

# SPERIMENTAZIONI DI GUIDA AUTONOMA SUL PASSO DEL BRENNERO

**5G-CARMEN È UN PROGETTO INNOVATIVO FINANZIATO DALLA COMUNITÀ EUROPEA PER SPERIMENTARE SOLUZIONI DI MOBILITÀ AUTOMATIZZATA, COOPERATIVA E CONNESSA (O CCAM, COOPERATIVE CONNECTED AND AUTOMATED MOBILITY)**



Il progetto 5G-CARMEN rappresenta un passo concreto nella direzione di un futuro dove le auto saranno senza conducente, e si appoggia sul recente dispiegamento delle prime reti cellulari basate sul 5G e alle tecnologie 3GPP per la comunicazione V2V (Veicolo a Veicolo) per raggiungere questo importante obiettivo.

## AUTONOMOUS DRIVING EXPERIMENTS IN THE BRENNER PASS

**5G-CARMEN IS AN INNOVATIVE PROJECT FUNDED BY THE EUROPEAN COMMISSION, FOCUSED ON COOPERATIVE CONNECTED AND AUTOMATED MOBILITY (CCAM)**



1. Il corridoio autostradale Bologna-Monaco

1. The Bologna-Munich corridor

The 5G-CARMEN project represents an important step towards the future of self-driving cars, and it relies on the recent deployment of 5G based cellular networks and 3GPP based direct communication to achieve this important goal.

Thanks to Cellular Vehicle-to-Everything (C-V2X) technologies, in fact, vehicles will be able to receive and send more and more data about their surroundings, exchanging information with significantly smaller delays, thus getting a richer and more extensive view of the scenario they move on, and faster reaction time to any critical and potentially harmful event.

5G-CARMEN is part of the wider 5G Public Private Partnership (5G-PPP), funded by the European Commission in the Framework of Horizon 2020.

It is aimed at developing and testing how 5G technologies can be used to improve CCAM services in a specific motorway corridor, the Brenner Corridor, which runs from Bologna to Munich; this specific highway has been chosen since, with its 80 thousand passengers per day, it constitutes a key transport artery for the whole region.



2. I partner del Consorzio 5G-CARMEN

2. 5G-CARMEN Consortium partners

Grazie a questa evoluzione tecnologica, nota come C-V2X (Cellular Vehicle-to-Everything), i veicoli saranno in grado di ricevere e inviare quantità di dati relativi agli ambienti circostanti sempre maggiori, potranno scambiare informazioni con ritardi sempre più contenuti, ottenendo così una visione di insieme più ricca ed estesa dello scenario in cui si muovono, e una maggiore rapidità nel reagire ad eventuali eventi critici e potenzialmente dannosi.

5G-CARMEN fa parte del 5G Public Private Partnership (5G-PPP) finanziato dalla Comunità Europea nell'ambito del Programma Quadro Horizon 2020.

Lo scopo del progetto è di sviluppare e testare soluzioni CCAM basate sul 5G in un corridoio autostradale, quello del Brennero, che porta da Bologna a Monaco di Baviera. Questo corridoio autostradale è stato selezionato in quanto costituisce, con 80.000 passeggeri giornalieri di media, una fondamentale arteria stradale transeuropea.

Alcune infrastrutture telematiche, basate sulle nuove tecnologie 5G, sono in corso di realizzazione lungo questa tratta per permettere il testing delle funzionalità previste dal progetto e la sperimentazione di alcuni specifici casi d'uso di guida autonoma. Il Consorzio di 5G-CARMEN è formato da 25 partner, responsabili per lo svolgimento di diverse attività sia tecniche, sia di analisi dei potenziali impatti sociali ed economici. Di questi partner fanno parte grandi società che operano nei settori dell'automobilismo e della telefonia, come ad esempio FCA e BMW, Telecom Italia e Deutsche Telekom, Nokia e Qualcomm, e la Società concessionaria della Autostrada A22 Autostrada del Brennero Spa. Tra gli altri partner sono presenti anche Istituti di ricerca, come le Università di Bolzano e Politecnica de Valencia, l'Associazione P.I.U. e alcune Piccole e Medie Imprese. La gestione del Consorzio è affidata alla Fondazione Bruno Kessler.

5G-CARMEN ha una serie di obiettivi formali da raggiungere: la raccolta dei requisiti di sistema necessari per le particolari caratteristiche del Brennero e lo sviluppo e testing di un sistema 5G in grado di integrarli.

Oltre a questo, ha l'obiettivo di sviluppare e applicare metodologie di impatto sociale ed economico nonché di coinvolgere terze parti - in particolare PMI - tramite strategie di comunicazione e disseminazione dei risultati.

New cellular infrastructures based on 5G are being deployed along this path, to allow testing of the functionalities envisioned by the project, and the experimentation of some specific use cases of CCAM services.

The consortium is composed of 25 key partners that have come together to complete the project. These partners include large companies operating in the automotive and telecommunication sectors, such as FCA and BMW, Telecom Italia and Deutsche Telekom, Nokia and Qualcomm, and the concessionary company of the A22 motorway, Autostrada del Brennero Spa. The other partners include research institutes and SMEs; among these we find the Libera Università di Bolzano, the Associazione P.I.U. and the Universitat Politècnica de València. The consortium is coordinated by Fondazione Bruno Kessler.

There is a series of objectives associated with a successful completion of the project. These include the design of specific requirements for the use cases in the Brenner Corridor, and the design, deployment and integration of C-V2X systems capable of delivering the use cases. Moreover, there is the goal of finding ways to commercially exploit the findings of the project in the long term, and disseminating the results through dedicated fora.

The project is currently expected to reach these goals within the agreed timelines. The project started on the 1st of November 2018. The total duration is 36 months, with the estimated end date set for the end of October 2021. The Italian government passed a legislative bill in March 2018 allowing for the experimentation of the latest technologies on its transport systems. Similar measures had been adopted by Germany in June 2017.

5G-CARMEN has identified four possible use cases, which will be tested in the A22 motorway, and in particular in the cross-border sections of the Brenner Pass between Italy and Austria, and in Kufstein between Austria and Germany. The selected use cases will allow to increase road safety, ensuring higher safety in the execution of dangerous maneuvers (Cooperative Maneuvering use case), and preventive knowledge of any critical issues that will be encountered along the road (Situation Awareness use case). A use case will be dedicated to increasing the sustainability of mobility suggesting virtuous driving behavior, based on the environmental and traffic characteristics of the motorway section that is being traversed, and better exploitation of hybrid traction systems on the vehicle when available (Green Driving use case). Finally, a use case will be intended to grant a more pleasant experience on board to passengers, allowing higher and more stable Quality of Experience (QoE) in the fruition of multimedia content on car, thanks to the prediction of the expected network quality of service, and the proactive adaptation of streaming applications in order to avoid interruptions in the service, whenever possible (Video Streaming use case).

For each one of these use cases, the project has identified the necessary communication technologies, technological components, the network architecture and the service platforms that need to be deployed, paying particular attention to issues

Le attività del progetto sono iniziate il primo Novembre 2018; con una durata complessiva di 36 mesi, il completamento del progetto è previsto per la fine di Ottobre 2021. In parallelo, il Governo italiano ha approvato un Decreto Legge a Marzo 2018 che consente la sperimentazione di tecnologie 5G sul sistema dei trasporti nazionale e il Governo tedesco ha già varato una legge simile nel Giugno 2017.

5G-CARMEN ha identificato quattro possibili casi d'uso, che verranno sperimentati nel tratto autostradale, in particolare nelle tratte di confine del Passo del Brennero tra Italia e Austria e a Kufstein tra Austria e Germania. Sono scenari che permetteranno di aumentare la sicurezza stradale, garantendo una maggiore sicurezza nell'esecuzione di manovre pericolose (scenario di Cooperative Maneuvering) e una conoscenza preventiva di eventuali criticità presenti nel tratto autostradale che deve essere attraversato (scenario di Situation Awareness).

Uno scenario sarà dedicato ad aumentare la sostenibilità della mobilità su ruota, suggerendo comportamenti di guida virtuosi in funzione delle caratteristiche ambientali e di traffico del tratto autostradale percorso, e della eventuale disponibilità sul veicolo di sistemi a trazione ibrida (scenario Green Driving). Uno scenario infine sarà destinato a migliorare l'esperienza a bordo dei passeggeri, permettendo una migliore fruizione dei contenuti multimediali in movimento grazie a sistemi predittivi della qualità di rete (scenario Video Streaming).

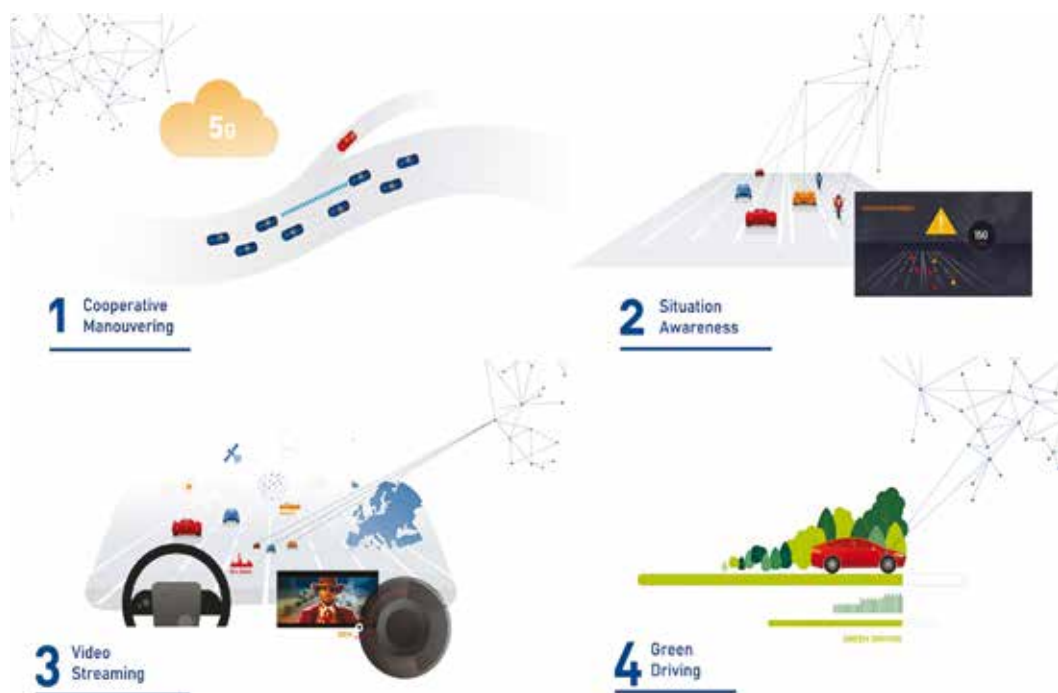
Per ognuno di questi scenari, il progetto ha individuato le componenti tecnologiche e di comunicazione, le architetture di rete e le piattaforme di servizio da dispiegare, prestando una particolare attenzione alle tematiche legate all'interoperabilità tra i diversi operatori, alla sicurezza e al trattamento dei dati raccolti durante la sperimentazione.

Elemento chiave per il supporto di questi scenari è la tecnologia C-V2X, introdotta dall'Ente di standardizzazione 3GPP nella versione 14 delle sue specifiche, e supporta varie interfacce di comunicazione tra cui:

- interfaccia PC5 per comunicazione da veicolo a veicolo (V2V), da veicolo a infrastruttura (V2I) e da veicolo a pedone (V2P);
- interfaccia utente per la comunicazione veicolo-rete (V2N).

L'interfaccia PC5 supporta la comunicazione diretta in prossimità del dispositivo, ideale per l'uso in casi a bassa latenza per garantire sicurezza di base, manovre cooperative, condivisione di informazioni con l'ambiente immediatamente circostante, e così via.

L'interfaccia Uu supporta la comunicazione tra il veicolo e la rete cellulare esistente e l'infrastruttura informatica globale: questo tipo di comunicazione è utile per trasferire messaggi su un'area geografica più ampia, estendendo la consapevolezza



3. I casi d'uso sperimentati in 5G-CARMEN

3. 5G-CARMEN selected use cases

related to the interworking between operators, to security, and processing of data collected during experimentation.

A key element to support these use cases is the C-V2X technology, which was introduced by the 3GPP standardization body in Release 14 of its specifications, and it supports various communication links and interfaces including:

- PC5 interface for Vehicle-to-Vehicle (V2V), Vehicle-to-Infrastructure (V2I), and Vehicle to Pedestrian (V2P) communication;
- Uu interface for Vehicle-to-Network (V2N) communication.

The PC5 interface supports direct communication in the vicinity of the device which is ideally suited to use cases with low latency like basic safety, cooperative maneuvering, situation awareness and many more. The Uu interface supports communication between the vehicle and the existing cellular network and computing infrastructure. This type of communication is useful to transfer messages over a wider geographical area. Thus, the communication over PC5 interface and Uu interface are complementary. 5G Carmen will utilize the latest 5G based cellular networks for Uu interface.

5G-CARMEN has defined a deployment plan for the four use cases which will start in 2020 and will continue up to the realization of the test campaigns in 2021. The pilot tests will initially take place locally, near Munich in Germany, and near Trento and Modena in Italy, and will then move to the cross-border sections of the Brenner pass and to Kufstein, where issues about continuity of service in the transition from one national network to another will be addressed.

5G-CARMEN is not the only initiative aimed at using 5G technology in motorways, for the purpose of testing advanced CCAM functionalities. The 5G-PPP European programme includes a range of projects focused on developing and testing ways in which the 5G technology can be used to support auto-

del veicolo oltre le proprie immediate vicinanze ed ampliandola con informazioni e servizi disponibili in rete. Pertanto, la comunicazione tramite l'interfaccia PC5 e l'interfaccia Uu risultano complementari. 5G CARMEN utilizzerà le ultime reti cellulari basate su 5G per l'interfaccia Uu.

5G-CARMEN ha definito un piano di dispiegamento per i quattro scenari d'uso previsti dal progetto che inizierà nel 2020, per portare alla realizzazione delle campagne di test nel 2021. I test pilota avverranno inizialmente in ambito locale, nei pressi di Monaco in Germania, e nei pressi di Trento e Modena in Italia, per poi spostarsi nelle tratte di confine del passo del Brennero e a Kufstein, dove verranno affrontate le problematiche relative alla continuità del servizio nel passaggio da una rete nazionale all'altra.

Oltre a 5G-CARMEN, attualmente ci sono diverse iniziative in ambito europeo con obiettivi simili nel campo del CCAM. Il programma europeo 5G-PPP include altri progetti finalizzati allo sviluppo di tecnologie 5G per la guida senza conducente, come 5G-MOBIX o 5GCroCo, con cui 5G-CARMEN mantiene strette interazioni. Questi progetti sono in alcuni casi simili a 5G-CARMEN, e hanno luogo anch'essi in corridoi autostradali europei internazionali. In molti casi, le attività sono centrate sui tratti di confine tra Nazioni, per investigare soluzioni che permettano di garantire la continuità dei servizi CCAM sul territorio europeo.

L'evoluzione del CCAM è un argomento di attualità che viene discusso in vari eventi nel mondo, dedicati al 5G, agli Intelligent Transport Systems ed all'Internet of Things.

Questi eventi costituiscono una grande opportunità per mettere in contatto progetti come 5G-CARMEN con esperti e altri soggetti interessati a questi temi. Nel suo primo anno di vita è stato presente in alcuni dei più importanti eventi in questo campo: all'EUCNC di Valencia, ove è stato premiato per il Best Booth della Conferenza, ha presentato un booth all'EUCAD 2019 e al Future Mobility ExpoForum e ha rilasciato presentazioni anche - tra gli altri - all'ITS World Congress 2019, al MobiHoc 2019 e al BrennerLEC.

5G-CARMEN è presente sul web con profili social su Twitter (@5g\_carmen) e LinkedIn e con un sito dedicato (<https://www.5gcarmen.eu>) che contiene informazioni aggiuntive sul progetto, un video promozionale, indicazioni sulle principali novità ed eventi legati al progetto, e la possibilità di iscriversi ad una newsletter con cui restare aggiornati su tutte le attività e gli sviluppi in corso. ■

<sup>(1)</sup> Senior Project Manager nella Divisione Innovazione di TIM SpA

<sup>(2)</sup> Senior Project Manager dell'Associazione PIIU

<sup>(3)</sup> Head of Smart Networks and Services della Fondazione Bruno Kessler



4. Le località selezionate per le sperimentazioni di 5G-CARMEN

4. Locations selected for 5G-CARMEN

**Germania: test pilota locale nei pressi di Monaco**  
German local pilot near Munich

**Germania-Austria:**  
**test pilota al confine nei pressi di Kufstein**  
Germany-Austria cross-border pilot near Kufstein

**Austria-Italia:**  
**test pilota al confine nei pressi del passo del Brennero**  
Austria-Italy cross-border pilot at Brenner Pass

**Italia: test pilota locale nei pressi di Trento**  
Italian local pilot near Trento

**Italia: test pilota locale nei pressi di Modena**  
Italian local pilot near Modena

mated driving, such as 5G-MOBIX or 5GCroCo, with whom 5G-CARMEN is maintaining strong interactions. These projects are taking place in different corridors in Europe which span across multiple countries. Trials take place in scenarios specifically designed to include difficult and complex situations, especially found in cross-border environments, in order to investigate solutions that can grant continuity to CCAM services across the whole European territory.

A number of events are hosted around the world, focused on the building and application of CCAM capabilities, Intelligent Transport Systems, Internet of Things and 5G. These are perfect opportunities to create networks of ideas among experts and projects such as 5G-CARMEN. For this reason, in its first year of activities 5G-CARMEN has been present in a few of the most important events in its field.

It was a key contributor in the EUCNC held in Valencia, where it won the conference's Best Booth Award. Moreover, a booth was hosted also in EUCAD 2019 and at the Future Mobility ExpoForum. Key contributions were also delivered to events such as the ITS World Congress 2019, MobiHoc 2019 and in a BrennerLEC Workshop.

More information on the project can be found following 5G-CARMEN social profiles on Twitter (@5g\_carmen) and LinkedIn, or visiting the project's website (<https://www.5gcarmen.eu>), which includes a promotional video, information on the activities being carried out, news related to the project, and the possibility to subscribe to a dedicated Newsletter to be updated on project milestones, events, and the latest developments. ■

<sup>(1)</sup> Senior Project Manager for Innovation Division in TIM SpA

<sup>(2)</sup> Senior Project Manager of PIIU Association

<sup>(3)</sup> Head of Smart Networks and Services of Bruno Kessler Foundation