

5G-MOBIX en resumen

5G-MOBIX es una iniciativa innovadora financiada por la Unión Europea (2018-2022) que reúne [58 socios](#) de 13 países de la UE, así como de Turquía, China y Corea del Sur.

5G-MOBIX pretende demostrar el papel de la tecnología 5G aplicada a la [Movilidad Conectada y Automatizada \(MCA\)](#) avanzada en condiciones transfronterizas. 5G-MOBIX evaluó el potencial del 5G, con casos de uso reales, en carreteras y autopistas públicas, así como [en dos corredores transfronterizos](#) (Portugal-España y Grecia-Turquía) y en [seis sitios de prueba urbanos](#) (Francia, Alemania, Finlandia, Países Bajos, China y Corea del Sur), para desarrollar modelos de negocio sostenibles para establecer corredores 5G.

El trabajo de evaluación de 5G-MOBIX fue multifacético. Por un lado, una evaluación técnica del rendimiento de una serie de configuraciones y opciones de desarrollo, tanto a nivel de sistema de red 5G como de aplicación. Por otro lado, un análisis del impacto de los servicios de Movilidad Conectada y Automatizada (MCA) 5G en la Calidad de Vida (QoL), una Evaluación de Coste-Beneficio (CBA), así como un análisis del 5G en general para el ecosistema de innovación MCA. Por último, se ha estudiado la aceptación por parte de los usuarios del uso de la 5G en el ecosistema MCA, con especial atención al efecto de la movilidad transfronteriza.

La asociación del corredor transfronterizo Portugal-España está compuesta por varias partes interesadas complementarias que cubren toda la cadena de valor, incluyendo empresas de automoción y movilidad, operadores de telecomunicaciones y centros de investigación. Permite un entorno real de pruebas de 5G para la MCA, en una frontera no vigilada, observable en los distintos Estados miembros. Por otro lado, el corredor Grecia-Turquía es la frontera sureste de la Unión Europea, lo que supone un reto geopolítico debido a la existencia de fronteras físicas sujetas a un estricto control de la entidad. Además, los seis centros de pruebas locales han contribuido al desarrollo y las operaciones de estos corredores, por ejemplo con esfuerzos de desarrollo de aplicaciones, mejora de la infraestructura o la provisión de diferentes casos de uso, escenarios y configuraciones que complementan las pruebas transfronterizas.

Principales retos para el desarrollo de servicios MCA transfronterizos con 5G

Durante los esfuerzos para desarrollar un servicio MCA con 5G, se pudieron identificar una serie de retos legales y técnicos, así como la fiabilidad y disponibilidad de los componentes técnicos.

Algunos **ejemplos de retos técnicos** son los problemas de despliegue físico, la optimización y configuración de la cobertura, la interconectividad de la red, la itinerancia sin fisuras y la disponibilidad de dispositivos e infraestructuras.

Los retos legales y reglamentarios incluyen el permiso temporal para las redes experimentales y la disponibilidad de la licencia del espectro. La estricta normativa y los complicados trámites con las instituciones públicas exigían un equipo prototipo detallado que funcionase en una banda específica que se acordó tras un estudio inicial. En algunos casos, la licencia terminó al cabo de unos meses, dependiendo de subastas comerciales concertadas o inesperadas. Sin embargo, como las licencias tenían un objetivo de investigación, había restricciones más estrictas en cuanto a la cobertura geográfica y la disponibilidad de ancho de banda (para casos de uso MCA).

Mejores prácticas para desarrollos transfronterizos

Las aplicaciones MCA llevadas a cabo en 5G-MOBIX explotan los recursos de las infraestructuras Multi-Access Edge Computing (MEC), así como la interconectividad entre múltiples operadores, en el contexto de los corredores transfronterizos. La gestión operativa de los sitios de prueba permitió llegar a valiosos aprendizajes, nuevos conocimientos técnicos para futuros despliegues transfronterizos y desarrolladores de aplicaciones MCA y servicios de borde.

Para los operadores de redes móviles, la cooperación con los operadores de los países vecinos, así como con los operadores de carreteras, aporta valiosas ideas para las pruebas futuras, así como un conocimiento inigualable sobre las limitaciones actuales, especialmente en el ámbito de la itinerancia continua y la interconectividad entre redes. También revelan la falta de algunas características y desarrollos necesarios para la configuración y el despliegue de las redes 5G que permiten los corredores transfronterizos.

Resultados de la evaluación técnica

Se trata de evaluar el impacto de los procesos de itinerancia y traspaso en las funciones MCA durante la conducción en una zona transfronteriza, así como el rendimiento de una serie de opciones de configuración del sistema que pueden evitar la interrupción del servicio.

En este proceso de evaluación son fundamentales las cuestiones transfronterizas identificadas por el proyecto como una forma de unificar las áreas técnicas en las diferentes opciones de despliegue de la 5G. Se ha realizado un análisis de los diferentes enfoques aplicados para superar los efectos de itinerancia/transferencia en la prestación de servicios MCA sin fisuras en entornos transfronterizos. En varios casos, la evaluación sirve para validar la aplicabilidad de una determinada solución para apoyar los servicios de MCA.

Algunas conclusiones clave son:

- Se ha demostrado que el slicing de redes puede garantizar el rendimiento frente a la congestión del tráfico.
- Los primeros estudios sobre la aplicabilidad de las ondas milimétricas (mmWave) demuestran su viabilidad para la transmisión de datos de alta capacidad.

- La comunicación por satélite se presenta como una alternativa para las zonas de baja cobertura, pero es necesario seguir investigando.

Evaluación de impacto y análisis coste-beneficio

La evaluación del impacto sobre la calidad de vida analizó el impacto potencial de la tecnología 5G para la MCA en contextos transfronterizos sobre la elección del modo de transporte, el tiempo de viaje, la seguridad vial y las emisiones de CO₂.

Los resultados muestran pequeñas mejoras en la seguridad vial, la eficiencia y el impacto medioambiental. No se espera que el impacto en la movilidad personal sea significativo. Sin embargo, en el caso de contextos específicos, como el cruce de camiones en la frontera, el impacto podría ser sustancial.

El análisis coste-beneficio del punto de equilibrio estudió si los beneficios potenciales para la sociedad superan los costes de la implantación de soluciones MCA 5G transfronterizas. Se ha realizado una estimación de la reducción de costes necesaria para compensar las inversiones a realizar, teniendo en cuenta las externalidades negativas (accidentes, emisiones de CO₂ y retrasos). El análisis se basa en los datos de costes del [estudio de implantación](#) realizado por 5G-MOBIX para cinco corredores transfronterizos. En los corredores Portugal-España, Alemania-Países Bajos y España-Francia se espera que los beneficios superen la inversión, oscilando entre el 0,44% y el 1,99% (suponiendo que se reduzcan por igual todas las externalidades). Dado el bajo volumen de tráfico en el corredor Finlandia-Noruega (FI-NO), es muy poco probable que se alcance el punto de equilibrio en esta zona. En el corredor Grecia-Turquía, aunque es poco probable que los beneficios incluidos en este análisis compensen la inversión, ésta podría lograrse mediante los beneficios esperados para el comercio y la logística.

ACEPTACIÓN DEL USUARIO

El proyecto también estudió cómo los problemas de conectividad de la 5G, como las interrupciones y la degradación de la calidad del servicio, pueden afectar a la aceptación de esta tecnología y de los servicios de MCA por parte de los usuarios.

La evaluación de los usuarios se centró en los casos de uso probados en el corredor transfronterizo entre Portugal y España, a saber: maniobras de conducción como la convergencia de carriles, los adelantamientos y la conducción basada en un mapa de alta definición; una lanzadera conducida a distancia a través de la frontera y que recibe información de sensores externos sobre la presencia de obstáculos cercanos; y un servicio de streaming multimedia instalado en un autobús de larga distancia.

Cada caso de uso se evaluó mediante pruebas controladas en las que los usuarios evaluados eran pasajeros de estos vehículos; pruebas en entornos reales, para ensayos en los que los

usuarios podían experimentar el servicio real (streaming multimedia) instalado en el autobús; y entrevistas en línea en las que los participantes debían evaluar simulaciones de diferentes escenarios de funcionamiento del servicio.

En general, la evaluación de los usuarios de las soluciones MCA fue positiva, incluso en las situaciones en las que se produjeron problemas de conectividad. Los participantes afirmaron que utilizarían los distintos servicios de medicina complementaria si estuvieran disponibles. Se consideraron útiles, fáciles de usar y fiables, señalando así el valor añadido de las funcionalidades 5G.

En cuanto al contexto fronterizo, los resultados muestran que la interrupción de la conectividad o la degradación general del rendimiento del servicio pueden afectar negativamente a la aceptación, pero esto dependerá de cómo esté programada la tecnología MCA para responder en casos de conectividad insuficiente. Las malas condiciones de la red pueden ser evaluadas más negativamente que una interrupción completa de la red si el comportamiento de los vehículos se percibe como menos seguro.

Aspectos no técnicos

5G-MOBIX también investigó aspectos no técnicos, como las normas y los reglamentos, que tienen un efecto significativo en el desarrollo de la 5G para la MCA. [Un análisis del panorama normativo de la UE para los vehículos autónomos](#) (por ejemplo, los requisitos de la infraestructura, las normas de las tarifas de itinerancia, la privacidad de los datos y los aspectos de seguridad) pone de manifiesto las lagunas en materia de [normalización](#) y política que podrían permitir una mejor cooperación en toda la cadena de valor de la 5G para la MCA.

Además del análisis de las políticas, se hizo un repaso exhaustivo de los distintos costes asociados al despliegue de la 5G y se ofrecieron recomendaciones sobre las prioridades basadas en la utilidad y el coste. Asimismo, se ha realizado una estimación de la cadena de valor y de las necesidades de los clientes derivadas de los servicios 5G/MCA, incluidos los [modelos de negocio](#) asociados. Este trabajo señala la complejidad resultante de la cooperación multisectorial necesaria para aprovechar al máximo el 5G para la MCA.

El [estudio de despliegue](#) realizado en cinco corredores principales¹ proporciona una buena imagen de los desarrollos actuales y previstos por los principales operadores de telecomunicaciones, así como del delta de inversión necesario para proporcionar la cobertura/capacidad que requieren los servicios avanzados de MCA en las regiones transfronterizas (para 2025). Los resultados mostraron una gran diferencia en el gasto previsto entre los distintos países, debido a factores geográficos y regionales.

¹ Portugal – España: Valença/Tui; Grecia – Turquía: Kipoi/Ipsala; Alemania – Países Bajos: Veldhuizen; Finlandia – Noruega: Kilpisjärvi; España – Francia (ES-FR): Le Perthus