



**Desarrollo de soluciones tecnológicas necesarias
basadas en 5G para el despliegue del vehículo conectado y
validación de casos de uso (5GVEC)**

Expediente: TSI-065100-2022-001

E5. ESTADO DEL ARTE DE OPTIMIZACIÓN DE REDES 5G
RESUMEN EJECUTIVO

Consorcio:



Financia:



**Financiado por
la Unión Europea**
NextGenerationEU

Cofinancia:





Tabla de contenido

1.	INTRODUCCIÓN	2
2.	OBJETIVOS PRINCIPALES	2
3.	RESUMEN EJECUTIVO	2
4.	PRINCIPALES CONCLUSIONES	3

1. INTRODUCCIÓN

Este entregable pertenece al Paquete de Trabajo 2 “Infraestructuras 5G” y recoge un estudio del estado del arte de la latencia y de la segmentación de la red, incluyendo un análisis del organismo de estandarización 3GPP. Además, contiene una evaluación de las capacidades de las diferentes herramientas de simulación consideradas para el proyecto, así como el equipamiento de red necesario.

2. OBJETIVOS PRINCIPALES

Los principales objetivos del entregable E5 del proyecto 5GVEC, centrado en el estudio y preparación de tecnologías para el despliegue de vehículos conectados, son los siguientes:

- Analizar el estado del arte en optimización de latencia y segmentación de red aplicadas a vehículos conectados.
- Realizar un estudio exhaustivo sobre tecnologías V2X (Vehicle-to-Everything) en organismos de estandarización.
- Evaluar herramientas de simulación y equipamiento disponible para pruebas en el proyecto 5GVEC.
- Identificar áreas clave para el desarrollo de algoritmos que mejoren la latencia y la eficiencia en la gestión de recursos.
- Orientar las próximas fases del proyecto mediante el análisis de capacidades y limitaciones de las herramientas y entornos de validación.

3. RESUMEN EJECUTIVO

El interés por el desarrollo de ciudades inteligentes (Smart Cities) y en concreto el despliegue de vehículos conectados ha crecido considerablemente en los últimos años. Para ello es fundamental que la red de comunicaciones móviles sea capaz de garantizar un servicio rápido y fiable. Aunque el estado actual de la red 5G ya permite muchos nuevos casos de uso con unos requisitos muy estrictos, es necesario que siga evolucionando para poder soportar aquellos casos de uso aún más demandantes.

Este documento se corresponde con el entregable E5 del proyecto 5GVEC, el cual recoge los avances del Paquete de Trabajo 2 relativos al estudio del estado del arte en cuanto a optimización de latencia y segmentación de la red, incluyendo un análisis exhaustivo de la tecnología del vehículo conectado en los organismos de estandarización. Se evalúan también diferentes herramientas de simulación, así como el equipamiento para realizar pruebas en este proyecto.

Se ofrece un análisis fundamental del estado actual de las tecnologías necesarias para el despliegue de vehículos conectados y prepara el terreno para el desarrollo futuro de soluciones tecnológicas en el ámbito de las redes 5G aplicadas a V2X (Vehicle-to-Everything). El análisis realizado ha permitido identificar las áreas clave en las que centrarse para el desarrollo de algoritmos que permitan alcanzar mejoras en la latencia y la gestión eficiente de recursos en la segmentación de red. Además, el análisis de las capacidades y limitaciones de las herramientas y del equipamiento disponible para la validación de los algoritmos en el ámbito de las comunicaciones vehiculares marca la dirección de las fases siguientes del proyecto.

A modo de resumen, en este entregable:

- Se estudia el **estado del arte de la optimización de latencia** en redes 5G incluyendo avances en el estándar 3GPP y en publicaciones científicas.
- Se analizan técnicas avanzadas para reducir la latencia extremo a extremo en comunicaciones vehiculares.
- Se presentan estudios previos sobre la **reducción de latencia** enfocadas en comunicaciones vehiculares.
- Se analiza la **segmentación de red** como elemento clave para gestionar servicios con diferentes requisitos y alta movilidad en el contexto del vehículo conectado.
- Se propone el uso de **IA y aprendizaje automático** para optimizar el diseño y la gestión dinámica de los segmentos de red.
- Se revisan estudios previos con estrategias basadas en IA aplicadas a la segmentación, tanto en general como en entornos vehiculares.
- Se expone el estado actual de la **estandarización V2X** en 3GPP:
- Se presentan y evalúan diferentes herramientas de simulación y equipamiento hardware para pruebas con red real para comunicaciones V2X.

4. PRINCIPALES CONCLUSIONES

En este entregable se ha proporcionado una base sólida sobre la que desarrollar el resto del proyecto mediante el análisis del estado del arte sobre la segmentación de red, la optimización de la latencia y la estandarización aplicada a las comunicaciones vehiculares.

Se ha demostrado cómo algunas técnicas como la configuración de la numerología 5G, el uso de mini-slots o la preasignación de recursos permiten reducir significativamente la latencia, fundamental para satisfacer los estrictos requisitos de los casos de uso de las aplicaciones vehiculares. Además, se establece la segmentación de red y el uso de la inteligencia artificial como herramientas fundamentales para permitir la coexistencia de servicios vehiculares de manera eficiente. Por lo tanto, una planificación cuidadosa de los recursos de la red y la optimización de la latencia y la segmentación son esenciales para el éxito de las comunicaciones vehiculares.

Mediante el análisis de la estandarización se ha establecido un marco técnico robusto sobre el que apoyarse para el desarrollo de soluciones V2X. Se han identificado los 5QI específicos de las comunicaciones vehiculares y los modelos de tráfico contemplados en la estandarización, así como los casos de uso de comunicaciones vehiculares y sus requisitos técnicos.

Por último, en el análisis de los trabajos enfocados en latencia y segmentación se ha observado cómo, para optimizar la latencia y lograr una gestión eficiente de los segmentos de red, los algoritmos basados en inteligencia artificial son una herramienta poderosa para mejorar la eficiencia en la gestión de la red. Su capacidad para adaptarse dinámicamente a las condiciones cambiantes de la red los convierte en una solución prometedora en escenarios de alta movilidad.

Dado que en este proyecto se contempla el desarrollo de estos algoritmos, el estudio de las capacidades de las herramientas disponibles de simulación y prueba en entornos reales ha permitido identificar el potencial de cada uno de ellos y las limitaciones con las que cuentan en el ámbito de las comunicaciones V2X y el Network Slicing.