

L'evoluzione delle
infrastrutture digitali e di
comunicazione a supporto
delle emergenze e della
sicurezza

Valter Chiovini

*Responsabile Pre Sale Central Local Government Market
TIM S.p.A.*





La base tecnologica degli standard internazionali per i servizi Mission Critical del 5G



I servizi mission critical – standard in continua evoluzione

Riferimento 3GPP

I servizi Mission Critical compaiono nello standard 3GPP già in release 12 ed evolvono con le nuove release consentendo ai servizi Public Safety di beneficiare di queste continue evoluzioni in termini di performance, sicurezza ed affidabilità.

Ad es. per MC-PTT lo standard prevede su 4G QCI (Quality Class Indicator) dedicati per assegnare la priorità rispetto agli altri Servizi e già dalla release 15 prevede la possibilità di interlavorare con sistemi pre-esistenti

Release 12-13-14

Release 15

Release 16

Release 17

Release 18

Release 19

Caratteristiche del servizio

- Mission Critical Push To Talk, Data e Video

- Mission Critical Improvements (rafforzamento della sicurezza - rogue base station)
- MC interworking with legacy system (Interworking function verso legacy-Land Mobile Radio (TETRA, DMR...))

- Mission Critical Improvements (Enhanced URLLC (eURLLC) -enhanced ultra-reliable, low-latency communication, crucial for industrial automation and emergency services)
- V2X Sidelink Enhancement - direct communication between devices and vehicle
- MC communication interworking enhancement - improved integration between 3GPP MC services and LMR systems (TETRA/P25)

- Mission Critical Improvements (es. Emergency alert area notification, group geographic area notification)
- Improved Sidelink Enhancements - Strengthens Direct Mode communication for public safety

- Mission Critical enhancement on 5G Stand Alone (i.e. Enhanced Group Communication 5MBS (Multicast Broadcast Service) and ProSe providing connectivity for remote MC clients to the 5G Core, using Layer-2 and Layer-3 relaying techniques)

- Mission Critical enhancement on non Terrestrial Network - from transparent to regenerative (on-board packet processing) satellite architecture



Feature tecnologiche 5G per i servizi mission critical

Feature tecnologica

Applicazione agli scenari Mission Critical



Ultra low Latency

Riduce drasticamente il ritardo nella trasmissione dei dati, consentendo comunicazioni in tempo reale. Questo è fondamentale per applicazioni mission critical come il controllo remoto di robot in ambienti pericolosi, la telemedicina d'emergenza e la guida autonoma dei veicoli di soccorso ad un elevato tasso di resilienza che deve essere garantito sempre ed ovunque.



Sicurezza ed affidabilità della rete «by design»

Le reti 5G sono progettate per garantire una connessione stabile e continua, anche in situazioni di emergenza. Questa caratteristica è essenziale per i servizi di pubblica sicurezza, dove la comunicazione non può essere interrotta.



Banda N(5-10) x LTE

Offre una capacità di trasmissione dati significativamente superiore rispetto alle generazioni precedenti. Ciò consente di inviare e ricevere grandi quantità di informazioni, come video ad alta definizione, immagini e dati di sensori, in tempo reale.



Network Slicing

Una funzione chiave del 5G: possiamo creare 'fette virtuali' di rete dedicate a servizi diversi. Ad esempio, un 'slice' dedicato alla pubblica sicurezza, con priorità e QoS garantita, indipendente dal traffico degli utenti normali



EDGE Computing e 5G

Con l'Edge Computing, l'elaborazione dei dati avviene vicino al luogo dell'intervento — quindi più velocità, meno ritardo e nessuna dipendenza da data center remoti. Utile per le applicazioni di pubblica sicurezza che richiedono un'elaborazione rapida dei dati, come il riconoscimento facciale e l'analisi video in tempo reale.



Evoluzione delle Comunicazioni MC

Le reti dedicate digitali sono tuttora utilizzate per garantire canali radio affidabili e sicuri; il 5G introduce una **consapevolezza situazionale** senza precedenti, permettendo al Centro Operativo di "vedere" ciò che i soccorritori vedono, di condividere immagini trasmesse da droni in movimento, di trasmettere parametri vitali e referti per coordinare interventi di primo soccorso.

In sintesi, si passa da un modello in cui l'operatore descrive a parole ciò che osserva, a un modello in cui il centro decisionale dispone degli **stessi elementi visivi e diagnostici del personale sul campo**, riducendo drasticamente i margini di errore e i tempi di intervento.

5G

(Mission Critical Data,
Video & Broadband)



Streaming Video in
Tempo Reale &
Realtà Aumentata



Reti di Sensori IoT
& Monitoraggio su
Larga Scala



Accesso a Cloud &
Edge Computing
Avanzato



Comunicazioni
Affidabili e Sicure
(Push-to-Talk)
anche di gruppo)



Comunicazioni
Affidabili e Sicure
(Push-to-Talk)
anche di gruppo)



I punti di forza di una rete 5G per i servizi mission critical










Resilienza della rete 5G commerciale

La resilienza della rete mobile è il risultato di un'architettura progettata per adattarsi e reagire ai fault: dalla densificazione delle BTS e la ridondanza del backhauling, fino a un core distribuito e virtualizzato.

Grazie all'automazione, al monitoraggio continuo e a funzionalità avanzate del 5G come le Isolated Operations, la rete è in grado di garantire continuità del servizio anche in condizioni di degrado o isolamento, mantenendo operativi i servizi essenziali.

Progettata per poter gestire decine di milioni di utenti contemporanei garantisce sia una maggiore presenza radio con overlapping di copertura sia una Core Network distribuita tramite NFV (Network Function Virtualization)

- Oltre 20000 BTS
- Multisetorialità per zone affollate (stadio, stazioni...)

 <p>Densità e distribuzione delle BTS</p> <ul style="list-style-type: none">• Numero elevato di BTS e copertura geografica estesa• Celle sovrapposte (overlapping coverage)• Load balancing radio dinamico• Densificazione con small cells <p>Valore: Continuità del servizio anche con guasti locali</p>	 <p>Ridondanza del backhauling</p> <ul style="list-style-type: none">• Molteplici mezzi trasmissivi (fibra, radio, microonde)• Topologie ad anello o mesh per percorsi alternativi• Fallover automatico e immediato• Diversificazione del percorsi fisici• Valore: Eliminazione del single point of failure tra RAN e core <p>Valore: Eliminazione del single point of failure tra RAN e core</p>	 <p>Virtualizzazione (NFV / CNF)</p> <ul style="list-style-type: none">• Separazione hardware/software (NFV)• Network Functions cloud-native (CNF)• Scalabilità dinamica delle risorse• Isolamento dei guasti (Fault isolation) <p>Valore: Maggiore flessibilità e ripristino rapido</p>	 <p>Distribuzione e ridondanza del core network</p> <ul style="list-style-type: none">• Separazione control plane / user plane• Core distribuito (central + edge) <p>Valore: Continuità anche in caso di failure di un data center</p>	 <p>Disaster recovery e distribuzione geografica</p> <ul style="list-style-type: none">• Data center separati geograficamente• Strategie di disaster recovery complete recovery• Availability zones multiple• Piani di continuità operativa testati <p>Valore: Resilienze e eventi so larga scala</p>	 <p>Multi-layer e multi-tecnologia</p> <ul style="list-style-type: none">• Integrazione fluida 2G / 3G / 4G / 5G• Fallback automatico tra tecnologie diverse <p>Valore: Continuità del servizio con degradazione controllata</p>	 <p>IOPS - Isolated Operations for Public Safety (5G)</p> <ul style="list-style-type: none">• Operatività locale in assenza di connessione core• Funzioni distribuite all'edge• Local breakout del traffico dati• Supporto a scenari critici isolati• Local breakout del traffico dati• Supporto a scenari critici isolati <p>Valore: La rete continua a funzionare anche se isolata</p>
--	---	--	---	---	--	--



Reti commerciali 5G a servizio delle emergenze

Aggiornamenti tecnologici costanti da parte dell'operatore attraverso continui investimenti in manutenzione ed ammodernamento sia della parte radio sia del backhauling per soddisfare milioni di utenti.



Superamento della obsolescenza tecnologica tipica delle reti dedicate, che richiedono manutenzioni sempre più onerose

Supporto per i tipici scenari mission critical: isolamento della BTS, bolla tattica di emergenza, priorità di accesso alla rete tramite 5G slicing, utilizzo di frequenze dedicate, utilizzo di SIM dedicate



Garanzia di reazione rapida in situazione di emergenza da parte di un operatore per ripristinare la rete nel minore tempo possibile attraverso strutture temporanee e mobili



Aggiornamento tecnologico continuo

Superamento dell'obsolescenza dell'hardware e software dedicato, con riduzione OPEX.

Supporto scenari Mission Critical

Reazione rapida alle Emergenze

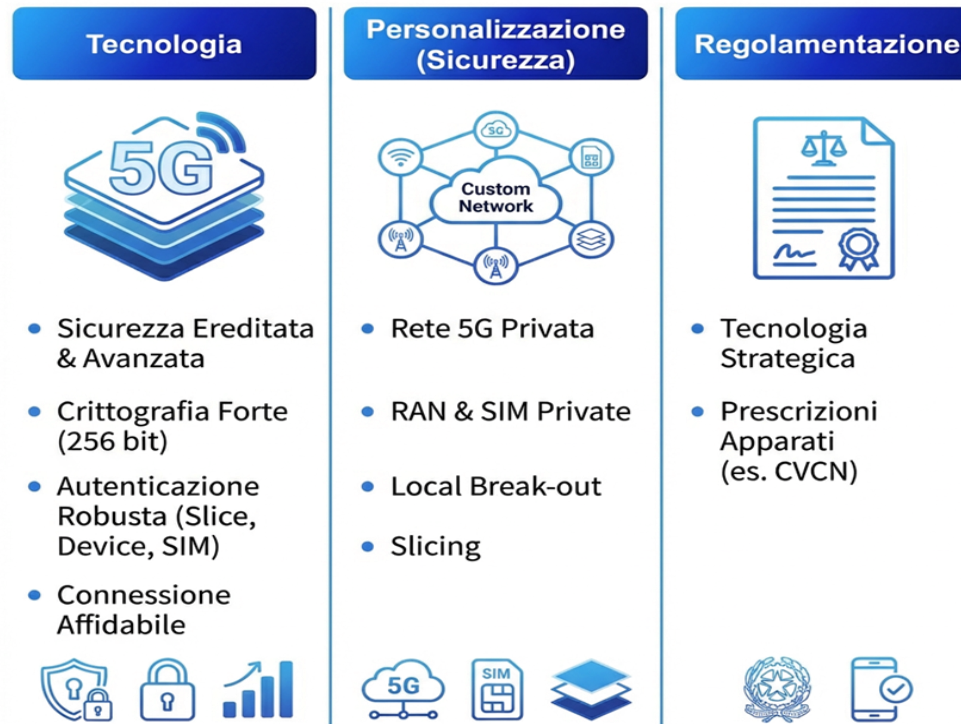




Sicurezza nella rete 5G

La rete commerciale 5G oltre ad ereditare i meccanismi di sicurezza previsti dallo standard 5G, può implementare ulteriori personalizzazioni, definite specificatamente per usi dove è necessario un livello di sicurezza maggiore.

Aderenza alle linee guida ACN emanate sulla base della Legge 90/2024 e del DPCM 2025 in materia di adozione di tecnologie di sicurezza informatica e alle prescrizioni Golden Power



Il 5G ha ereditato tutti i livelli di sicurezza delle tecnologie precedenti e permette di utilizzarne ulteriori più avanzati:

- Crittografia fino a 256 bit AES
- Criteri di autenticazione più forti BTS device, SIM contro gli IMSI-catcher (false BTS)



Resilienza delle reti 5G – Accesso alla rete

Le reti commerciali mobili 4G/5G sono state sempre considerate reti che non presentano caratteristiche tipiche delle reti di emergenza. Tuttavia, lo standard prevede scenari per sopperire a tutte le limitazioni evidenziate.

Caduta della rete di accesso (RAN) in seguito ad un evento naturale



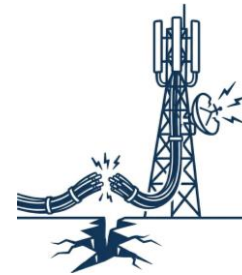
Ripristino con mezzi mobili e con backhauling in ponte radio o fibra ottica

Sidelink relay tra device

Integrazione con Bolla tattica con SIM autonoma

Caduta del backhauling della RAN in seguito di evento naturale:

Bolla tattica con SIM autonoma;
Isolated Operations for Public Safety
Integrazione con Bolla tattica con SIM autonoma



Elevato numero di richieste di accesso alla rete mobile e traffico dati



Frequenze dedicate per servizi Public Safety
Slicing su rete 5G standalone garantendo priorità e preemption

Le reti 5G possono superare la criticità in accesso alla rete in situazione di emergenza e di alta congestione attraverso soluzioni previste dallo standard:

- Bolle dedicate con SIM dedicate
- Frequenze dedicate previste dallo standard
- Isolated Operations for Public Safety
- Sidelink relay
- 5G Standalone Slicing

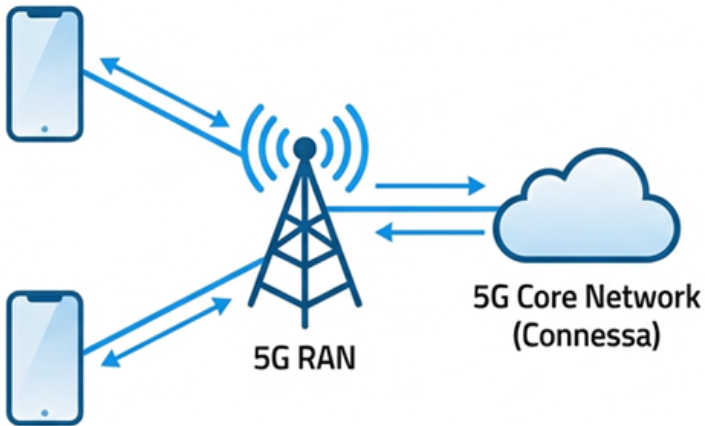


Enhanced 3GPP Services – Isolated Operation for Public Safety

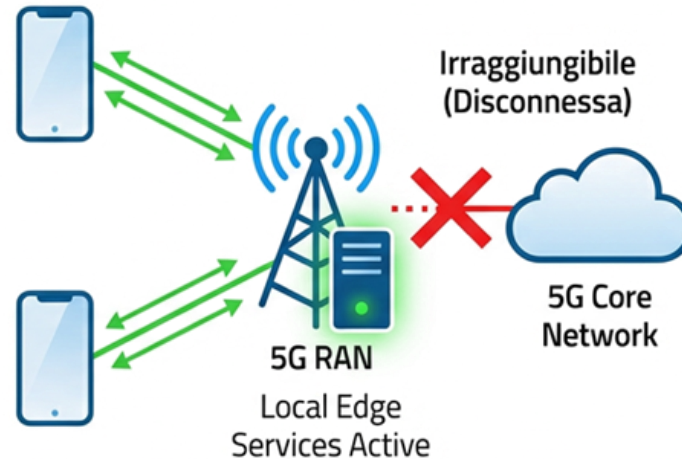
Le Isolated Operations for Public Safety consentono alla rete 5G di continuare a operare anche in assenza di connessione alla core centrale.

Le funzioni essenziali vengono eseguite localmente, garantendo comunicazioni critiche per i servizi di emergenza.

Modalità Normale di Rete Mobile



IOPS – Isolated Operation for Public Safety



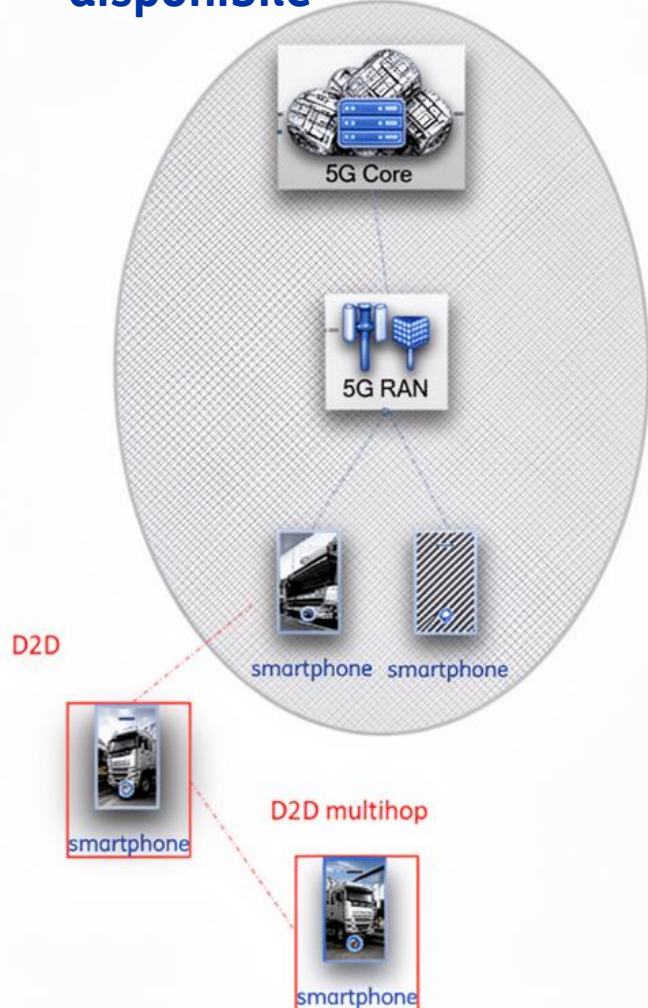
La comunicazione tra device avviene localmente anche in mancanza di collegamento alla core network.

**I servizi prioritari (voce, dati mission-critical) restano attivi.
Il risultato è una rete resiliente, autonoma e affidabile nelle situazioni più critiche.**

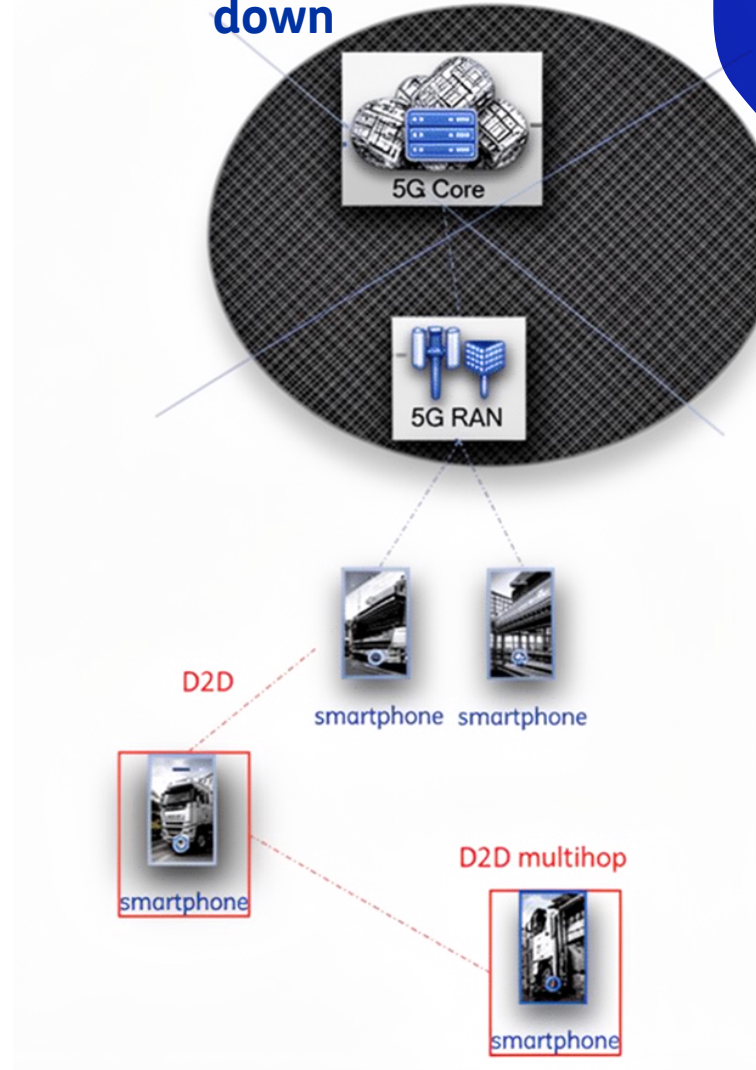


5G NR Multi-hop Sidelink Relay

Multi-hop con rete disponibile



Multi-hop con rete down



Il 5G NR Multi-hop Sidelink Relay consente ai dispositivi di comunicare direttamente tra loro senza passare dalla rete infrastrutturale.

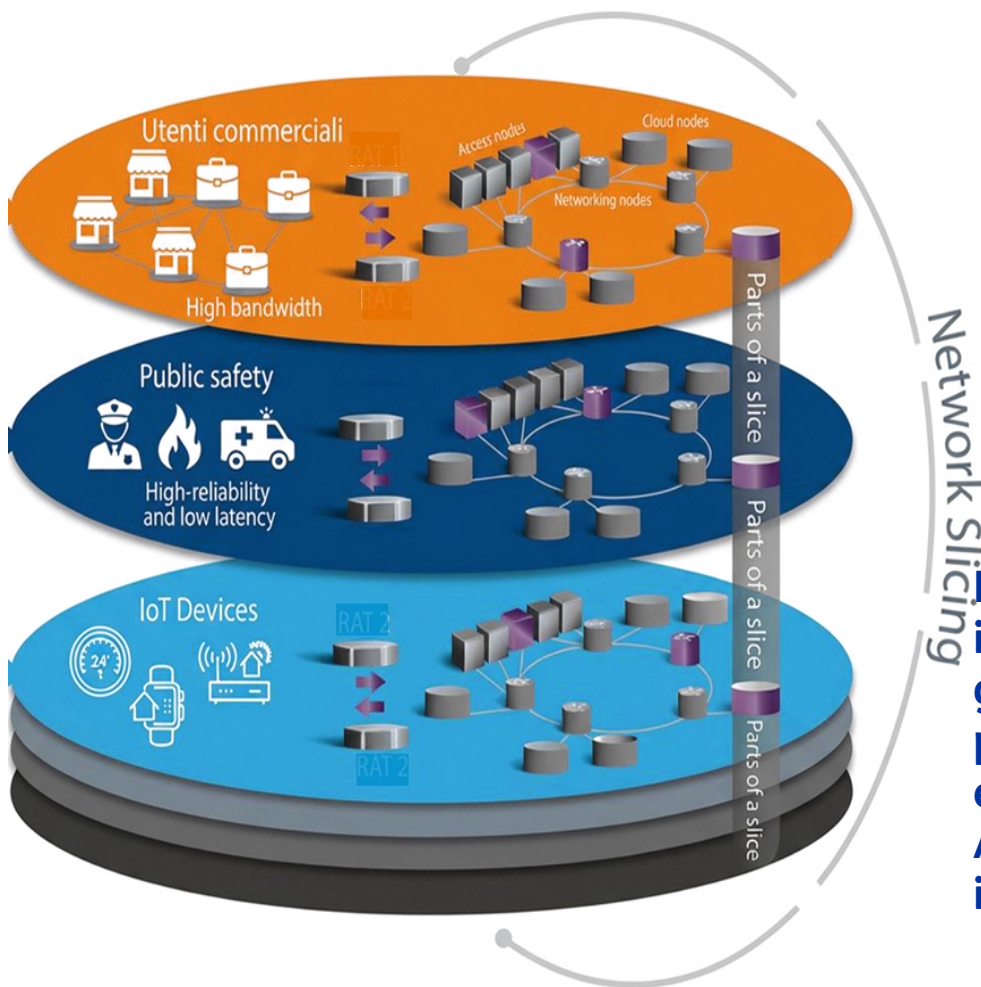
Grazie alla comunicazione sidelink, i terminali possono fungere da relay estendendo la copertura in scenari difficili o isolati.

Il supporto multi-hop permette di propagare il segnale su più nodi, aumentando significativamente la copertura di rete anche indoor



Il network slicing 5G per i servizi di emergenza

Il network slicing nel 5G Stand Alone (SA) è la capacità della rete di creare più reti virtuali indipendenti sulla stessa infrastruttura fisica. Ogni “slice” è ottimizzata per un servizio specifico (es. video, IoT, emergenze) con prestazioni dedicate.



Il network slicing trasforma la rete mobile in una piattaforma multi-servizio, garantendo prestazioni dedicate e prevedibili per ogni uso (consumer, enterprise, mission critical).
Assicura isolamento tra servizi, evitando impatti reciproci

Priorità: quando più utenti o servizi competono per le risorse di rete, alcuni hanno **diritto di accesso preferenziale**.

Preemption: se le risorse non sono sufficienti, la rete può **revocare temporaneamente risorse** agli utenti non prioritari per garantirle ai soccorritori.



Le evoluzioni abilitate dall'Edge Computing e dall'AI in reti Mission Critical 5G



Edge computing, 5G e AI al servizio delle emergenze

Combinazione

Vantaggio operativo

Edge + AI

Modelli AI eseguiti localmente sui dispositivi dei soccorritori. Rilevamento immediato di vittime o pericoli senza dover trasmettere dati al cloud.

5G + Edge

Capacità di spostare il carico computazionale su nodi edge distribuiti nel territorio, raggiunti via 5G con latenza ultra-bassa. Consente di utilizzare dispositivi sul campo più leggeri ed economici, perché la potenza di calcolo è in prossimità della rete.

5G + AI

Trasmissione di grandi volumi di dati (video, sensori) a centri AI centralizzati con bassa latenza, permettendo analisi complesse (es. modelli di grandi dimensioni) che non possono essere eseguite in locale, mantenendo però tempi di risposta compatibili con le emergenze.

Edge + 5G + AI

Architettura di soccorso "intelligente e distribuita": i dispositivi edge fanno analisi immediate, il 5G garantisce comunicazione prioritaria e affidabile tra tutte le squadre e l'AI aiuta a coordinare le operazioni su scala territoriale, adattando dinamicamente le risorse in base all'evolversi dell'emergenza.



Edge + AI



5G + Edge



5G + AI



Edge + 5G + AI

Edge computing, 5G e AI - Esempi concreti di applicazione

Analisi video per il soccorso e l'individuazione di vittime

Impiego di un mezzo di emergenza appositamente attrezzato con:

- **Rete 5G tramite antenna montata sul mezzo, attivabile in base all'evento**
- **Server con modelli di intelligenza artificiale di computer vision (Deep Learning, Convolutional Neural Networks) pre-addestrati per:**
 - **Riconoscimento delle immagini umane per rilevare persone intrappolate, superstiti, fiamme, fumo**
 - **Riconoscimento di suoni umani**
 - **Strumento per il controllo e la supervisione del volo di uno o più droni**
- **Droni dotati di telecamera ad alta risoluzione per la trasmissione delle riprese verso il mezzo autonomo di soccorso.**

L'elaborazione può avvenire totalmente in locale tramite la bolla 5G senza necessità di collegamento al resto della rete mobile o fissa (backhauling) o verso Cloud Service Provider.



Edge computing, 5G e AI - Esempi concreti di applicazione

Trasmissioni di immagini ad alta risoluzione da droni

Inferenza locale real-time tramite modelli AI per la ricerca di sopravvissuti

5G



reti e di comunicazione a supporto delle emergenze

Edge computing, 5G e AI - Esempi concreti di applicazione

Monitoraggio sul campo di emergenze sanitarie (Ambulanza connessa)

L'obiettivo è trasformare il mezzo di soccorso in una unità di terapia mobile e intelligente, specialmente quando il numero di feriti supera la capacità di trasporto del soccorso locale:

- il trattamento e monitoraggio inizia già in sito, non all'arrivo in ospedale;
- il medico remoto supporta i soccorritori (telemedicina) con competenze specialistiche consentendo di interagire in videoconferenza con i soccorritori;
- il monitoraggio dei parametri vitali dei pazienti è analizzato attraverso algoritmi di intelligenza artificiale ospitati in Edge Data Center effettuando anomaly detection e clustering consentendo di trattare prioritariamente i pazienti più critici e guidare le manovre in tempo reale.

Il triage dell'ospedale è preparato, prioritizzando i casi critici e continuando a monitorare il resto dei pazienti.

Si utilizza la rete 5G per la comunicazione e la capacità di Edge computing per garantire l'elaborazione dei dati in tempo reale, guidando i soccorritori con latenza trascurabile.



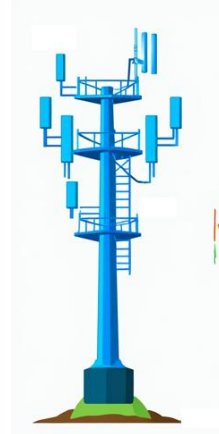
Edge computing, 5G e AI - Esempi concreti di applicazione

Raccolta e monitoraggio
tramite AI di parametri vitali e
classificazione dei pazienti

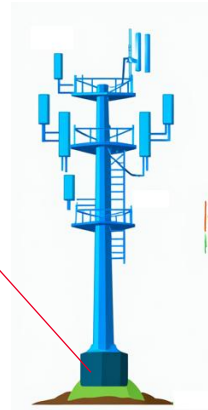


Ospedale provinciale

Edge Data Center + AI



Rete 5G commerciale



GRAZIE

