

El proyecto Inframix ensayará el tráfico mixto de vehículos autónomos y convencionales en una autopista española

Preparando la convivencia



Los gestores de infraestructuras viarias están diseñando las futuras carreteras de la nueva era de movilidad que protagonizará el vehículo autónomo, cada vez más cercana. Entre los proyectos orientados a ese fin destaca Inframix, iniciativa financiada por la Comisión Europea y destinada a crear un nuevo modelo de autopista que permita afrontar con seguridad y eficiencia el inevitable periodo transitorio de convivencia que habrá entre vehículos convencionales y autónomos. La autopista del Mediterráneo (AP-7) acogerá a finales del verano el primer ensayo real del proyecto.



► La información que transmite la infraestructura a los conductores es un factor decisivo para el éxito del proyecto.

El vehículo autónomo que circula sin necesidad de conductor es un proyecto cada vez más cercano. Actualmente ya circulan por las carreteras varios modelos de vehículos de conducción parcialmente autónoma (niveles 1 y 2, que, aunque permiten algunas funciones autónomas, precisan de un conductor con las manos al volante y la vista en la carretera), al tiempo que la industria automovilística ya ensaya vehículos con autopiloto que elevarán su autonomía y limitarán la intervención del conductor (nivel 3). Aunque se demorará algo más, el objetivo final es alcanzar primero la conducción autónoma avanzada (nivel 4) y finalmente la conducción autónoma plena (nivel 5), aquella en que el vehículo circulará por sí solo en todas las situaciones sin necesidad de conductor, lo que incluso eliminará la necesidad de volante. Según las previsiones actuales, los vehículos autónomos de niveles 3 y 4 llegarán al mercado en la próxima década, mientras que los de nivel 5 –tecnológicamente viables hacia 2025 según la industria, pero que aún deberán superar importantes barreras operacionales y normativas–, lo harán probablemente a partir de 2030. Existe un consenso generalizado de que, cuando el vehículo autónomo llegue al mercado, desplazará al vehículo convencional conducido por el hombre.

El nuevo escenario de movilidad que se abrirá con la innovadora tecnología del vehículo autónomo requerirá también de unas infraestructuras adecuadas para su circulación. Lo que actualmente se contempla, más que crear nuevas carreteras, de elevado coste y dilatados procesos de desarrollo, es dotar a la red viaria existente con nuevas capacidades tecnológicas para apoyar la introducción del vehículo autónomo y conectado garantizando la seguridad vial, tarea en la que ya se aplica el sector de las infraestructuras viarias. Gestores y

operadores europeos de carreteras y autopistas, tanto públicos como privados, están desarrollando en los últimos años diversas iniciativas orientadas a configurar nuevas infraestructuras viarias conectadas mediante sistemas cooperativos a los vehículos actuales y futuros: desde proyectos de colaboración con fabricantes de automóviles y universidades hasta proyectos de investigación desarrollados por consorcios multinacionales y financiados por la Comisión Europea, cuya política de transporte apuesta por alcanzar la movilidad autónoma y conectada de todos los modos de transporte (viario, ferroviario, marítimo, aéreo) en el espacio comunitario.

Objetivos de Inframix

Uno de estos proyectos comunitarios es Inframix (*Road Infrastructure ready for mixed vehicle traffic flows* o Infraestructura de carreteras preparada para flujos de tráfico mixto de vehículos), iniciativa enmarcada en el programa marco de investigación e innovación de la UE Horizon 2020 (H2020) y cofinanciada con más de 4,5 M€, que está enfocada específicamente a preparar la futura infraestructura para el vehículo autónomo. El proyecto está siendo desarrollado por un consorcio multinacional formado por 11 instituciones y empresas de los

sectores automovilístico y vial de cuatro países europeos (cuatro de Austria, tres de Alemania, dos de Grecia y otras dos de España: la operadora Autopistas, filial del Grupo Abertis, y la tecnológica Enide Solutions). Iniciado en junio de 2017, el proyecto finalizará en mayo de 2020, por lo que actualmente atraviesa sus últimas etapas. Los estudios de Inframix están orientados exclusivamente hacia las autopistas, pero se pretende que los resultados finales se apliquen a otras vías en entornos urbanos.

El proyecto, en palabras de Carlos Pitarque, director de tecnología e innovación de Autopistas, tiene como tarea principal “proponer las adaptaciones necesarias para que las carreteras puedan dar soporte al vehículo autónomo, centrándose en el periodo de transición durante el cual coexistirán vehículos autónomos y convencionales”; en este periodo transitorio, de duración indeterminada aunque prolongada –algunas estimaciones lo cifran en más de dos décadas–, convivirán inicialmente una mayoría de vehículos convencionales y una minoría de vehículos autónomos, proporción que previsiblemente se irá invirtiendo con el tiempo. Más específicamente, el objetivo final del proyecto es el diseño, mejora, adaptación y ensayo (en entornos simulados y reales) de los elementos físicos y digitales de una infraestructura viaria que

► Vista del tramo de ensayo desde el interior de un vehículo.





► Señales verticales fijas anuncian la próxima presencia de vehículos autónomos en el carril derecho de la AP-7.

permita gestionar la circulación “ininterrumpida, predecible, segura y eficiente” de ambos tipos de vehículos durante el periodo de transición, además de servir de base para desarrollar los sistemas de transporte automatizados del futuro, según el consorcio.

El proyecto, por tanto, persigue la creación de una infraestructura híbrida, formada por elementos físicos y digitales, capaz de comunicarse con todos los vehículos que circulen por la misma y, sobre todo, que permita afrontar con las máximas garantías el desafío de seguridad que supondrá la introducción del vehículo autónomo. Esta infraestructura debe facilitar la cooperación entre distintos vehículos con diferentes capacidades (convencionales, conectados, autónomos de varios niveles), incorporar mecanismos de gestión y control de tráfico que garanticen la circulación segura y proveer una señalización comprensible por todos. También servirá de campo de

pruebas para los ensayos del proyecto. Entre los elementos que configuran la parte física de esta infraestructura híbrida figuran señales visuales y electrónicas para guiar e informar a los distintos

tipos de vehículos, elementos de gestión viaria (radares, cámaras de vídeo, sensores de recogida de datos...) y la modernización de los centros de gestión de tráfico. La parte digital de la infraestructura la componen las comunicaciones de corto (ITS-5G, wifi) y largo (móviles) alcance, los mapas digitales de alta precisión y la definición de mensajes específicos de Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS), así como avisos individualizados de velocidad y carril, nuevos métodos de estimación de flujos de circulación para tráfico mixto y estudios sobre diferentes arquitecturas de gestión del tráfico mixto y sus distintas combinaciones.

Hay que precisar que el proyecto Inframix se circunscribe a tres escenarios de tráfico, todos ellos

Inframix pretende crear una infraestructura híbrida capaz de comunicarse con todos los vehículos que circulen por la misma y de garantizar su seguridad

cruciales para la seguridad y la eficiencia de la circulación mixta, en los cuales se analizará la respuesta de los vehículos a las indicaciones de la infraestructura realizadas por medios digitales (vehículos autónomos) y físicos (vehículos convencionales). El primer escenario es la asignación dinámica de carril, en el que se investigará cómo y cuándo abrir un carril para los vehículos autónomos y de qué manera afectará esta medida al



► Panel de señalización variable del tramo de la AP-7 donde se realizarán las pruebas. Derecha, pictograma de vehículo autónomo y conectado dibujado sobre el firme de la AP-7.

tráfico general, incluyendo casos de uso como la asignación del carril en función del grado de penetración del vehículo autónomo, condiciones meteorológicas adversas o la invasión de este carril por un vehículo convencional. El segundo es la existencia de obras en la vía, en el que se evaluará cómo puede ayudar la información transmitida por la infraestructura a los vehículos para garantizar un tráfico mixto seguro y eficiente en esta situación, contemplándose casos como el cierre de un carril o un nuevo diseño de carriles. Y el tercer escenario son los embotellamientos, en el que se analizarán las estrategias a adoptar en tiempo real sobre velocidad de circulación, recomendaciones de cambio de carril o distancia de seguridad en distintos tipos de embotellamiento para mejorar los flujos de tráfico y la seguridad.

Simulación y ensayos reales

En la parte inicial del proyecto, el consorcio ha desarrollado un complejo entorno de simulación, combinando el modelado del comportamiento de los vehículos (obtenido a partir de los sensores que incorporan y de la simulación de sus funciones, entre otros) con la simulación del tráfico mixto (realizado con apoyo de modelos de movilidad, comunicaciones vehículo-infraestructura, sensores, flujos de tráfico globales, etc.), para averiguar cómo convivirán sobre el papel los diversos tipos de ve-

hículos en los distintos escenarios de tráfico mixto. Todo ello se ha integrado en una plataforma de simulación capaz de interactuar con una autopista real, lo que a su vez ha posibilitado la realización de varios ensayos de simulación para analizar algoritmos de control de tráfico desarrollados *ad hoc* para el proyecto, casos de impacto crítico para la seguridad vial (escenario de obras, por ejemplo) y supuestos de condiciones meteorológicas adversas, entre otros. La alimentación de la plataforma con nuevos datos procedentes de ensayos reales mejorará la precisión de la información obtenida hasta el momento.

Como parte del proyecto, además, los socios del consorcio han creado una suerte de ensayo híbrido mediante la integración del entorno virtual de tráfico con los elementos digitales de la infraestructura y los vehículos en una autopista real, lo que permitirá evaluar, validar y demostrar el impacto de las medidas de la infraestructura en determinados escenarios de tráfico en términos de eficiencia y seguridad. Según el consorcio, el ensayo híbrido permitirá llevar a cabo “investigaciones detalladas y realistas sobre el comportamiento real de la conducción en un entorno de tráfico virtual complejo y seguro”.

Junto a las pruebas de simulación, el consorcio ha designado y preparado dos infraestructuras viarias para llevar a cabo los ensayos del proyecto en un

Objetivos de Inframix

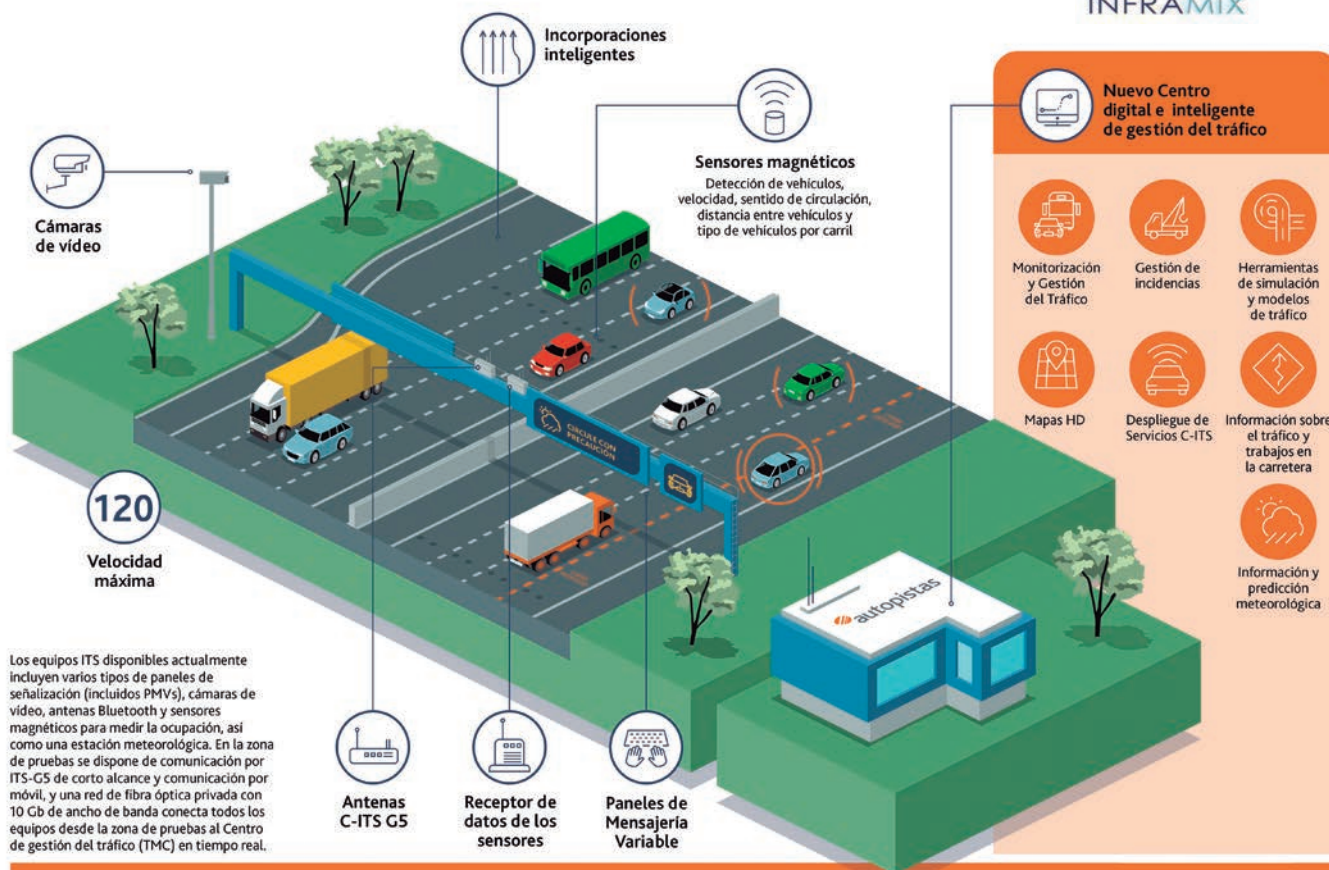
Además de la meta final de crear una nueva infraestructura adaptada por donde circulará al vehículo autónomo, el proyecto Inframix se ha marcado los siguientes ocho objetivos parciales:

- ✓ Diseñar nuevos elementos físicos y digitales de infraestructura vial, además de mejorar los existentes.
- ✓ Desarrollar nuevos modelos de flujos de tráfico combinados con herramientas de simulación, integrando algoritmos de vehículos para la conducción autónoma y del comportamiento del conductor; con objeto de evaluar los escenarios de tráfico mixto bajo distintos niveles de penetración del vehículo autónomo.
- ✓ Diseñar e implementar estrategias de control, monitorización y estimación dinámicamente adaptadas a los diferentes niveles de penetración del vehículo autónomo, al equipamiento de la infraestructura y al estatus del tráfico global.
- ✓ Desarrollar un sistema de ensayos híbrido mediante la conexión de elementos de la infraestructura y vehículos en carreteras reales con un entorno de tráfico virtual, incluyendo situaciones representativas de tráfico mixto previstas en los tres escenarios predefinidos.
- ✓ Diseñar nuevas señales visuales y electrónicas para su integración en la infraestructura híbrida, haciéndolas comprensibles tanto para los vehículos convencionales como para los autónomos.
- ✓ Evaluar la aceptación que tienen los usuarios de las señales visuales, los mensajes y las acciones de control del centro de gestión de tráfico desarrollados para los escenarios de tráfico mixto.
- ✓ Evaluar los resultados en materia de seguridad en los tres escenarios seleccionados para los escenarios de tráfico mixto.
- ✓ Consensuar la creación de un sistema de clasificación de infraestructuras viarias en niveles de automatización apropiados.

escenario con tráfico real. Se trata de sendos tramos de 20 kilómetros de longitud de la autopista del Mediterráneo (AP-7), entre Girona y la frontera francesa, y de la autopista del Sur (A2), entre Graz y Lassnitzhöhe (sureste de Austria),

ambas integrantes de la Red Básica de las Redes Transeuropeas de Transporte (RTE-T). En el caso de la autopista catalana, se trata de un tramo comprendido entre las salidas de Girona Sud y Vilademuls en el que se incluye un túnel de 180 metros

TECNOLOGÍAS EN LA AP-7 PARA EL TEST DE GIRONA



y cuatro enlaces; presenta una intensidad media de tráfico superior a 30.000 vehículos diarios y una velocidad límite de 120 km/h. En este tramo, de carácter gratuito al formar parte de la circunvalación de la ciudad de Girona, la autopista dispone de cuatro carriles por sentido, por lo que la reserva de un carril para llevar a cabo los ensayos del proyecto no afectará en gran medida al tráfico de la zona, según fuentes del consorcio.

Para la realización de los ensayos reales del proyecto, previstos para finales del verano y principios del otoño, ambos tramos han sido equipados con innovadores elementos físicos y digitales, algunos diseñados específicamente para Inframix. El tramo de la AP-7, uno de los tecnológicamente más avanzados de la red de autopistas española, incorporaba ya diversos Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) que forman la mayor parte del equipamiento y la conectividad necesarios para realizar estos ensayos, como cámaras de vídeo, distintos tipos de paneles de señalización variable, antenas Bluetooth,

sensores de recolección de datos y una estación meteorológica, además de comunicaciones de corto y medio alcance y un anillo de fibra óptica que conecta en tiempo real todo el equipamiento con un centro de control de tráfico inteligente. Para el proyecto Inframix, la operadora de la autopista española ha instalado sensores magnéticos de tránsito (que recogen distintos parámetros de tráfico, como detección de vehículos, intervalo temporal y distancia entre vehículos, tipo de vehículo por carril) y ha desplegado un sistema de comunicaciones específico para vehículos autónomos (G5, un sistema de comunicación vehículo-infraestructura y entre vehículos basado en wifi) que permita la conexión vehículo-autopista, además de nuevos sistemas de señalización variable y la señalización con pictogramas del carril reservado al vehículo autónomo.

Estos ensayos, que abordarán los tres escenarios de tráfico previstos en el proyecto, serán de tipo real e híbrido. El ensayo de Girona –como replicará dos meses después el de Graz– lo realizarán



► Prototipo de vehículo autónomo en pruebas.

durante cuatro días vehículos autónomos de los niveles 2/3, dotados con sensores, equipos y antenas de comunicación, y manejados por conductores profesionales, lo que según el consorcio garantiza unas condiciones plenas de seguridad en la autopista durante su desarrollo. Este ensayo permitirá testar tanto la conectividad vehículo autónomo-autopista como su interacción con la autopista y con el tráfico convencional, además de arrojar las primeras conclusiones sobre su comportamiento en la nueva infraestructura (cambios de carril, respuesta a los avisos de la infraestructura, respuesta ante obstáculos o situaciones adversas en la vía, etc.). Se obtendrá asimismo información sobre la percepción del usuario. Además de los vehículos, también se ensayarán todos los elementos físicos y digitales que forman parte de la infraestructura híbrida creada para el proyecto, como sistemas de comunicación, mapas digitales, nuevos elementos de señalización o de segregación y nuevos algoritmos de control y estimación de tráfico, entre otros.

Conclusiones

Al finalizar los ensayos reales se abrirá la fase de explotación de la información obtenida por vehículos e infraestructura, un filón de datos que permitirá establecer las primeras conclusiones sobre cómo será la futura convivencia de vehículos autónomos y convencionales en la autopista, y sobre la trascendental vertiente de la

seguridad vial en los escenarios previstos, además de profundizar en la investigación sobre este tema. Con la información obtenida, por ejemplo, se obtendrán los nuevos modelos de tráfico mixto planteados para distintas situaciones y niveles de penetración del vehículo autónomo, paso relevante para comenzar a preparar el periodo transitorio. Esa información también permitirá al consorcio elaborar propuestas de mejoras a implementar en la autopista, como nuevos tipos de señales físicas y electrónicas para las necesidades del tráfico mixto, nuevas estrategias de control y monitorización del tráfico o la optimización de las comunicaciones vehículo-infraestructura, entre otras. Asimismo, con la experiencia obtenida, el consorcio podrá desarrollar un sistema de clasificación de infraestructuras que indique sus capacidades de conectividad, de automatización (hasta el nivel 5) y de gestionar el tráfico de vehículos con diferentes niveles de automatización y conectividad, además de una guía para mejorar gradualmente estas capacidades evitando gastos innecesarios, que es otro de los grandes objetivos del proyecto.

Todas las conclusiones del proyecto Inframix serán elevadas a mediados del próximo año a los organismos competentes de la Unión Europea, que deberán decidir sobre su eventual implementación para el nuevo escenario de movilidad que se aproxima.

Javier R. Ventosa / Fotos Inframix y Autopistas