras sustanciales en el rendimiento de la red, haciendo también posible la interoperabilidad y coexistencia entre los nuevos terminales IEEE 802.11bd con los terminales existentes IEEE 802.11p.

#### Casos de uso:

1. Seguridad: aplicaciones para la protección de vehículos, los ocupantes de los vehículos, y otros usuarios de las vías. Especial atención se presta a los usuarios vulnerables (VRU – “Vulnerable Road Users”), usuarios no protegidos por una carrocería de un vehículo: peatones, ciclistas y motociclistas.
2. Eficiencia: aplicaciones que permiten mejorar la eficiencia en el uso de los vehículos: permiten ahorrar combustible, tiempo de desplazamiento, o aprovechar mejor las vías para servir a más usuarios con la misma infraestructura. En muchos casos hay solape entre esta categoría y la anterior: por ejemplo, una aplicación que facilita la incorporación de un vehículo a una vía mejora la seguridad y la eficiencia.
3. Percepción colectiva y cooperativa: dónde la compartición masiva de información de sensores será una ayuda fundamental a maniobras complejas, que son un gran reto para vehículos autónomos, como atravesar una rotonda o una intersección (servicios de día 3). Este servicio está siendo estandarizado por ETSI ITS.

#### Aspectos abiertos:

- Experimentación con las nuevas tecnologías IEEE 802.11bd y su integración en las pilas de protocolos definidas por ETSI para los sistemas de transporte inteligente (ETSI ITS).
- Interoperabilidad y coexistencia entre los nuevos sistemas con IEEE 802.11bd y los sistemas existentes con IEEE 802.11p.
- Mecanismos de control de congestión de red que permitan adaptar el tráfico generado a los recursos de red, que hagan viables el despliegue de servicios vehiculares basados en una compartición masiva de información de sensores como la percepción colectiva y cooperativa (servicios de día 3).
- Incorporación de tecnologías de aprendizaje máquina a las comunicaciones y redes vehiculares que permitan mejorar su rendimiento logrando KPIs más exigentes (en latencia y ancho de banda) e incrementar su seguridad (detección de comportamientos anómalos y fraudulentos).
- Soluciones híbridas: Uno de los planteamientos posibles de cara al futuro es combinar comunicaciones IEEE 802.11p/IEEE 802.11bd con comunicaciones C-V2X (LTE PC5, NR PC5, y NR Uu), para lo que es necesario explorar la forma y la utilidad de esta solución.

### 3.2.3 Interoperabilidad entre distintos sistemas (embarcados/infraestructura)

La interoperabilidad es esencial para asegurar la conectividad efectiva entre dispositivos y sistemas, especialmente en el caso de vehículos conectados y su integración en el sistema de transporte autónomo.

Se centra en permitir que elementos de comunicación V2X en vehículo, dispositivos, infraestructura y aplicaciones se comuniquen de manera efectiva entre ellos y con otras partes del sistema, sin importar quién los utilice o dónde se encuentren.

La interoperabilidad es crítica en la implementación exitosa de los sistemas de vehículos conectados, ya que la complejidad aumenta a medida que se añaden más elementos y tecnologías al ecosistema. Aunque en el caso de comunicaciones basadas en estándares de corto alcance, la interoperabilidad debería estar garantizada por diseño, no siempre es el caso (ciberseguridad y uso de certificados verificados por entidad común). Si hablamos de comunicaciones de largo alcance nos situamos en el caso contrario, ya que al utilizar un back-end específico para la comunicación, es necesario un esfuerzo de integración cuando intervienen terceras partes.

Es prioritario definir y evolucionar estándares y arquitecturas que reflejen los avances tecnológicos y mantengan la compatibilidad e interoperabilidad entre los diferentes componentes. El desarrollo de estos estándares y protocolos es fundamental para facilitar el intercambio de información entre los sistemas de información y los dispositivos en los vehículos conectados. Estos estándares han de permitir una comunicación eficiente y segura.

Para alcanzar una interoperabilidad efectiva, es necesario un esfuerzo de colaboración entre diversos stakeholders, incluyendo fabricantes de automóviles, proveedores de tecnología, organismos de certificación y agencias gubernamentales. La adopción de estándares y la armonización de protocolos permitirán una integración más fluida de los vehículos conectados en el sistema de transporte, mejorando la eficiencia, la seguridad y la experiencia del usuario.

Por otro lado, en un entorno con un creciente número de sistemas conectados, el testing, validación y certificación adquieren mayor relevancia para garantizar un acceso fiable al transporte. La interoperabilidad, por su parte, ofrece una serie de beneficios, como la mejora de las comunicaciones y el intercambio de información, una mayor eficiencia en los sistemas de transporte, una reducción de costes y una experiencia de usuario más satisfactoria.

### 3.2.4 Creación circuitos experimentación V2X carretera abierta. Sandbox

Para facilitar el desarrollo y la implementación de tecnologías avanzadas en vehículos conectados y autónomos es necesario disponer de entornos de referencia que permitan la experimentación y validación de nuevos sistemas y servicios en situaciones reales. Un "sándico" es un entorno controlado y seguro diseñado específicamente para la creación de circuitos de experimentación y zonas de prueba y validación de vehículos autónomos y conectados V2X (Vehicle-to-Everything).

El concepto de sandbox proporciona un espacio virtual o físico donde los fabricantes de automóviles, proveedores de tecnología, investigadores y reguladores pueden colaborar para probar y evaluar la interoperabilidad, rendimiento y seguridad de los sistemas V2X. Estas zonas de experimentación ofrecen una infraestructura especializada que simula y

recrea escenarios de tráfico y comunicación en los que los vehículos conectados pueden interactuar con otros vehículos, peatones, infraestructuras y servicios de tráfico.

La creación de circuitos de experimentación V2X en carretera abierta y zonas de test y validación en entornos sandbox estratégicos es fundamental para garantizar que los vehículos conectados V2X cumplan con los estándares de seguridad y rendimiento exigidos. Estos entornos permiten probar y refinar algoritmos de comunicación, sistemas de detección y respuesta, protocolos de red y aplicaciones de servicios, entre otros aspectos cruciales para una implementación exitosa de los vehículos conectados.

En España, el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana trabaja en un sandbox de movilidad enmarcado en la nueva Ley de Movilidad Sostenible<sup>9</sup> con el objetivo principal de poner en marcha proyectos piloto innovadores, probar modelos de negocio y obtener información para desarrollar el entorno regulatorio. Aparte, existen también algunos entornos de test equipados que han sido utilizados en pilotos de conducción conectada y autónoma en proyectos como, por ejemplo, C-ROADS<sup>10</sup>.

Se proponen las siguientes actuaciones prioritarias en este ámbito:

- Fomento de la colaboración público-privada para acelerar la disponibilidad de entornos de referencia que refuercen el interés del ecosistema español de movilidad autónoma y conectada para la industria de automoción y movilidad.
- Apoyo en la puesta en marcha de circuitos de experimentación de conducción autónoma y conectada en carretera abierta en entornos seleccionados.
- Definición de experiencias piloto sobre sandbox que aceleren el despliegue de sistemas y funcionalidades de conducción autónoma y conectada.

### 3.2.5 National Access Point para publicación de eventos V2X

Como se ha mencionado anteriormente, uno de los temas de mayor importancia al hablar de comunicaciones V2X es la interoperabilidad. La existencia de un punto de intercambio de información relacionada con la seguridad en carretera, que sea común y abierto a todos los fabricantes y proveedores de servicios V2X, puede ser uno de los puntos más relevantes para la interoperabilidad especialmente en comunicaciones de largo alcance.

Un Punto de Acceso Nacional (NAP) es un nodo en el que los datos relacionados con ITS se concentran y publican en forma de conjuntos de datos. La Directiva ITS 2010/40/UE y sus regulaciones delegadas exigen que cada Estado Miembro Europeo establezca un Punto de Acceso Nacional (NAP) para los datos de movilidad. Actualmente, hay más de 30 puntos de acceso nacionales operativos en prácticamente todos los Estados miembros de la UE, donde los datos relacionados con la movilidad se publican y están disponibles para su uso.

El objetivo de la Comisión Europea es desplegar en todos los países una prestación armonizada y consistente de los servicios de información de tráfico y apoyar la

---

<sup>9</sup> <https://www.mitma.gob.es/el-ministerio/campanas-de-publicidad/ley-de-movilidad-sostenible-y-financiacion-del-transporte>

<sup>10</sup> <https://www.c-roads.es/c-roads-spain>



interoperabilidad en toda la Unión, estableciéndose NAPCORE (National Access Point Coordination Organisation for Europe) como la organización formada para coordinar y armonizar las más de 30 plataformas de datos de movilidad actualmente en funcionamiento en toda Europa.

El marco legal base para la creación de los Puntos de Acceso Nacionales y los Organismos Nacionales es la Directiva ITS de la Unión Europea junto con los reglamentos delegados que se crearon a su amparo. En España el NAP es una aplicación web que se crea por tanto bajo el mandato europeo y que recopila la información proporcionada por las entidades de gestión del tráfico del territorio nacional. La información proporcionada, es la recogida en el reglamento delegado 886/2013 de la Comisión Europea que complementa la Directiva ITS 2010/40/UE. En España actualmente el NAP es accesible a través de <http://nap.dgt.es>.

A nivel europeo se está promoviendo entre los Estados que se confíe en las soluciones, normas técnicas y protocolos existentes, como DATEX II, en la implementación de sus puntos de acceso nacionales. DATEX II es uno de los estándares básicos para proporcionar datos que está regulado para servicios ITS. Permitiendo el suministro digital de datos sobre:

- Condiciones del tráfico / uso en tiempo real de la red de carreteras.
- Estado de la red vial (accidentes/incidentes).
- Información de tráfico relacionada con la seguridad.
- Medidas de gestión del tráfico.
- Regulaciones de tráfico.
- Estacionamiento de camiones.
- Infraestructura de repostaje y recarga y su disponibilidad en tiempo real.

Los estándares de contenido de datos de DATEX II se definen en la especificación CEN/TS 16157, mientras que los protocolos de intercambio DATEX II se especifican por separado, lo que permite un uso más flexible de las especificaciones de contenido para su uso con cualquier protocolo de intercambio que pueda definirse. Algunos proyectos como C-ROADS han contribuido al despliegue de servicios cooperativos (V2X) en España, pero es necesario avanzar en la utilización de información según estándares para que ese despliegue tenga una cobertura relevante y contribuya a la mejora de la seguridad y eficiencia del transporte.

### 3.2.6 Uso del vehículo como nodo sensorial para suministrar información de seguridad y condiciones de tráfico

Pese a que los servicios de día 1 (Day 1) aún no están al mejor nivel de madurez e interoperabilidad, una de las principales novedades al hablar de servicios de día 2 (Day 2) es la introducción de mensajería CPM o Collective Perception Message y nuevas aplicaciones ligadas a la transmisión de la información relativa a los sensores embarcados de un dispositivo equipado con un sistema de comunicación V2X y sus detecciones en tiempo real, por lo que es de esperar una evolución en el medio plazo.

En el futuro la gestión del tráfico se apoyará en la capacidad de los vehículos autónomos y conectados de recopilar información en tiempo real. La viabilidad de usar datos de vehículos en movimiento (FCD por sus siglas en inglés Floating Car Data) provenientes tanto de los propios

sistemas del vehículo (limpiaparabrisas, ABS, etc.) como de la detección que realiza el vehículo de su entorno a través de los diferentes sensores (RADAR, LiDAR, cámaras, etc.) se ha probado ya en diversos proyectos, fundamentalmente media simulaciones.

La enorme cantidad de datos georreferenciados que pueden proporcionar los sensores que equipan los vehículos autónomos y conectados pueden ser útiles, por ejemplo, para la regulación del tráfico en tiempo real, pudiendo resolver mejor incluso algunas situaciones que con métodos tradicionales de gestión del tráfico. FCD tiene un gran potencial para realizar análisis de variables de tráfico tales como la densidad de vehículos, velocidad, incidentes, matrices origen-destino, etc. Además, teniendo en cuenta que la penetración de vehículos conectados y autónomos es cada vez mayor, la calidad de la información será cada vez mejor, y a un coste significativamente menor que el de la instalación de sensores usados habitualmente para gestión del tráfico.

Algunos casos de uso de interés son los siguientes:

- Monitorizar la situación del tráfico en tiempo real: los datos FCD permiten a las autoridades de tráfico monitorizar la situación de tráfico en tiempo real (velocidad de los vehículos, congestión en las carreteras, patrones de tráfico, etc.)
- Detección rápida de incidentes en la vía, tales como atascos, accidentes, etc., lo que permite una respuesta más rápida para mitigar el impacto en el tráfico.
- Planificación de rutas: encontrar rutas más eficientes evitando áreas con tráfico lento o atascos.
- Control de señales de tráfico adaptativo: los datos de FCD se pueden utilizar para ajustar las señales de tráfico en tiempo real, lo que ayuda a optimizar el flujo de tráfico y reducir la congestión.
- Mejora de la seguridad vial: los datos de FCD también pueden ayudar a identificar áreas propensas a accidentes y condiciones peligrosas, lo que puede llevar a una mejora en la seguridad vial.
- Planificación urbana y desarrollo de infraestructura: los datos recopilados a partir de FCD pueden proporcionar información valiosa, ayudando a tomar decisiones informadas sobre la expansión de carreteras y la construcción de nuevas vías.

El principal desafío en este ámbito es obtener el valor óptimo de los datos de movilidad y para ello se hace necesaria la colaboración de fabricantes de vehículos, fabricantes de componentes, proveedores de datos, operadores de carretera y administraciones. Se proponen las siguientes actuaciones:

- Desarrollo de nuevos algoritmos basados en FCD que proporcionen nuevas funcionalidades para los usuarios, relacionadas con la seguridad y la eficiencia en el tráfico.
- Colaboración con centros de gestión de tráfico para evaluar el impacto del FCD en la señalización de tráfico adaptativa y dinámica.
- Despliegue de pilotos en áreas con niveles representativos de penetración de vehículos conectados que puedan enriquecer los modelos basados en FCD.

### 3.2.8 Despliegue casos de uso enfocados a la protección de usuarios vulnerables

Las soluciones CCAM mejoran la calidad de vida de las personas al aumentar la seguridad y ofrecer soluciones de movilidad sostenibles, pero el éxito del despliegue dependerá de la integración y comprensión de los efectos en las personas, la sociedad y el medio ambiente, y de manera muy especial en su relación con los usuarios vulnerables (VRU por sus siglas en inglés – Vulnerable Road Users).

La Directiva ITS define como VRU a “usuarios no motorizados de la vía pública, como peatones y ciclistas, así como motoristas y personas con discapacidad o movilidad y orientación reducida”. En los últimos años se observan cambios en la movilidad<sup>11</sup>, como el notable incremento de la micro movilidad, que en 2022 alcanzó los 157 millones de desplazamientos. También hay un aumento de ciclistas en las carreteras, un sector cuyas ventas entre 2020-2023 alcanzaron los 130 millones (40 millones tan sólo en 2023).

Sin embargo, estas cifras han incrementado también la proporción de muertes en carretera, donde los usuarios vulnerables representan casi el 70% del total de las muertes, siendo los ciclistas los usuarios que experimentan un mayor crecimiento en las cifras de la última década<sup>12</sup>. En Francia, cifras de 2022 presentaban un aumento del 30% en muertes en bicicleta respecto al 2019.

Identificar los escenarios críticos para estos usuarios, y buscar soluciones para reducir riesgos y mejorar la seguridad, son aspectos claves para tener en cuenta en el despliegue de los servicios y tecnologías CCAM. La base de la interacción entre vehículos autónomos y conectados y VRU es no sólo detectar objetos o usuarios, sino predecir el comportamiento de los usuarios vulnerables y en consecuencia tomar decisiones.

Un ejemplo de caso de uso es el aviso que puede proporcionar la infraestructura de la carretera a un vehículo que se aproxima a un cruce, con un paso de cebra de escasa visibilidad. La infraestructura puede detectar la presencia del peatón, gracias a sus sensores, y enviar la información al vehículo conectado.

Otro caso de uso, desplegado en un proyecto piloto de la plataforma C-ROADs<sup>13</sup>, se basa en un sistema de alerta que tiene como objetivo detectar situaciones de riesgo para los ciclistas, y advertir a los conductores de vehículos. Se trata de un servicio “Day 1.5” valioso para cuando el conductor está distraído o tiene poca visibilidad, y de manera especial en intersecciones donde los peligros de accidente son mayores.

En el proyecto C-Mobile<sup>14</sup> también se han probado varios casos de uso relacionados los VRU, como los sistemas de avisos que detectan situaciones de riesgo para peatones en intersecciones y advierte a los conductores, por ejemplo, en caso de infracción de señales

---

<sup>11</sup> Vulnerable Road Users Safety Consortium. <https://vrusc.sae-itc.org/>

<sup>12</sup> <https://erticonetwork.com/road-safety-in-the-eu-preliminary-figures-of-2022/>

<sup>13</sup> <https://www.c-roads-germany.de/english/c-its-services/vru/>

<sup>14</sup> <https://c-mobile-project.eu/>

de tráfico; o los semáforos cooperativos para usuarios vulnerables, también conocido como priorización de semáforos, que adapta la duración de las fases roja/verde a los ciclistas y peatones para un viaje más seguro.

Actuaciones propuestas: las aplicaciones de seguridad vial basadas en ITS han demostrado su eficacia, pero para un beneficio completo de CCAM por parte de la sociedad debe realizarse un mayor despliegue de servicios para VRU, que incluya el desarrollo de nuevas funcionalidades a partir de los casos de uso y la puesta en marcha de proyectos piloto para validar el funcionamiento y necesidades específicas concretas.

### 3.3. Gestión de movilidad: urbana, interurbana, transporte público y MaaS

Una adecuada gestión de la movilidad en un futuro próximo parte de la base que el automóvil no seguirá siendo un elemento aislado que hace uso de una infraestructura viaria, sino que el automóvil está integrado cada vez más en un sistema de movilidad mucho más complejo e interrelacionado, del que seguirá siendo uno de los elementos fundamentales, pero no el único ni el más destacado. Esto es especialmente cierto en el entorno urbano en el que, desde hace unos años, se están repensando y redefiniendo los usos del espacio público, en correspondencia con los cambios sociales, culturales y económicos, y que poco a poco están consolidando una tendencia bastante clara a reducir la presencia del vehículo privado y priorizar otros modos de movilidad en la ciudad. La industria del automóvil se está adaptando a esta nueva realidad, caracterizada por un elevado grado de incertidumbre y cambios acelerados, pero que al mismo tiempo ofrece nuevas oportunidades de desarrollo de nuevas tecnologías, funcionalidades, soluciones y modelos de negocio que contribuyen a mejorar la movilidad de las personas y el transporte de mercancías. En particular, en este epígrafe se describen estas nuevas oportunidades y tendencias, agrupadas en cuatro ámbitos concretos centrados en la gestión de datos, la gestión de espacios, nuevos tipos de vehículos y nuevos servicios de movilidad.

#### 3.3.1 Gestión de datos

La introducción masiva y despliegue generalizado de las tecnologías de la información y las comunicaciones, también aplicadas a movilidad, tiene como consecuencia el crecimiento exponencial de los datos disponibles, cuya gestión (generación, captación y procesado) supone un reto enorme al que es necesario dedicar recursos específicos, pero que asimismo representa una oportunidad para mejorar y aumentar la eficiencia de los sistemas de transporte en conjunto (gestión de tráfico, seguridad, etc.). En particular, comienza a vislumbrarse el impacto que la Inteligencia Artificial también podría tener en este campo. Se enumeran a continuación algunos de los campos que a este respecto son más relevantes:

- **Adquisición y gestión de datos de movilidad (de vehículos particulares o de flotas, ya sean privadas o públicas) para la toma de decisiones.** La recogida de datos de los vehículos conectados va a permitir que estos se conviertan en una fuente de

información extremadamente valiosa para el análisis de la movilidad. Es necesario afianzar y estandarizar la manera en la que se obtienen estos datos y se suben a la nube para su posterior explotación. La recogida de datos debe ser lo más fiable posible, intentando evitar pérdidas de información cuando estos no se puedan enviar inmediatamente. Mientras que algunos de los datos que se pueden recoger de los vehículos requieren de un análisis o recepción instantáneos, como por ejemplo los avisos de emergencias o accidentes, otros no pierden valor con el tiempo, como los datos asociados a localizaciones concretas: velocidades, aceleraciones, frenadas, etc. Otro punto fundamental para la explotación exitosa de los datos recogidos es su estandarización, de forma que sea posible compartir datos provenientes de distintas fuentes y marcas, o distintos tipos de vehículos. Cuanto más estandarizados estén los datos, mayor provecho se podrá sacar de los mismos.

- **Floating car data** – recolección de datos proporcionados directamente por los vehículos. En relación con el punto anterior, es indispensable la definición clara de qué datos es interesante recuperar de los vehículos, la frecuencia de su muestreo y su tiempo de latencia hasta la adquisición de la información. Para ello, hace falta una visión clara de la función que se va a desarrollar con estos datos y cuáles serán las aplicaciones a las que estén destinados. En línea con esto, y en cumplimiento de la ley de protección de datos, será necesario informar al usuario de los vehículos, ya sean particulares o parte de una flota, de qué datos se están recogiendo y con qué finalidad.
- **Nuevos modelos y centros de gestión de tráfico**, con inclusión de servicios cooperativos (C-ITS) y accesibilidad externa a la información disponible (open data). La gestión del tráfico por los operadores es clave para mejorar la calidad de los servicios prestados a los ciudadanos: más seguridad, reducción de la congestión del tráfico y más información sobre el estado de las carreteras. Los nuevos modelos y centros se beneficiarán de nuevas tendencias y tecnologías (floating car data, sistemas on-board, Inteligencia Artificial, etc.) Los sistemas cooperativos y la conducción automatizada suponen nuevos retos para los operadores, surgirán nuevos modelos de negocio, y tanto operadores como autoridades tendrán que hacer frente a nuevos escenarios, como el paso de servicios públicos a privados, los sistemas como servicios, de la propiedad a la economía colaborativa, etc.
- **Estimación de densidad y velocidad de tráfico. Modelos de simulación mejorados. Digital twins.** Una de las aplicaciones más directas que se pueden obtener a partir de la recogida de datos de los vehículos conectados es el modelado de la velocidad y densidad de tráfico asociados a cada tramo kilométrico de la red de carreteras. Recogiendo la información geolocalizada y temporal de las velocidades de cada vehículo a lo largo de sus trayectos es posible hacer una reconstrucción de las velocidades medias, así como máximas y mínimas de los vehículos que circulan por un determinado tramo de vía. Organizando la información por día de la semana y hora, mes del año, etc. es posible conocer el estado “normal” de cada carretera e identificar problemas puntuales o su evolución a lo largo del tiempo. Los gemelos digitales que modelen el comportamiento del tráfico en las carreteras son una potente herramienta, que permitirá replicar el comportamiento real de manera

precisa, pudiendo simular situaciones hipotéticas, predecir posibles problemas y planificar soluciones a problemas existentes con antelación.

- **Señalización dinámica.** Recopilación de datos del estado del tráfico y la carretera, y adaptación en tiempo real de las condiciones de circulación (p.ej. límites de velocidad variables, gestión de intersecciones, etc.). Las formas avanzadas de señalización del tráfico a menudo se optimizan y autoorganizan para diferentes escenarios en grandes áreas urbanas y metropolitanas donde existe la necesidad de controlar el tráfico y dar prioridad al transporte público. Desde una perspectiva de seguridad, mejorar la sincronización de la señal puede reducir la dispersión de velocidad, reducir la ocurrencia de colisiones traseras, prevenir accidentes resultantes de violaciones de luz roja y proporcionar protección adicional a peatones y ciclistas. Como componente de la Gestión Activa del Tráfico (ATM), los sistemas de Límite Dinámico de Velocidad (DSL) tienen como objetivo mejorar la seguridad del tráfico a través de reducciones en las velocidades medias y en las variaciones de velocidad dentro y entre carriles, y entre flujos aguas arriba y aguas abajo. Además de afectar la seguridad del tráfico, los DSL también podrían tener efectos en un flujo de tráfico más suave, congestión y tiempos de viaje, así como en las emisiones de los vehículos y el ruido de la carretera. Los límites de velocidad variables (VSL) se utilizan a menudo como sinónimo de DSL. DSL o VSL utiliza tecnologías basadas en la infraestructura, como las señales de mensaje variable (VMS) que se utilizan a menudo para informar a los conductores de accidentes, condiciones adversas de la carretera como congestión, obras viales, condiciones climáticas u otros factores que requieren un aumento en la conciencia y una reducción en la velocidad. Estas señales a menudo están automatizadas o semiautomatizadas junto con una estrategia de gestión y control del tráfico y pueden proporcionar información oportuna cuando sea necesario.
- **Mobility data spaces**, que faciliten el intercambio de datos y la interoperabilidad de servicios. Iniciativas como GAIA-X impulsan en Europa la implantación de espacios de datos en diferentes sectores de la economía, y específicamente cuenta con un grupo de trabajo que aborda los principales retos en lo referente a proyectos sobre la compartición y explotación de datos de movilidad. Entre otras acciones, son prioritarios en este punto el establecimiento de estándares, el desarrollo de los componentes técnicos que habilitan los espacios de datos y los primeros proyectos que desarrollen estos conceptos.

### 3.3.2 Adaptación de espacios y servicios en entornos urbanos

El espacio público, y en especial el referido a las ciudades, se caracteriza por la coexistencia de diferentes modalidades de movilidad, en un entorno progresivamente más complejo en el que debe garantizarse la seguridad de los usuarios de las vías públicas. Las diferentes administraciones públicas y planificadores urbanos aseguran la adecuada gestión del uso del espacio público, según las directrices recogidas en los planes de movilidad urbana sostenible (que priorizan ciertos modos de movilidad frente a otros, establecen espacios segregados frente a espacios compartidos, etc.). Además, a la infraestructura física para la movilidad se le añade una nueva capa de infraestructura digital que permite la

comunicación e intercambio de información entre todos los elementos del sistema. Algunos de los retos y ámbitos de desarrollo en esta temática son los siguientes:

- Integración de **diferentes modos de movilidad en el entorno urbano**. El concepto de intermodalidad tiene como objetivo impulsar un mejor uso de los servicios de movilidad existentes y facilitar la integración de nuevas soluciones, modelos de negocio y modos de movilidad. Esto incluye aumentar la interconectividad y la accesibilidad de los modos de movilidad y los centros en red.
- Gestión de **Zonas de Bajas Emisiones; Zonas de acceso controlado; Zonas especiales (p.ej. zonas escolares); Zonas de carga y descarga**. A través de medidas reguladoras que restringen el acceso de vehículos a un área determinada mediante regulaciones o prohibiciones. Se pueden establecer regulaciones, por ejemplo, para reducir las emisiones (zona de bajas emisiones o zona de cero emisiones) o la cantidad de tráfico (zona de tráfico limitado) o para mejorar la seguridad (regulación por tamaño o dimensión del vehículo). Los vehículos que no cumplan no están permitidos en el área regulada y sus propietarios / usuarios pueden ser castigados con una multa si ingresan.
- **Racionalización del aparcamiento**. Se trata de mejorar la monitorización y uso de los espacios de aparcamiento (en superficie y subterráneo; modos; nivel de ocupación). Una de las opciones que se incluye es el “Automated Valet Parking”, una medida que no requiere de conductor y a través de la cual el vehículo recibe información de la plaza de aparcamiento libre.
- Monitorización y actuaciones en **zonas de concentración y riesgo de accidentes**. Recopilación de información (vehículos de dos ruedas, vehículos de cuatro ruedas -automóviles, camiones, furgonetas-, remolques, etc.); Detención no autorizada o seguimiento de vehículos de interés que sumado al despliegue de infraestructura de movilidad conectada (Semáforos, señales variables) permiten actuar en tiempo real para reducir riesgos de accidentes.
- **Law enforcement** - cumplimiento de la ley, a través de, por ejemplo, sistemas automáticos de control de la indisciplina vial. La policía debe monitorear y detectar violaciones en las intersecciones de tráfico y en las carreteras con un sistema que capture automáticamente una imagen del vehículo que viola las reglas. El video y las imágenes capturadas se almacenan como evidencia para referencia futura. Combinado con la función de reconocimiento automático de matrículas (ANPR), esto se puede utilizar para identificar automáticamente a los infractores y generar sanciones según las regulaciones locales, reduciendo así dichas infracciones y mejorando el flujo de tráfico. Se pueden detectar las siguientes infracciones: detección de infracción de luz roja, detección de infracción de velocidad o infracción de sentido contrario.

### 3.3.3 Nuevos conceptos de movilidad

Para las diferentes opciones de movilidad, existe ya una tipología de vehículos muy variada, en la actualidad con una presencia muy destacada de los coches. Esta diversidad irá en aumento, con nuevos conceptos de vehículos con características y funcionalidades

adaptados a cada modo de movilidad (desde vehículos de movilidad personal hasta drones). Algunos de los aspectos a tener en cuenta en este ámbito son:

- **Transporte colectivo/alta capacidad.** El crecimiento de la población y la urbanización conducen a un crecimiento de la demanda de transporte para la cual los vehículos públicos actuales no están preparados. Por ello son necesarios nuevos conceptos que permitan superar la capacidad actual de los vehículos y que se integren fácilmente con la infraestructura existente.
- **Micromovilidad - Vehículos de movilidad personal** (patinetes, bicicletas...) Se trata de soluciones de movilidad que ayudan a reducir la congestión de tráfico y la contaminación atmosférica, suponen una opción económica para el usuario y responden a la demanda generalizada de un transporte urbano multimodal.
- **Nuevos tipos de vehículos para transporte de personas y mercancías de última milla.** Se generalizarán los servicios de movilidad y transporte de mercancías compartidos y automatizados que ofrecerán una movilidad “puerta a puerta” tanto para personas como para mercancías. Esto contribuirá a un transporte más sostenible, seguro y adaptado a la demanda.
- **Urban Air Mobility.** La movilidad aérea urbana se plantea como un nuevo sistema de transporte aéreo para pasajeros y mercancías que dé respuesta a las necesidades de movilidad en entornos urbanos muy poblados, gracias al uso de aeronaves eléctricas de despegue y aterrizaje en vertical equipadas con nuevas tecnologías, incluidas las de baterías mejoradas y propulsión eléctrica.
- **Atención a discapacitados y otros VRUs.** Los nuevos conceptos de movilidad deben adoptar medidas para atender a la diversidad y al envejecimiento poblacional, a través de vehículos adaptados y seguros que contribuyan a disminuir las cifras de muertes en carretera. En los centros urbanos, por ejemplo, las estadísticas son contundentes: el 70% de las muertes registradas en carretera corresponden a peatones, ciclistas y conductores de vehículos de dos ruedas (Fuente: EIT UM).

### 3.3.4 Nuevos servicios de movilidad/modelos de negocio

Por último, los cambios en la infraestructura y los nuevos tipos de vehículos van aparejados a los nuevos servicios y modelos de negocio innovadores, tanto para la movilidad de las personas como el transporte de mercancías. Nuevas demandas sociales, preferencias individuales y normativas públicas confluyen para conformar una movilidad más integrada, sostenible e inclusiva, reclamada como un derecho básico de la ciudadanía. Algunos de los nuevos modelos surgidos en los últimos años, y que se seguirán desarrollando en el futuro, son los siguientes:


- **Carsharing, bikesharing, carpooling.** La forma en la que nos movemos en nuestro día a día está sufriendo una revolución. La razón es clara: los vehículos en propiedad pasan más de un 95% del tiempo aparcados sin uso. Esto los convierte en un recurso muy infrutilizado y hace que el número total de automóviles sea mucho mayor de los que serían necesarios si fueran un recurso compartido, con todo lo que ello conlleva: gastos asociados al mantenimiento de los vehículos, espacio necesario para su aparcamiento, gasto de recursos para la fabricación de los



mismos, etc. Por todo ello, la movilidad en las ciudades cada vez está más enfocada al transporte urbano y un menor uso del vehículo particular, devolviendo el espacio público a los peatones en detrimento de los coches. Acciones tan sencillas como compartir coche a la hora de ir los centros de estudio o trabajo, utilizar bicicletas compartidas para hacer trayectos dentro de la ciudad o utilizar coches compartidos para desplazamientos cortos pueden suponer un gran impacto a gran escala si se convierten en la forma habitual de comportamiento. La descongestión del tráfico de las ciudades, el desplome de los niveles de contaminación y una ciudad más limpia, con menor espacio ocupado por coches aparcados están alcance de nuestra mano.

- **Servicios bajo demanda.** (Demand responsive transport – DRT) Es una forma de transporte público (y en algunos casos también privado) que proporciona opciones de movilidad flexibles entre el transporte masivo clásico y el transporte individual. Es especialmente adecuado para satisfacer las necesidades de movilidad en áreas de baja densidad (por ejemplo, regiones escasamente pobladas) y / o cuando la demanda es baja (por ejemplo, horas nocturnas o fuera de las horas pico). En áreas urbanas densamente pobladas, los servicios bajo demanda tienen el potencial de reducir el uso del automóvil privado al proporcionar una alternativa puerta a puerta. Sin embargo, para ofrecer el nivel de servicio necesario en términos de disponibilidad de vehículos y tiempos de espera reducidos, estos servicios requerirán operaciones de flota a gran escala con altos costos involucrados. Además, los servicios bajo demanda luchan por competir a un costo razonable para la administración pública dada la amplia gama de servicios de transporte público disponibles, opciones de movilidad compartida y vehículos privados.
- **MaaS** - Multimodalidad e integración de servicios disponibles. El concepto de movilidad como servicio crea nuevas formas de utilizar y pagar la movilidad, trasladando al usuario la toma de decisiones a través de soluciones a medida de sus necesidades. Esto implica nuevos modelos de negocio que integren los distintos modelos de movilidad, proporcionando información y con opciones de pago seguras. La MaaS también se considera una estrategia que puede aportar soluciones para avanzar hacia un modelo de transporte más sostenible.
- **Logística interurbana (transporte pesado) y de última milla** acrecentada por el e-commerce. El objetivo principal de la logística interurbana de mercancías es ofrecer servicios logísticos al ciudadano mejores y más personalizados, fomentando el desarrollo económico local. Las principales medidas son la creación y gestión de nuevos centros logísticos y minihubs logísticos urbanos.

A continuación, se incluye una tabla con las prioridades estratégicas y tecnologías habilitadoras involucradas.

| <br>Move to Future<br>Plataforma de Automoción |  | TECNOLOGÍAS HABILIDADORAS |                |                     |                              |  |              |                       |        |                  |                   |                  |                |                       |                   |                            |
|---|--|---------------------------|----------------|---------------------|------------------------------|--|--------------|-----------------------|--------|------------------|-------------------|------------------|----------------|-----------------------|-------------------|----------------------------|
|   |  | Inteligencia Artificial   | Ciberseguridad | Seguridad Funcional | Tecnologías celulares (5-7G) | Tecnologías comunicación corto alcance | Sensórica/OT | Sistemas electrónicos | HMI/UX | Desarrollo de SW | Mapas HD precisos | Espacio de datos | Gemelo Digital | Modelos de simulación | Medios validación | Estándares y normalización |
| PRIORIDADES ESTRATÉGICAS CCAM   | Nuevas arquitecturas para vehículos inteligentes (sdv)                     |                           |                |                     |                              |  |              |                       |        |                  |                   |                  |                |                       |                   |                            |
|   | Definición de ODDs   |                           |                |                     |                              |  |              |                       |        |                  |                   |                  |                |                       |                   |                            |
|   | Sistemas de conducción autónoma en entornos controlados                    |                           |                |                     |                              |  |              |                       |        |                  |                   |                  |                |                       |                   |                            |
|   | Sistemas de control cooperativos y adaptativos                             |                           |                |                     |                              |  |              |                       |        |                  |                   |                  |                |                       |                   |                            |
|   | Sistemas avanzados basados en IA para comprensión de entornos              |                           |                |                     |                              |  |              |                       |        |                  |                   |                  |                |                       |                   |                            |
|   | Sistemas de HMI para mejorar experiencia de usuario                        |                           |                |                     |                              |  |              |                       |        |                  |                   |                  |                |                       |                   |                            |
|   | Definición de framework para validación y verificación                     |                           |                |                     |                              |  |              |                       |        |                  |                   |                  |                |                       |                   |                            |
|   | Seguridad funcional en el desarrollo SW                                    |                           |                |                     |                              |  |              |                       |        |                  |                   |                  |                |                       |                   |                            |
|   | Ciberseguridad y supervisión para garantizar condiciones de mínimo riesgo  |                           |                |                     |                              |  |              |                       |        |                  |                   |                  |                |                       |                   |                            |
|   | Uso y aplicaciones del 5G para soluciones CCAM                             |                           |                |                     |                              |  |              |                       |        |                  |                   |                  |                |                       |                   |                            |
|   | Estándares de comunicación de corto alcance                                |                           |                |                     |                              |  |              |                       |        |                  |                   |                  |                |                       |                   |                            |
|   | Interoperabilidad entre distintos sistemas                                 |                           |                |                     |                              |  |              |                       |        |                  |                   |                  |                |                       |                   |                            |
|   | Creación de circuitos de experimentación V2X. Sandbox.                     |                           |                |                     |                              |  |              |                       |        |                  |                   |                  |                |                       |                   |                            |
|   | National Access Point para publicación de eventos V2X                      |                           |                |                     |                              |  |              |                       |        |                  |                   |                  |                |                       |                   |                            |
|   | Uso del vehículo como nodo sensorial                                       |                           |                |                     |                              |  |              |                       |        |                  |                   |                  |                |                       |                   |                            |
|   | Despliegue de casos de uso orientados a protección de usuarios vulnerables |                           |                |                     |                              |  |              |                       |        |                  |                   |                  |                |                       |                   |                            |
|   | Gestión de datos   |                           |                |                     |                              |  |              |                       |        |                  |                   |                  |                |                       |                   |                            |
|   | Adaptación de espacios y servicios en entornos urbanos                     |                           |                |                     |                              |  |              |                       |        |                  |                   |                  |                |                       |                   |                            |
|   | Nuevos conceptos de movilidad  |                           |                |                     |                              |  |              |                       |        |                  |                   |                  |                |                       |                   |                            |
|   | Nuevos servicios de movilidad/modelos de negocio                           |                           |                |                     |                              |  |              |                       |        |                  |                   |                  |                |                       |                   |                            |

## 4 Impactos esperados

CCAM tendrá un impacto muy relevante según vaya siendo mayor la penetración de vehículos con funciones autónomas, conectadas y cooperativas. Este impacto se reflejará especialmente en los siguientes ámbitos:

- Seguridad vial
- Eficiencia en el transporte
- Medio ambiente
- Nuevas competencias

La cadena de valor tradicional del sector de automoción ha evolucionado hacia una cadena de valor mucho más compleja y multisectorial, con involucración de multitud de actores de sectores como el de infraestructuras, logística, TIC, ITS, energía, etc. necesarios para la viabilidad del despliegue de CCAM y nuevos conceptos de movilidad respetuosos con el medio ambiente. Esta transformación también da lugar a nuevos modelos de negocio.

### Impacto en el empleo

La transformación de la movilidad hacia la movilidad autónoma y conectada tendrá un impacto significativo en el empleo, con cambios en la demanda de habilidades y la creación de nuevas oportunidades laborales.

Según un informe de PwC, se estima que la adopción de la movilidad autónoma y conectada podría resultar en una pérdida neta de empleos en áreas relacionadas con el transporte y la logística. Se calcula que, en los próximos 30 años, podrían perderse alrededor de 46.000 puestos de trabajo en España debido a la automatización y digitalización de estos sectores.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que también se proyecta un crecimiento en el empleo asociado al desarrollo, validación y fabricación de nuevos vehículos autónomos y sistemas de conectividad. Se espera un aumento en la demanda de profesionales especializados en áreas como la inteligencia artificial, la ingeniería de software, la ciberseguridad, la realidad aumentada, la telemática y la gestión de datos, entre otras.

El empleo asociado al desarrollo, validación y fabricación de nuevos vehículos autónomos y conectados podría crecer en los próximos años, especialmente en las competencias anteriores aplicadas a:

- El desarrollo de nuevas funciones, sistemas y componentes
- El diseño de medios de verificación y validación en planta
- La validación de las nuevas funciones
- Los centros ITS asociados a las infraestructuras

Además, la adopción de la movilidad autónoma y conectada también creará nuevas oportunidades relacionadas con los nuevos servicios en torno a los nuevos modelos de movilidad y al diseño de nuevas experiencias de usuario.

Es importante destacar que las estimaciones y proyecciones pueden variar y que el impacto en el empleo dependerá de múltiples factores, como la velocidad de adopción de la tecnología, las políticas gubernamentales, la capacidad de adaptación de la fuerza laboral y la evolución de la demanda del mercado.

La transformación hacia la movilidad autónoma y conectada tendrá un impacto en el empleo, con cambios en la demanda de habilidades y la creación de nuevas oportunidades laborales. Si bien se estima una pérdida neta de empleos en ciertos sectores, también se proyecta un crecimiento en áreas especializadas relacionadas con la tecnología y la innovación en la industria de la movilidad.

Por ello es importante apostar por la formación en nuevas competencias a través de formación dual o programas de especialización en CCAM.

### **Impacto en la sociedad**

La transformación de la movilidad hacia la movilidad autónoma y conectada tendrá un impacto significativo en la sociedad en múltiples aspectos. Se estima que el 90% de los accidentes de tráfico son causados por errores humanos. La adopción de la movilidad autónoma y conectada tiene el potencial de reducir drásticamente estos accidentes y salvar vidas.

En cuanto a la eficiencia del transporte, se estima que los vehículos autónomos pueden aumentar la capacidad de las carreteras hasta en un 60%. Se espera que los vehículos autónomos reduzcan el tiempo de viaje en un 10-20% y disminuyan los costes de transporte en un 40% (McKinsey).

La movilidad como un derecho universal es un aspecto importante de esta transformación. Según la Organización Mundial de la Salud, más del 15% de la población mundial tiene

alguna forma de discapacidad. La movilidad autónoma y conectada puede mejorar la accesibilidad y la inclusión al brindar opciones de transporte más accesibles y adaptadas a las necesidades de todas las personas.

La movilidad autónoma y conectada tendrá un impacto positivo en la sociedad, reduciendo accidentes, mejorando la eficiencia del transporte y promoviendo la movilidad inclusiva y sostenible.

### **Impacto en la competitividad**

La movilidad autónoma y conectada brinda una gran oportunidad para aumentar la competitividad de la industria española, especialmente para los fabricantes de vehículos y proveedores de componentes y tecnologías, así como otras entidades de la cadena de valor. Apostar por tecnologías como la Conducción Autónoma y Conectada (CCAM) fortalecerá la posición de las empresas en este sector en constante evolución. La demanda de profesionales especializados en electrónica, software y otras disciplinas relacionadas está en aumento, lo que brinda una oportunidad para el ecosistema español.

España se presenta como un entorno de referencia para la validación de vehículos autónomos y conectados, con una amplia infraestructura de pruebas y condiciones climáticas diversas. Además, la fabricación de componentes electrónicos y el ensamblado de vehículos autónomos y conectados también ofrecen una oportunidad para fortalecer la competitividad de la industria española.

Asimismo, la transformación hacia la movilidad autónoma y conectada impulsará la innovación y el desarrollo tecnológico en España. Las empresas que lideren estas tecnologías tendrán una ventaja competitiva, generando empleo cualificado y contribuyendo al crecimiento económico. La atracción de inversión y talento se verá beneficiada, ya que España ofrece un entorno propicio para la investigación y el desarrollo en este ámbito. La expansión internacional será una realidad para las empresas españolas líderes en la movilidad autónoma y conectada, lo que aumentará su competitividad en el mercado global. La transformación de la cadena de valor del sector también se verá impactada, con una mayor integración entre fabricantes de vehículos, proveedores de tecnología, empresas de software y servicios de movilidad.

La nueva movilidad autónoma y conectada brinda múltiples oportunidades para aumentar la competitividad de la industria española. Apostar por las tecnologías necesarias, aprovechar el ecosistema de conocimiento y validación existente, ser un entorno de referencia en validación, atraer nuevos proyectos de I+D y fabricación, y fortalecer la posición en la cadena de valor son estrategias clave para impulsar la competitividad de la industria de automoción española en esta transformación hacia la movilidad del futuro. Además, las proyecciones y datos respaldan el potencial de crecimiento y la importancia de esta transformación para la economía española.

### **Impacto medioambiental y en sostenibilidad**

La transformación de la movilidad hacia la movilidad autónoma y conectada tiene el potencial de tener un impacto medioambiental significativo y positivo en varios aspectos:

- **Reducción de emisiones:** La adopción de vehículos autónomos y conectados, especialmente aquellos con propulsión eléctrica, puede contribuir a una considerable reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y contaminantes locales. Según la Agencia Internacional de Energía, se estima que para el año 2030, los vehículos eléctricos podrían representar aproximadamente el 30% de las ventas globales de automóviles, lo que tendría un impacto significativo en la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>.
- **Optimización del tráfico y reducción de congestiones:** Los vehículos autónomos y conectados están equipados con tecnologías que permiten una mejor gestión del tráfico y una mayor eficiencia en la circulación de los vehículos. Estudios sugieren que la implementación de la conducción autónoma podría reducir las congestiones de tráfico hasta en un 20%, disminuyendo así los tiempos de viaje y las emisiones asociadas a la detención y arranque constantes en atascos.
- **Uso más eficiente de los recursos:** La movilidad autónoma y conectada puede fomentar el uso más eficiente de los recursos relacionados con el transporte. Según la Asociación Europea de Fabricantes de Automóviles, se estima que los servicios de movilidad compartida, habilitados por vehículos autónomos, podrían reducir la necesidad de vehículos privados hasta en un 80%. Esto no solo disminuiría el consumo de combustible y las emisiones, sino que también liberaría espacio urbano utilizado para el estacionamiento de vehículos.
- **Mejora de la seguridad vial:** Los vehículos autónomos están diseñados para reducir los errores humanos, que son responsables de la mayoría de los accidentes de tráfico. Según la Organización Mundial de la Salud, se estima que los accidentes de tráfico causan aproximadamente 1.35 millones de muertes al año a nivel mundial. La conducción autónoma tiene el potencial de reducir significativamente este número al mejorar la detección de peligros, mantener distancias seguras y evitar comportamientos riesgosos al volante.

### Impacto en el potencial de innovación e investigación español

El futuro de la movilidad autónoma y conectada tiene un impacto significativo en el potencial de innovación e investigación en España. El país cuenta con un ecosistema potente y diverso que puede impulsar nuevos proyectos en este ámbito.

En primer lugar, España cuenta con centros tecnológicos de renombre y universidades de primer nivel, que son pilares fundamentales en la generación de conocimiento y desarrollo de nuevas tecnologías. Estas instituciones educativas y de investigación ofrecen programas especializados y colaboran estrechamente con el sector empresarial para fomentar la innovación en el ámbito de la movilidad autónoma y conectada.

Además, el ecosistema español se enriquece con la presencia de start-ups y pymes que están impulsando la creación y adopción de soluciones innovadoras en este campo. Estas empresas emergentes aportan ideas frescas, agilidad y capacidad de adaptación a los cambios tecnológicos, lo que contribuye al avance y desarrollo de la movilidad autónoma y conectada en el país.

El sector TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación), el sector energético, el sector de infraestructuras y el sector ITS (Sistemas de Transporte Inteligente) también desempeñan un papel crucial en la innovación y la investigación en movilidad autónoma y conectada. Estos sectores aportan conocimientos y recursos en áreas como la conectividad, la gestión de datos, la eficiencia energética y la infraestructura necesaria para la implementación de sistemas inteligentes de transporte.

Además, España es sede del EIT Urban Mobility, una iniciativa europea que impulsa la innovación y colaboración en el ámbito de la movilidad urbana sostenible. Esta red ofrece oportunidades de financiamiento, colaboración y apoyo para proyectos de movilidad autónoma y conectada en el país.

Las ciudades españolas también desempeñan un papel importante en la modernización y adopción de tecnologías de movilidad. La Dirección General de Tráfico (DGT) ha estado promoviendo proyectos y pruebas piloto en ciudades españolas para evaluar y promover la movilidad autónoma y conectada. Estas experiencias previas de relevancia proporcionan una base sólida para futuras implementaciones y mejoras en la movilidad del país.

#### **FUENTES DE INFORMACIÓN** (no exhaustivo)

- [CCAM Partnership Strategic Research and Innovation Agenda \(SRIA\)](#)
- [Concept paper on an open European software-defined vehicle platform for the vehicle of the future](#)
- <https://erticonetwork.com/road-safety-in-the-eu-preliminary-figures-of-2022/>
- [Vulnerable Road Users Safety Consortium](#)
- [C-ROADS European Platform](#)
- [3GPP – The 3rd Generation Partnership Project](#)
- [IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers](#)
- [SAE international](#)



Move to Future

AGENDA DE PRIORIDADES ESTRATÉGICAS DE I+D+i DEL SECTOR AUTOMOCIÓN



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE CIENCIA  
E INNOVACIÓN



[www.move2future.es](http://www.move2future.es)