



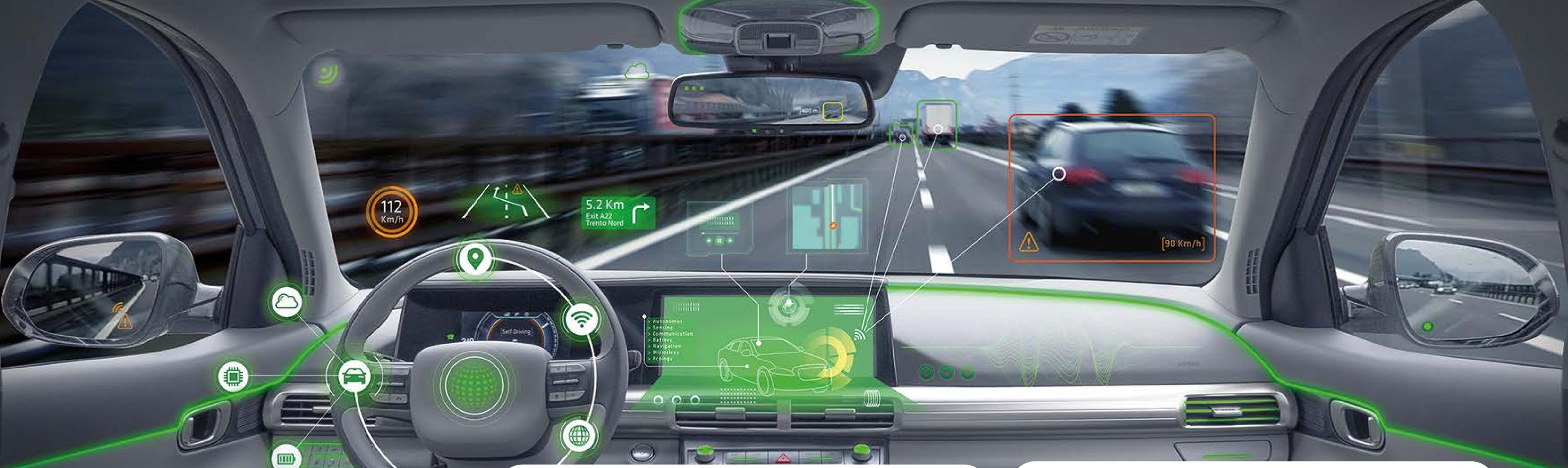
Autostrada del Brennero SpA
Brennerautobahn AG

L'infrastruttura C-ITS di Autostrada del Brennero

Autostrada del Brennero

314	KM
1	CENTRO DI CONTROLLO DEL TRAFFICO
23	STAZIONI AUTOSTRADALI + 1 BARRIERA
6	CENTRI DI MANUTENZIONE
6	CENTRI DI SERVIZIO
22	AREE DI SERVIZIO + 1 AUTOPORTO
147	SOTTOPASSI
30	GALLERIE MONODIREZIONALI (12,6 km)
144	PONTI E VIADOTTI (31,2 km)
139	SOVRAPPASSI
427	PIAZZOLE DI SOSTA E DI EMERGENZA
84.1	KM DI BARRIERE ANTIRUMORE





Autobrennero è ...

**MOBILITÀ
CONNESSA**

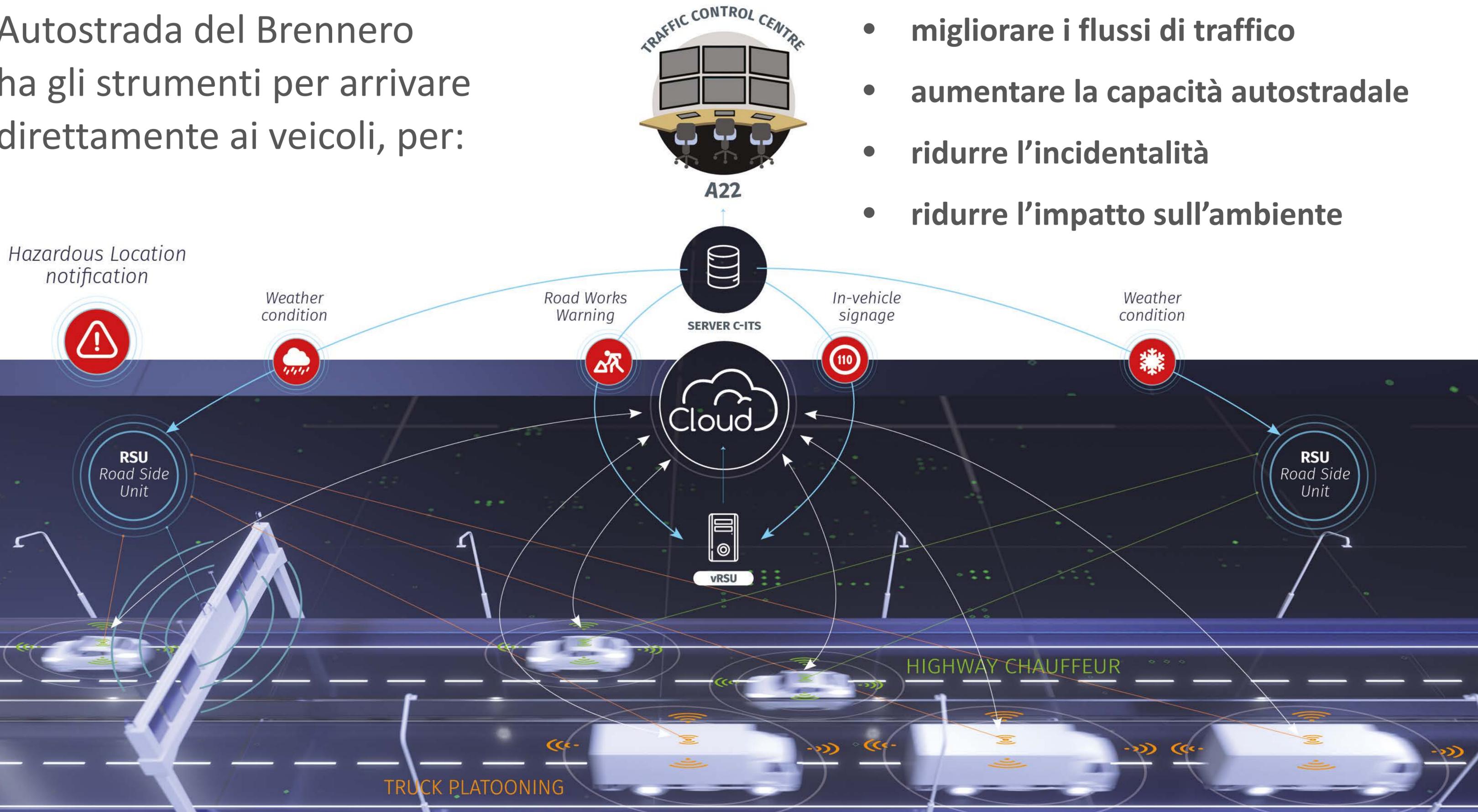
tra i primi operatori autostradali
in Europa ad essersi dotata
di un'infrastruttura C-ITS

in grado di trasmettere messaggi
ai veicoli dotati della tecnologia
per riceverli.



Autostrada del Brennero
ha gli strumenti per arrivare
direttamente ai veicoli, per:

- migliorare i flussi di traffico
- aumentare la capacità autostradale
- ridurre l'incidentalità
- ridurre l'impatto sull'ambiente

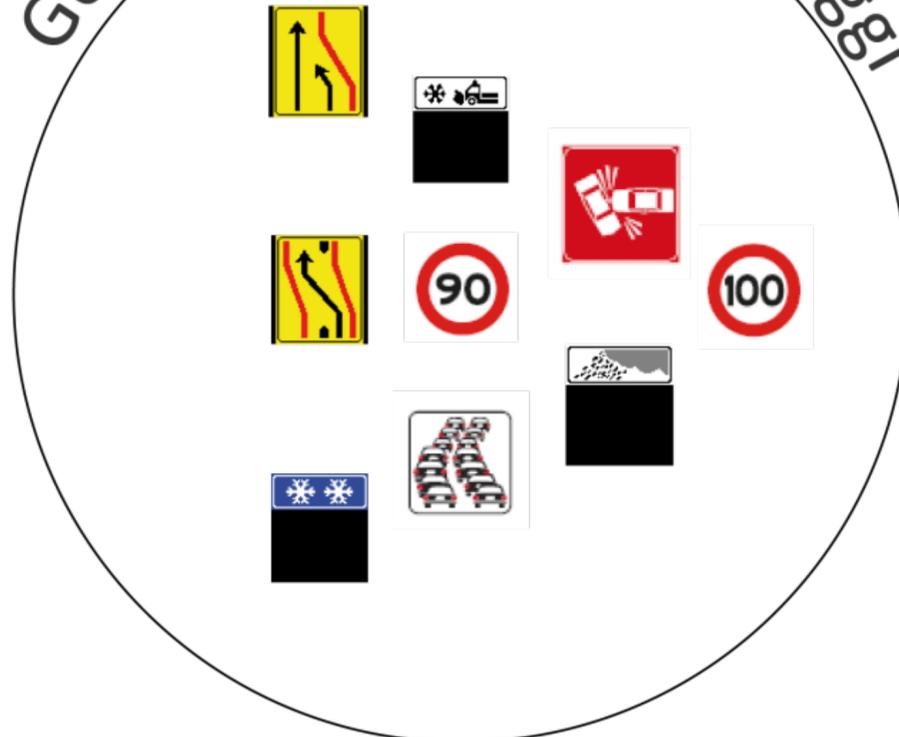


Prime attività svolte nell'ambito di C-Roads Italy

Realizzazione mappatura autostrada



Georeferenziazione messaggi



Georeferenziazione RSU



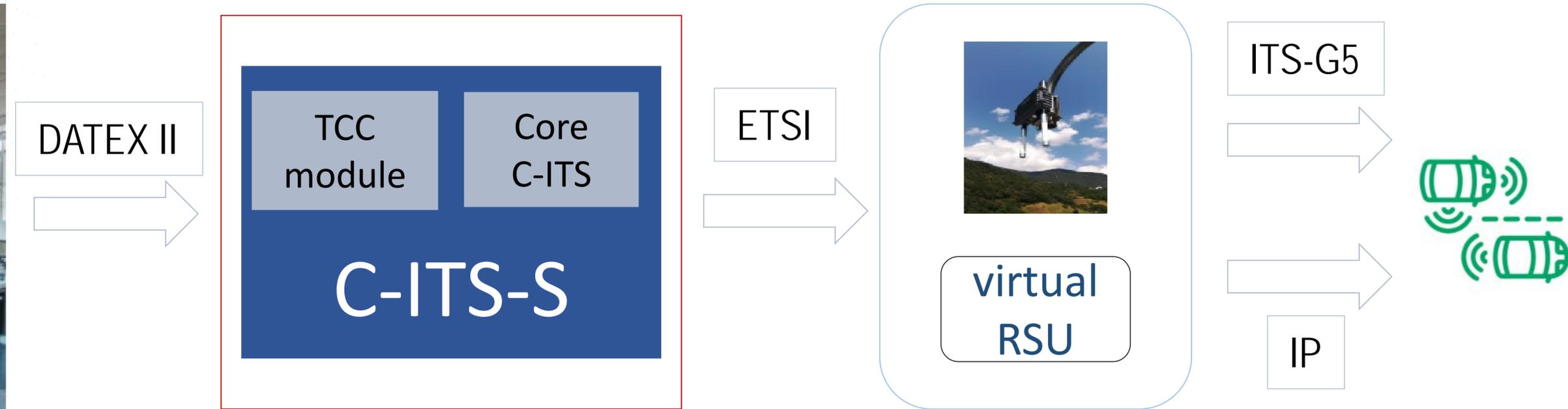
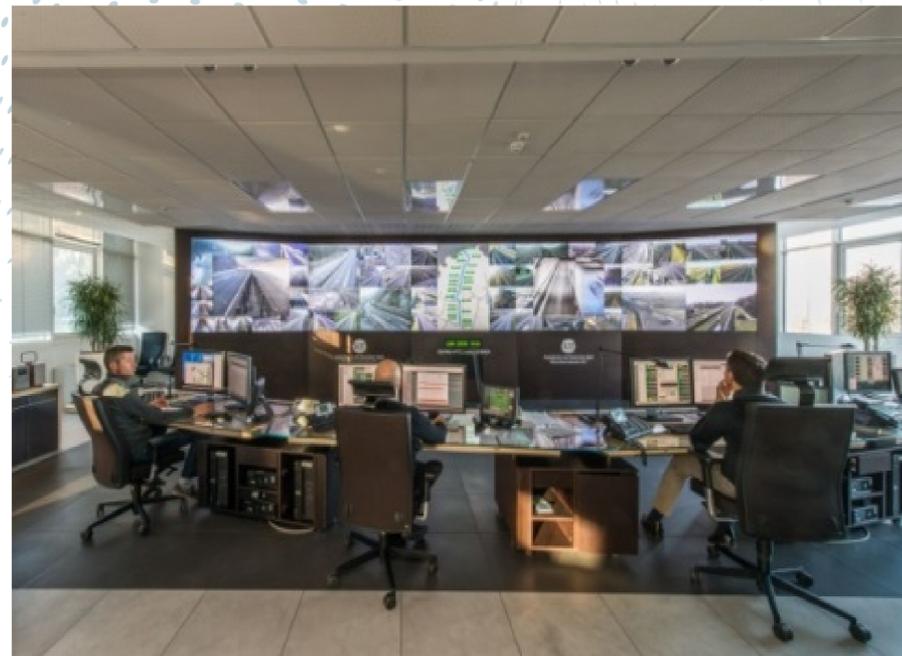
- conversione da chilometro a latitudine / longitudine per distribuire i messaggi in modo geografico
- granularità fine dei punti per consentire una mappatura precisa dell'autostrada

- Così i veicoli ricevono solo messaggi di interesse

- Tramite antenna GPS integrata nella RSU;
- Ogni antenna trasmette messaggi solo della propria competenza geografica

REALIZZAZIONE DI UN SERVER C-ITS

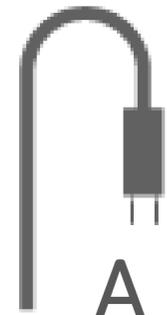
TCC



- Il server C-ITS riceve i messaggi Datex pubblicati dal TCC, li elabora e li converte nello standard ETSI (TCC → C-ITS-S)
- Il server C-ITS integra i messaggi e li smista alle RSU di competenza (C-ITS-S → RSU e vRSU)
- Ogni RSU li trasforma in formato binario e li trasmette (RSU e vRSU → Veicoli)
- **A22 ha sviluppato il software pycroads** che si occupa della conversione del messaggio nel formato binario (Codifica UPER secondo la sintassi ASN.1)

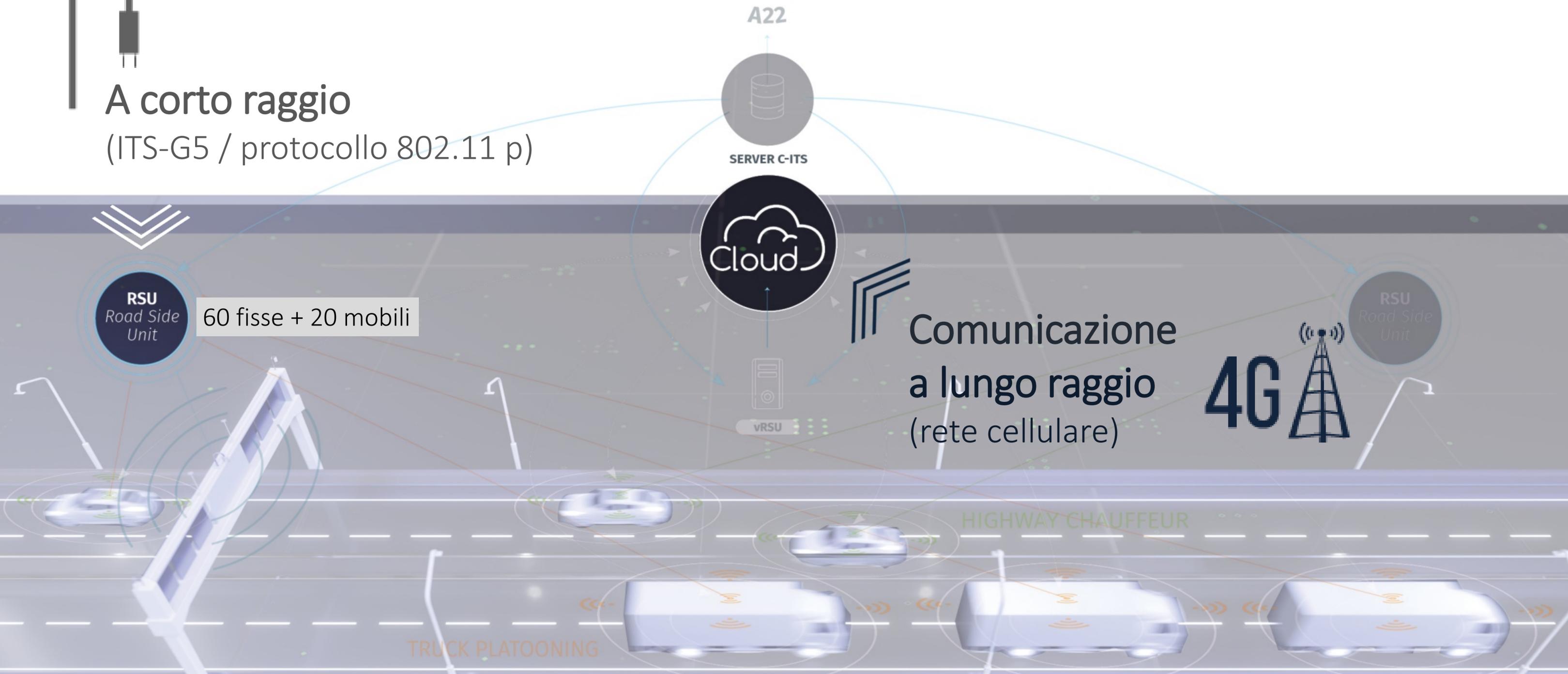
COMUNICAZIONE IBRIDA

Per garantire una copertura totale: dove non arriva l'infrastruttura, arriva la rete cellulare



A corto raggio

(ITS-G5 / protocollo 802.11 p)



**Comunicazione
a lungo raggio**
(rete cellulare)

4G

RSU
Road Side
Unit

RSU
Road Side
Unit

60 fisse + 20 mobili

TRUCK PLATOONING

HIGHWAY CHAUFFEUR

VRSU

SERVER C-ITS

A22

Cloud

Comunicazione a lungo raggio – la RSU virtuale (vRSU)

Si comporta **con la stessa logica di una normale RSU** (stessa architettura software)

- Ha un raggio geografico di competenza
- Interagisce con il server C-ITS come una normale RSU

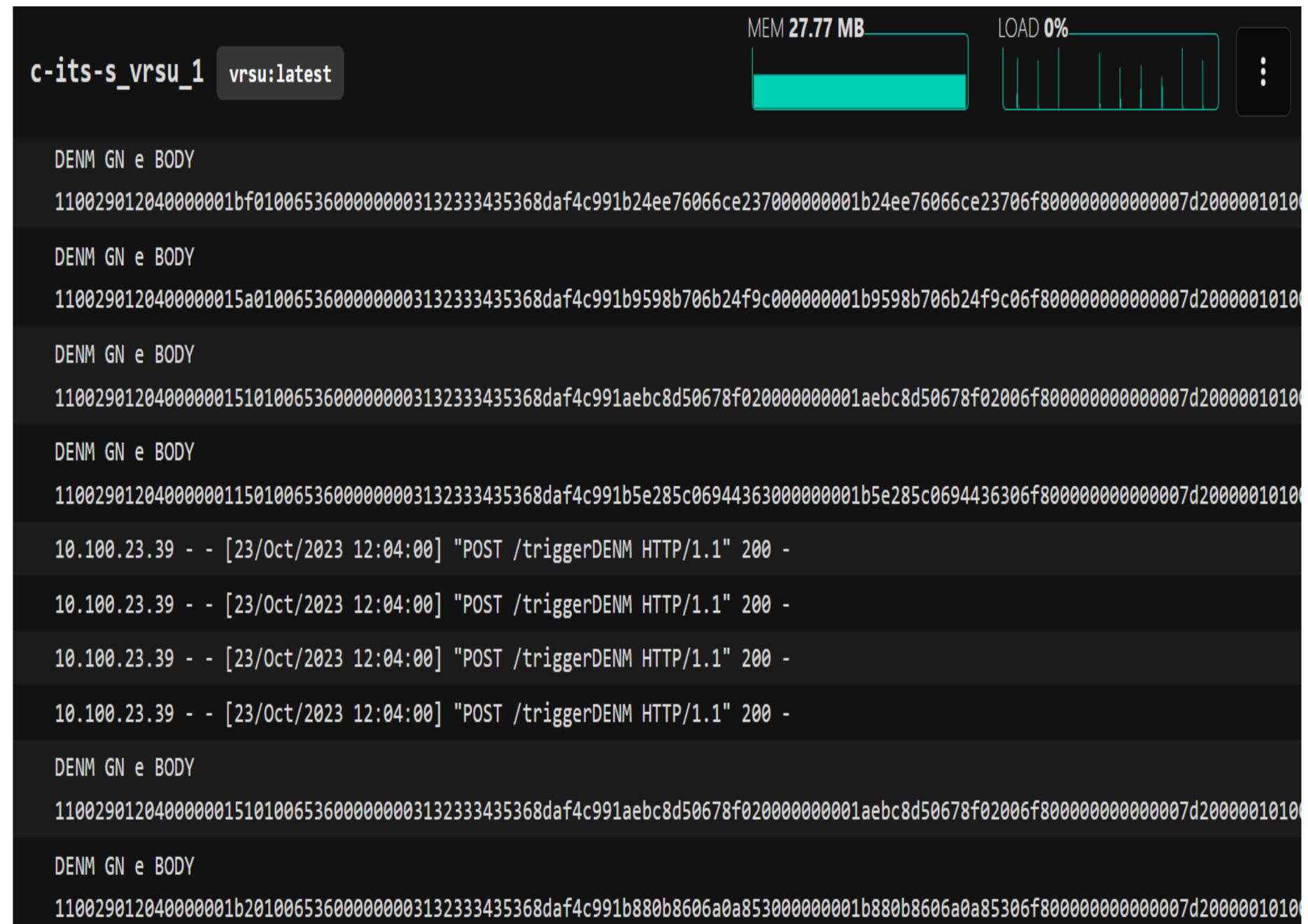
Trasmette messaggi I2V dal server C-ITS al **broker di TIM** sfruttando il protocollo AMQP 1.0

Attualmente:

Riceve tutti i messaggi dal server C-ITS indipendentemente dalla posizione geografica (raggio di competenza copre l'intera A22)

Scalabilità

E' possibile crearne diverse per ridurre il carico di lavoro impostando opportunamente posizione & raggio di competenza



```
c-its-s_vrsu_1 vrsu:latest MEM 27.77 MB LOAD 0%
DENM GN e BODY
110029012040000001bf0100653600000003132333435368daf4c991b24ee76066ce237000000001b24ee76066ce23706f80000000000007d2000001010
DENM GN e BODY
1100290120400000015a0100653600000003132333435368daf4c991b9598b706b24f9c000000001b9598b706b24f9c06f80000000000007d2000001010
DENM GN e BODY
110029012040000001510100653600000003132333435368daf4c991aebc8d50678f02000000001aebc8d50678f02006f80000000000007d2000001010
DENM GN e BODY
110029012040000001150100653600000003132333435368daf4c991b5e285c06944363000000001b5e285c0694436306f80000000000007d2000001010
10.100.23.39 - - [23/Oct/2023 12:04:00] "POST /triggerDENM HTTP/1.1" 200 -
10.100.23.39 - - [23/Oct/2023 12:04:00] "POST /triggerDENM HTTP/1.1" 200 -
10.100.23.39 - - [23/Oct/2023 12:04:00] "POST /triggerDENM HTTP/1.1" 200 -
10.100.23.39 - - [23/Oct/2023 12:04:00] "POST /triggerDENM HTTP/1.1" 200 -
DENM GN e BODY
110029012040000001510100653600000003132333435368daf4c991aebc8d50678f02000000001aebc8d50678f02006f80000000000007d2000001010
DENM GN e BODY
110029012040000001b20100653600000003132333435368daf4c991b880b8606a0a853000000001b880b8606a0a85306f80000000000007d2000001010
```

SERVIZI Day-1 e Day-1.5

Day-1

Avviso di lavori stradali

- ✓ Chiusura di una o più corsie
- ✓ Notifiche cantieri mobili
- ✓ Operazioni di manutenzione invernale

Notifiche di punti pericolosi

- ✓ Incidente
- ✓ Coda
- ✓ Veicolo fermo
- ✓ Condizioni meteorologiche
- ✓ Pavimentazione sdruciolevole
- ✓ Animale o persona in strada
- ✓ Ostacolo in strada
- ✓ Veicolo di emergenza in avvicinamento
- ✓ Veicolo di emergenza / di soccorso operativo

Segnaletica di bordo

- ✓ Limiti dinamici di velocità
- ✓ Testi su PMV
- ✓ Altri pittogrammi

Dati del veicolo

- Raccolta dati dei veicoli - Pianificata
- Raccolta dati degli eventi - Pianificata

Guida automatica del veicolo

- Livelli di guida SAE - Pianificata
- Informazione di supporto al platooning- Pianificata

Day-1.5

Highway
Chauffeur



Truck
platooning

Attività svolte in C-Roads Italy 3

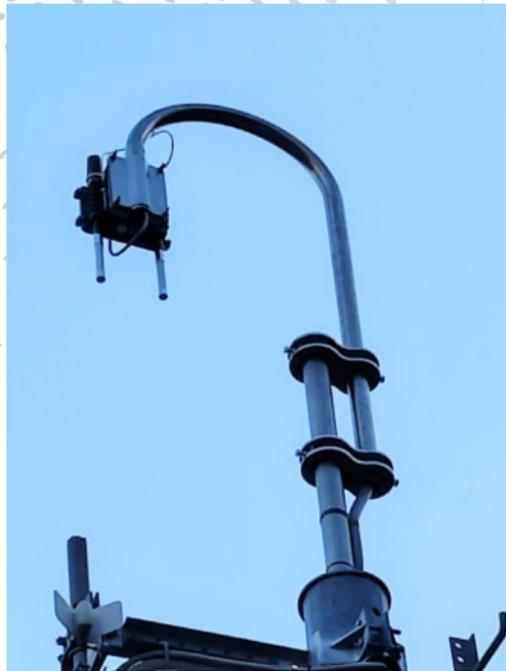


Co-funded by
the European Union



Autostrada del Brennero SpA
Brennerautobahn AG

Acquisto e installazione di 5 nuove Road Side Unit fisse



Km 158+782



Km 159+280



Km 164+010



Km 163+500



Km 165+900



Acquisto e installazione di 15 nuove Road Side Unit mobili

Gestione road side unit mobili

- trasmissione di messaggi I2V dal server C-ITS
- trasmissione di messaggi V2V per gli scenari mobili



- Installazione su diversi veicoli aziendali
- Connessione internet via SIM
- Alimentazione tramite accendisigari



Acquisto di ulteriori 10 RSU ibride (non previste da progetto) con doppia tecnologia ITS-G5 e C-V2X

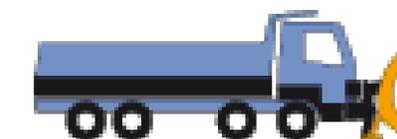
L'obiettivo è quello di creare un "corridoio" con doppia tecnologia per implementare test avanzati con diversi produttori di veicoli



Sviluppo di nuovi scenari mobili

Manutenzione invernale (RWW-WM)

L'obiettivo di questo caso d'uso è quello di avvisare gli utenti della strada che incontreranno un veicolo per la manutenzione invernale in funzione, in modo che possano adattare il loro comportamento di guida di conseguenza.



Cantieri mobili (RWW-RM)

L'obiettivo di questo caso d'uso è informare l'utenza della presenza di un cantiere mobile.

Veicolo di emergenza o prioritario in avvicinamento (HLN-EPVA)

Questo caso d'uso può essere utilizzato per avvertire gli utenti della strada dell'avvicinarsi di un veicolo di emergenza o prioritario, al fine di facilitarne il passaggio.



Veicolo di emergenza o di soccorso in intervento (HLN-ERVI)

L'obiettivo è quello di avvertire i conducenti della posizione del veicolo coinvolto in un intervento (es. in incidente stradale o operazione di soccorso e recupero), in modo che gli altri utenti possano regolare il loro comportamento di guida di conseguenza e in tempo.



Ulteriori attività

- Interfacciamento delle nuove road side unit con il server C-ITS
- Aggiornamento di tutte le RSU alla versione 19.1 del firmware Codha

Per effettuare ciò è stato necessario:

- modificare il C-ITS server per la gestione delle RSU mobili
- modificare il software pycroads per gli scenari mobili
- adattare il software pycroads al cambio del firmware delle antenne

Questo ha fatto emergere delle esigenze:

- implementazione più veloce del software pycroads
- maggiore flessibilità del sistema pycroads

Ulteriori attività

- Aggiornamento del software proprietario da 'pycroads' a pycroads3:
 - nuova logica di interfacciamento tra RSU e C-ITS server
 - maggiore stabilità del sistema
 - creazione di un canale dedicato per la gestione dei casi d'uso mobili
 - lavoro preparatorio per l'implementazione dei casi d'uso PVD-VDC e PVD-EVD (V2I)
 - predisposizione all'invio di altri tipi di messaggio (MAPEM, SPATEM)
- Aggiornamento del C-ITS con la nuova logica
- Allineamento della vRSU alla nuova logica

Ulteriori attività

- Creazione di una nuova RSU virtuale chiamata jvRSU
 - performance migliori
 - migliore flessibilità e monitoraggio
 - migliore gestione di tipi di messaggio (IVIM e DENM)
 - predisposizione di Ulteriori tipi di Messaggio (CAM)
- Aggiornamento dei messaggi alle Specifiche ETSI
 - IVIM dalla v1.3.1 alla v2.1.1
 - DENM dalla v1.3.2 alla v2.1.1
- Aggiornamento continuo di tutti i casi d'uso alle specifiche C-Roads
 - dalla v2.0 alla v2.0.7 (v2.0.8 in corso)

Ulteriori attività

- Sviluppo di nuovi casi d'uso: IVI-FT / HLN-APR / HLN-TSR
- Sviluppo di nuova funzionalità: TERMINATION di eventi
- Miglioramenti a livello di architettura di sistema
 - implementazione di un sistema di logging centralizzato
 - implementazione di una logica “atomica” per i processi legati ai C-ITS
 - ottimizzazione dei processi e della rete

Ulteriori attività

- Partecipazione a test transfrontalieri (virtuali e fisici) nei quali abbiamo testato l'interoperabilità del sistema (sia corto raggio che lungo raggio)

Esito dei test

Positivi

- Aggiornamento di tutto il server C-ITS: creazione di una nuova interfaccia C-ITS per C-Roads, tra cui:
 - ✓ implementazione di una parte specifica per gli scenari mobili
 - ✓ implementazione di nuove funzionalità
 - ✓ possibilità di avere una dashboard per monitorare la situazione
 - ✓ gestione di scenari di test e reali

La nostra dashboard C-ITS



Co-funded by the European Union  

C-ITS Autobrennero 

Username*

Password*



LOGIN

 **Autostrada del Brennero SpA
Brennerautobahn AG**

Autostrada del Brennero S.p.A. 38121 TRENTO - Via Berlino, N. 10
Tel. 0461.212611 - Mail. a22@pec.autobrennero.it - a22@autobrennero.it
Registro Imprese di Trento e Codice Fiscale 00210880225 - Codice IVA comunitaria IT00210880225

La nostra dashboard C-ITS

The screenshot displays the C-ITS Autobrennero dashboard. At the top, there is a green header bar with the A22 logo, the text 'Autostrada del Brennero SpA Brennerautobahn AG', and the title 'C-ITS Autobrennero'. To the right of the header are logos for 'Co-funded by the European Union', 'C-ROADS ITALY', and 'C-ROADS ITALY 3', along with a settings gear icon, a share icon, and a user profile icon labeled 'DI'. Below the header is a navigation bar with icons and labels for 'Mappa', 'Dashboard', 'Antenne', 'DENM', 'IVIM', 'Messaggi Inviati', 'Antenne Mobili', 'Antenne Virtuali', and 'Dashboards'. On the right side of this bar are 'Impostazioni' and 'Import Dati' dropdown menus. The main content area consists of a grid of 18 white tiles with green borders, each containing an icon and a title: 'Mappa' (location pin), 'Dashboard' (bar chart), 'Dashboard - Denm' (line graph with arrow), 'Dashboard - Ivim' (line graph with arrow), 'Messaggi Inviati' (paper plane), 'Zone Coesistenza' (no entry sign), 'Denm' (flag), 'Ivim' (diamond sign with arrow), 'Antenne' (Wi-Fi symbol), 'Antenne Mobili' (car), 'Antenne Virtuali' (mobile phone), 'Punti Strade' (road points), 'Utenti' (user icon), and 'Configurazioni' (database cylinder).

La nostra dashboard C-ITS: le RSU

C-ITS Autobrennero													
Anagrafica ANTENNE													
JSON		Numero ↑↓	IP ↑↓	Luogo ↑↓	Km ↑↓	Latitudine ↑↓	Longitude ↑↓	Raggio ↑↓	Stato ↑↓	Situazione ↑↓	Release ↑↓	GMaps	Azioni
		RSU 01	10.249.240.51	CONFINE DI STATO	000+000	47.0039334	11.5074352	20000	on	Installata	19.1		
		RSU 02	10.249.240.52	PLESSI	002+150	46.9881071	11.4969235	20000	ON	Installata	19.1		
		RSU 05	10.249.240.55	COLLE ISARCO	010+000	46.9290069	11.4470430	20000	ON	Installata	19.1		
		RSU 06	10.240.2.52	CEVES	012+220	46.9129047	11.4321409	20000	ON	Installata	19.1		
		RSU 07	10.240.2.53	GIOVO	014+000	46.8882490	11.4262684	20000	ON	Installata	19.1		
		RSU 09	10.249.235.52	TRENS NORD	019+100	46.8725192	11.4714277	20000	ON	Installata	19.1		
		RSU 10	10.249.235.53	ADS TRENS	024+650	46.8415697	11.5257461	20000	ON	Installata	19.1		
		RSU 11	10.249.235.54	FORTEZZA	033+585	46.7948462	11.6075973	20000	ON	Installata	19.1		
		RSU 12	10.249.230.51	PLOSE	041+800	46.7313616	11.6418993	20000	ON	Installata	19.1		
		RSU 15	10.249.220.52	ADS ISARCO	063+440	46.5707312	11.5228115	20000	ON	Installata	19.1		
		RSU 16	10.249.220.53	ADS SCILIAR	069+100	46.5288049	11.4903146	20000	ON	Installata	19.1		
		RSU 17	10.249.215.51	EX BLU BZN	077+500	46.4945193	11.4069666	20000	ON	Installata	19.1		
		RSU 19	10.249.200.51	BZS	087+875	46.4537930	11.3060221	20000	ON	Installata	19.1		
		RSU 20	10.249.200.52	ORA	100+200	46.3493546	11.2831860	20000	ON	Installata	19.1		
		RSU 21	10.249.180.51	EGNA	105+163	46.3089481	11.2536634	20000	ON	Installata	19.1		
		RSU 22	10.249.180.52	S MICHELE NORD	119+600	46.2149290	11.1422319	20000	ON	Installata	19.1		
		RSU 23	10.249.160.51	S MICHELE SUD	123+900	46.1825387	11.1134537	20000	ON	Installata	19.1		
		RSU 24	10.249.160.52	ADS PAGANELLA	129+600	46.1358648	11.0840485	20000	ON	Installata	19.1		
		RSU 25	10.249.130.51	TN NORD	132+800	46.1079958	11.0888931	20000	ON	Installata	19.1		
		RSU 26	10.249.0.41	TN CENTRO	135+000	46.0769162	11.1111088	40000	ON	Installata	19.1		

La nostra dashboard C-ITS: le OBU

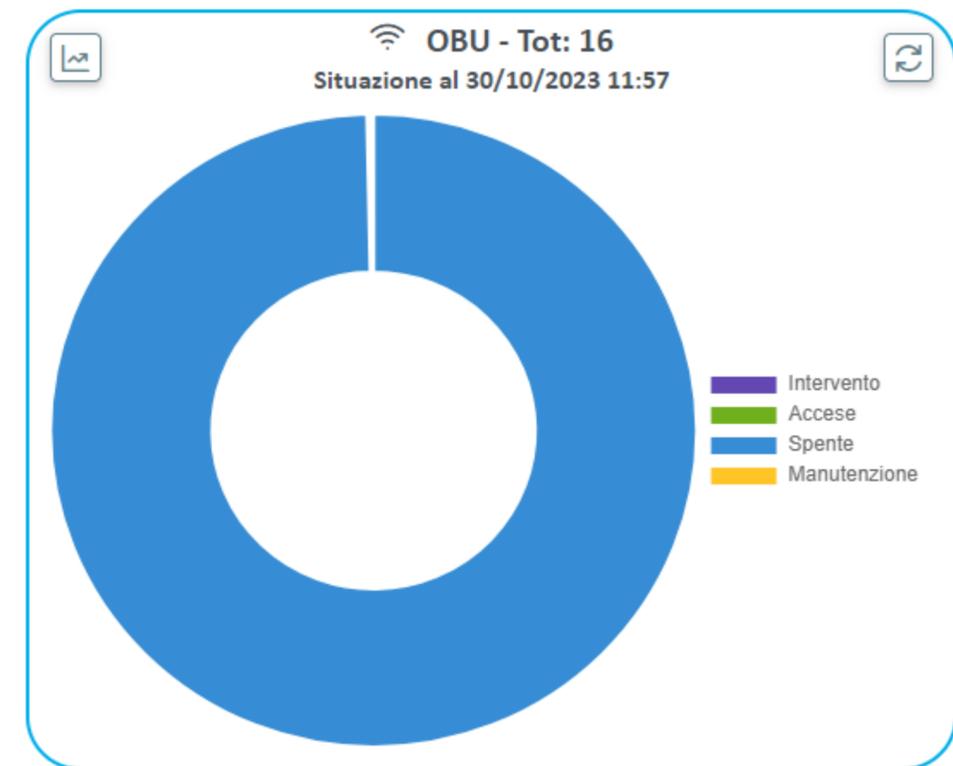
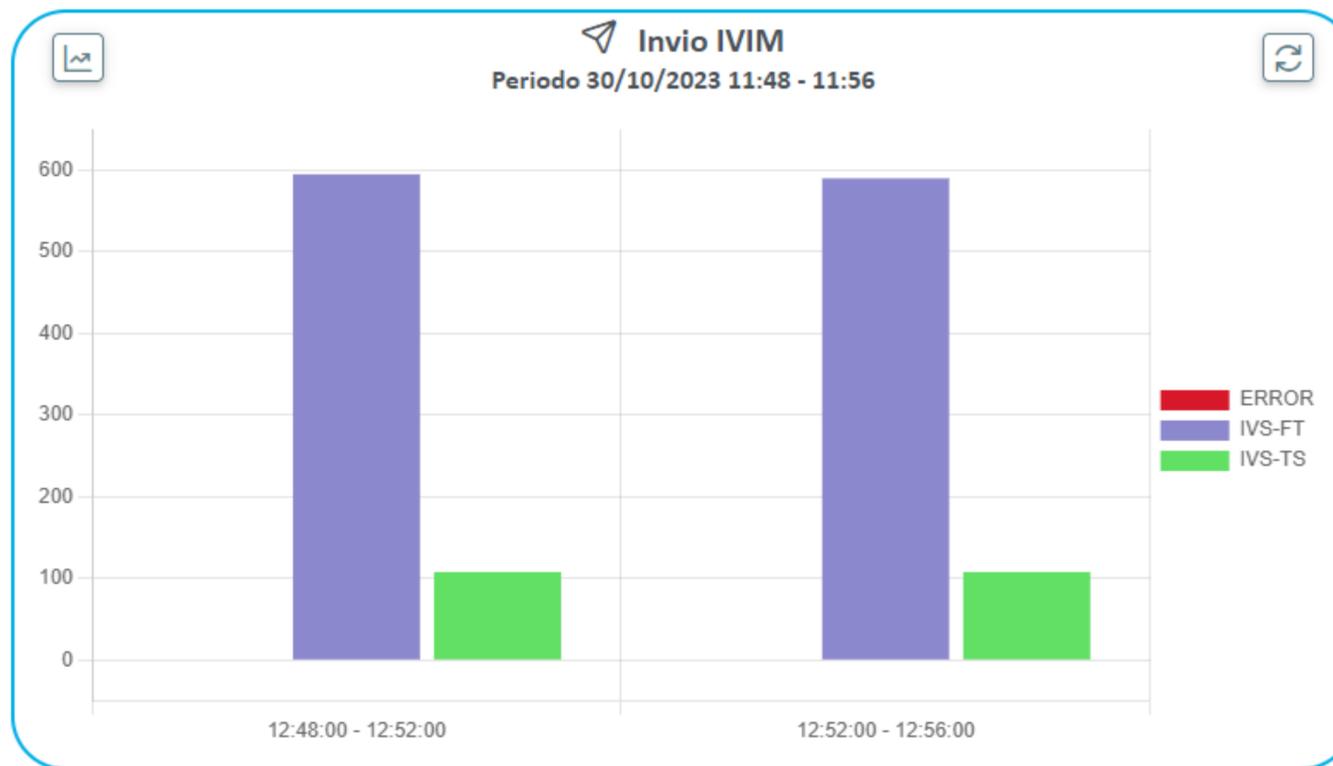
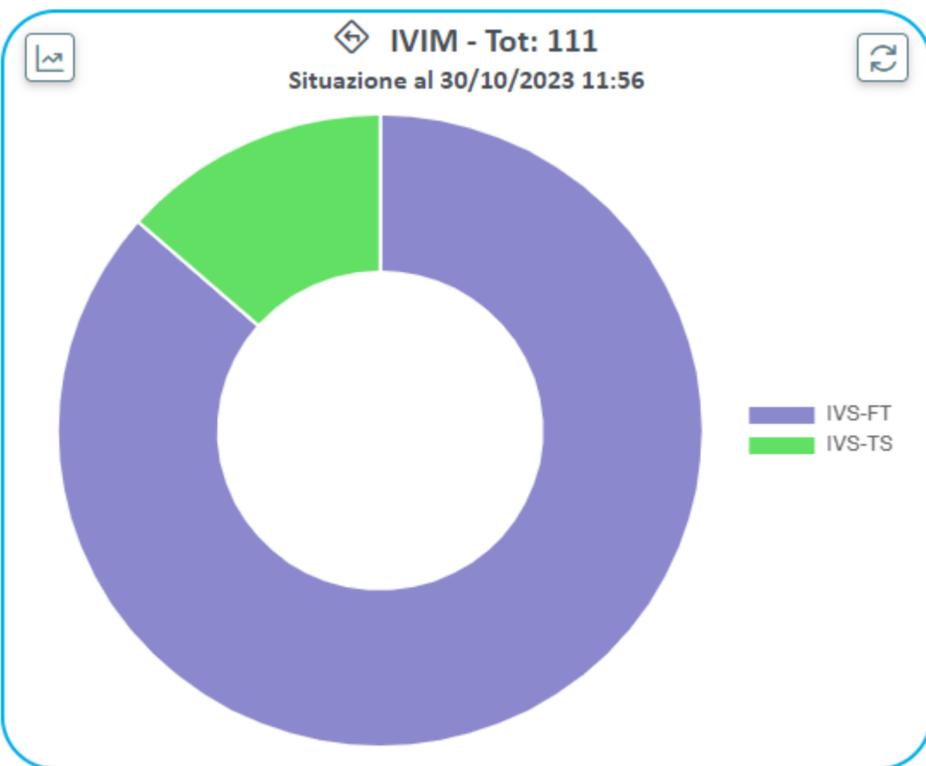
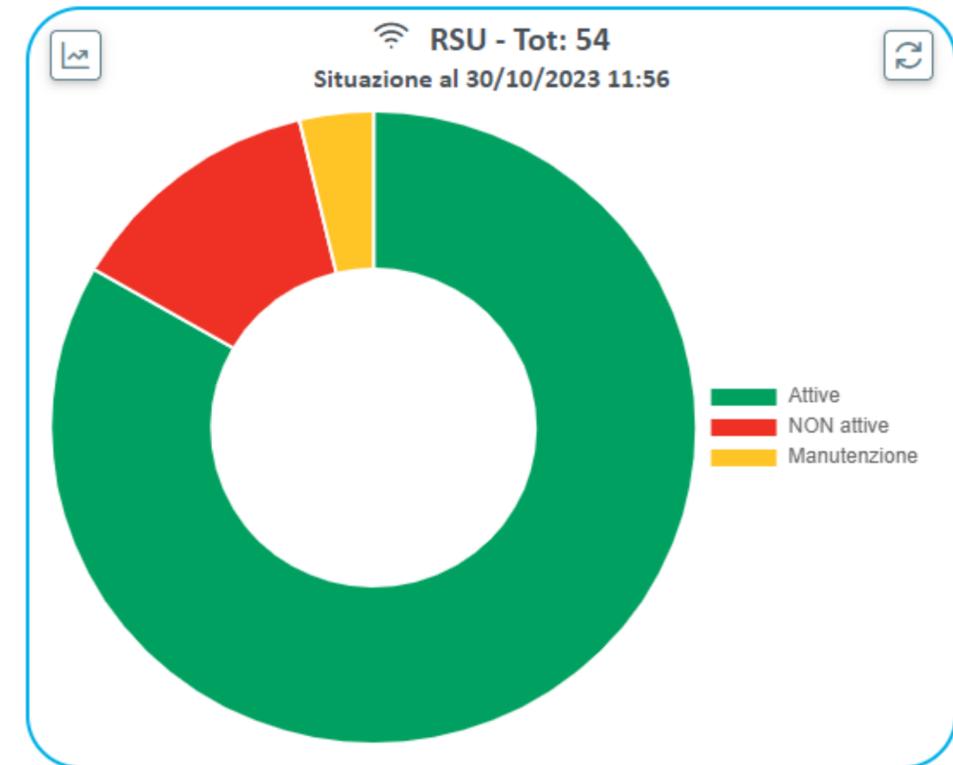
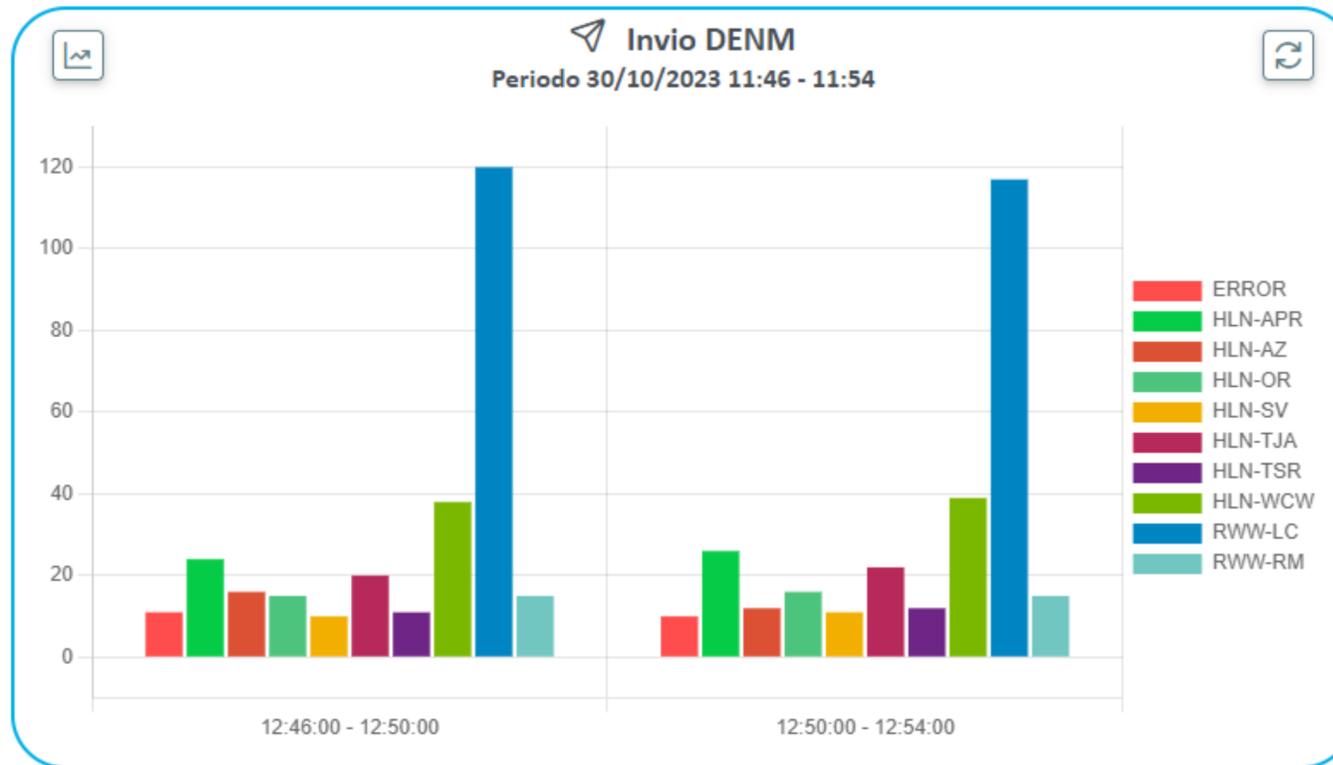
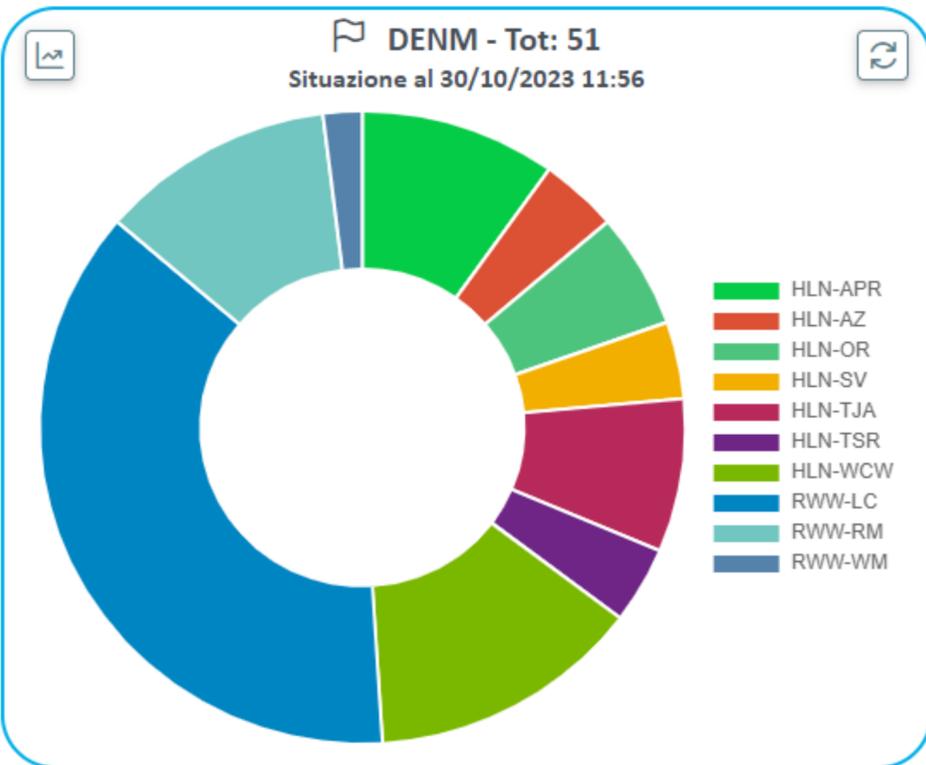
↓ JSON 1-16 su 16 elementi << < 1 > >> 20 ↓ Colonne

JSON		Numero ↑↓	IP ↑↓	Latitudine ↑↓	Longitudo ↑↓	Raggio ↑↓	Stato ↑↓	Situazione ↑↓	Release ↑↓	Dett. Scenario	Mobile	Azioni
i		OBU 01	10.210.22.219	46.07727018	11.10943513	2500	OFF	Installata	19.1			
i		OBU 02	10.210.22.220	46.07727018	11.10943513	2500	OFF	Installata	19.1			
i		OBU 03	10.210.22.221	46.07727018	11.10943513	2500	OFF	Installata	19.1			
i		OBU 04	10.210.22.222	46.07727018	11.10943513	2500	OFF	Installata	19.1			
i		OBU 05	10.210.22.223	46.07727018	11.10943513	2500	OFF	Installata	19.1			
i		OBU 06	10.210.22.224	46.07727018	11.10943513	2500	OFF	Installata	19.1			
i		OBU 07	10.210.22.225	46.07727018	11.10943513	2500	OFF	Installata	19.1			
i		OBU 08	10.210.22.226	46.07727018	11.10943513	2500	OFF	Installata	19.1			
i		OBU 09	10.210.22.227	46.07727018	11.10943513	2500	OFF	Installata	19.1			
i		OBU 10	10.210.22.228	46.07727018	11.10943513	2500	OFF	Installata	19.1			
i		OBU 11	10.210.22.229	46.07727018	11.10943513	2500	OFF	Installata	19.1			
i		OBU 12	10.210.22.230	46.07727018	11.10943513	2500	OFF	Installata	19.1			
i		OBU 13	10.210.22.231	46.07727018	11.10943513	2500	OFF	Installata	19.1			
i		OBU 14	10.210.22.232	46.07727018	11.10943513	2500	OFF	Installata	19.1			
i		OBU 15	10.210.22.233	46.07727018	11.10943513	2500	OFF	Installata	19.1			
i		TEST OBU 00	10.249.0.41	46.07727018	11.10943513	2500	OFF	Installata	19.1			

La nostra dashboard C-ITS: mappe degli eventi

The screenshot displays the C-ITS dashboard interface. At the top, the header includes the logo for Autostrada del Brennero SpA (A22 Brennerautobahn AG) and the title "C-ITS Autobrennero". It also features logos for the European Union, C-ROADS ITALY, and C-ROADS ITALY 3. The navigation bar contains icons for Home, Map, Dashboard, Antenne, DENM, IVIM, Messaggi Inviati, Dashboards, Impostazioni, and Import Dati. Below the navigation bar, the main content area shows "Eventi Asse Autostradale" with filters for "Origine" (Qualsiasi, Produzione, Test) and statistics: "Denm: 59", "Ivim: 136", "Antenne: 63", and "Zone Coesistenza: 25". The map area is titled "Mappa" and includes "Satellite" and "Layer" options. The map itself shows a network of roads with various event markers, including warning signs (e.g., road works, narrow road), speed limit signs (e.g., 30, 60), and location pins. A sidebar on the right is titled "Dettagli" and currently shows "Nessun Elemento Selezionato".

La nostra dashboard C-ITS: statistica eventi pubblicati



La nostra dashboard C-ITS: Scenari Mobili

🏠 Mappa 📊 Dashboard 📶 Antenne 🚩 DENM 📍 IVIM 📧 Messaggi Inviati 🚗 Antenne Mobili 📱 Antenne Virtuali 📊 Dashboards ⚙️ Impostazioni 📄 Import Dati

Anagrafica ANTENNE MOBILI

📄 JSON 1-4 su 4 elementi << < 1 > >> 20

☰ Colonne

JSON		Numero ↑↓	IP ↑↓	Latitudine ↑↓	Longitude ↑↓	Raggio ↑↓	Stato ↑↓	Situazione ↑↓	Release ↑↓	Det. Scenario	Mobile	Azioni
		OBU 01	10.210.22.219	46.0772702	11.1094351	2500	OFF	installata	19.1			
		OBU 08	10.210.22.226	46.0777409	11.1100810	2500	OFF	Installata	19.1			
		OBU 14	10.210.22.232	46.0778961	11.1100056	2500	OFF	Installata	19.1			
		TEST OBU 00	10.249.0.41	46.0768793	11.1110987	2500	ON	Installata	19.1			

Associazione OBU - Evento

📶 Dati Antenna Mobile

Numero: TEST OBU 00 IP: 10.249.0.41 Latitudine: 46,0768607 Longitude: 11,1110556

📶 Elenco DENM Associabili

1-15 su 67 elementi << < 1 2 3 4 5 > >> 15

Origine	UC DENM	UC Mobile Generato	Carr	Latitudine	Longitude	Azioni
PROD	HLN-SV	HLN-EPVA e HLN-ERVI	S	46.6884846	11.6348588	
PROD	HLN-TJA	HLN-EPVA e HLN-ERVI	N	46.4529347	11.3066207	
PROD	HLN-SV	HLN-EPVA e HLN-ERVI	N	45.8769760	11.0087338	
PROD	RWW-LC	HLN-ERVI	S	46.9763495	11.4821912	
PROD	RWW-LC	HLN-ERVI	N	45.6357116	10.8738375	

Dissassocia OBU - Evento

⊗ Termina Associazione

Sicuro di voler disassociare l'evento?

📶 Dati Antenna Mobile

Numero: TEST OBU 00 IP: 10.249.0.41 Latitudine: 46,0768607 Longitude: 11,1110556

📄 Dati Evento Associato

Origine: TCC di Produzione Tcc ID: 584794_b8810c3f-c0c2-43a1-bdf5-256cf58fdf60_1

UC: HLN-SV Cause Code: 94 SubCause Code: 2 Validità (s): 720

Latitudine: 46,6884846 Longitude: 11,6348588 Estensione (m): 0

L'antenna mobile NON genererà più lo scenario: "HLN-EPVA e HLN-ERVI"
Se lo scenario prevede, verrà inviato un messaggio di TERMINAZIONE



Autostrada del Brennero SpA
Brennerautobahn AG

L'infrastruttura C-ITS di Autostrada del Brennero